Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro
Escola Nacional de Botânica Tropical
Mestrado Profissional em
Biodiversidade em Unidades de Conservação

Trabalho de Conclusão

# Potencial da gramínea exótica braquiária, *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster (Poaceae), como barreira à regeneração natural no Parque Nacional da Serra da Bodoquena

José Guilherme Dias de Oliveira

Rio de Janeiro
2014

Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro
Escola Nacional de Botânica Tropical
Mestrado Profissional em
Biodiversidade em Unidades de Conservação

# Potencial da gramínea exótica braquiária, *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster (Poaceae), como barreira à regeneração natural no Parque Nacional da Serra da Bodoquena

José Guilherme Dias de Oliveira

Trabalho de Conclusão apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Biodiversidade em Unidades de Conservação da Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Biodiversidade em Unidades de Conservação.

Orientadores:
Luiz Fernando Duarte de Moraes
Tânia Sampaio Pereira
Geraldo Alves Damasceno Junior

Rio de Janeiro
2014

# Potencial da gramínea exótica braquiária, *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster (Poaceae), como barreira à regeneração natural no Parque Nacional da Serra da Bodoquena

José Guilherme Dias de Oliveira

Trabalho de Conclusão apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Biodiversidade em Unidades de Conservação da Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Biodiversidade em Unidades de Conservação.

Aprovado por:

Prof. Dr. Luiz Fernando Duarte de Moraes (Orientador) _____

Prof. Dra. Alexandra Pires Fernandez _____

Prof. Dr. Jerônimo Boelsums Barreto Sansevero _____

Em __ / __ / 2014

Rio de Janeiro
2014

O48p

Oliveira, José Guilherme Dias de.

Potencial da gramínea exótica braquiária, *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster (Poaceae), como barreira à regeneração natural no Parque Nacional da Serra da Bodoquena / José Guilherme Dias de Oliveira. – Rio de Janeiro, 2014.

xiii, 121 f. : il. 28cm.

Trabalho de conclusão (Mestrado Profissional em Biodiversidade em Unidades de Conservação) – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro / Escola Nacional de Botânica Tropical, 2014.

Orientadores: Luiz Fernando Duarte de Moraes; Tânia Sampaio Pereira; Geraldo Alves Damasceno Junior.

Bibliografia.

1. Gramínea. 2. Urochloa. 3. Regeneração natural. 4. Espécies exóticas. 5. Parque Nacional da Serra da Bodoquena (MS). I. Título. II. Escola Nacional de Botânica Tropical.

CDD 584.9

## AGRADECIMENTOS

Aos pesquisadores do Escola Nacional de Botânica Tropical e colegas do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, que trabalharam para viabilizar a oferta deste curso, tão importante à formação de quem lida com o tema da conservação da biodiversidade em áreas protegidas.

Aos funcionários da Escola Nacional de Botânica Tropical pelo empenho para proporcionar todo o apoio necessário ao andamento do curso e à concretização deste trabalho.

Aos professores do Mestrado Profissional em Biodiversidade em Unidades de Conservação, que generosamente nos repassaram suas experiências e conhecimento.

Aos orientadores, Luiz Fernando Duarte de Moraes, Tania Sampaio Pereira e Geraldo Alves Damasceno Júnior, que me transmitiram sempre muita segurança e tranquilidade, tanto para me apontar os caminhos certos, quanto para não deixar eu me perder nesse processo.

Aos colegas do Mestrado Profissional em Biodiversidade em Unidades de Conservação, pela disposição de compartilhar experiências e conhecimento, proporcionando uma convivência prazerosa, produtiva e enriquecedora.

Aos colegas da Coordenação Geral de Gestão de Pessoas do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, pelo esforço em viabilizar o apoio institucional para participação no curso.

Aos colegas do Parque Nacional da Serra da Bodoquena Fernando Correia Villela, Sandro Roberto Pereira da Silva, chefes do Parque Nacional da Serra da Bodoquena no período do curso, Nayara Stacheski de Oliveira, Andreia Molino, Leonardo, Julio, Emerson, Elenilson e Amilton, pelo apoio irrestrito e paciência.

À companheirada, Itaniel, Ismael, Moisés, Viviane, Alex, Edson, Ronaldo, Jonas e Marcos, fundamentais nos trabalhos de campo e na construção da estufa.

A Camila Alonso, Mariana Kobaiashi, Fabiana Prado e Gustavo de Menezes, que chegaram numa hora estratégica e me ajudaram muito na montagem e nas primeiras contagens do experimento com o banco de sementes.

A Marja, que, além de ter sido a grande companheira de sempre, ao longo do processo cujo fim é o presente trabalho, contribuiu, avaliando, criticando e sugerindo melhorias na concepção e no texto e supriu minhas ausências num período especialmente turbulento de nossa vida.

A meus pais, sempre.

**RESUMO**

O problema abordado neste trabalho foi a introdução da gramínea exótica braquiária, *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster (Poaceae), e o que isso impõe de obstáculo à regeneração natural das áreas antropizadas do Parque Nacional da Serra da Bodoquena. Foram realizados dois estudos numa Zona de Recuperação definida no plano de manejo. O primeiro consistiu na análise de imagens de satélite, desde o momento mais próximo antes da abertura da primeira clareira, até a imagem mais recente, para analisar os efeitos da introdução da espécie exótica na paisagem. O segundo estudo analisou o banco de sementes no fragmento florestal remanescente e na matriz de pastagem, a distâncias de 5, 20 e 100 metros da borda que separa esses dois ambientes. Os estudos mostraram que 36,9% da área foi transformada em pastagem, num desenho recortado, orientado pela topografia, expondo as florestas remanescentes ao efeito de borda em quase sua totalidade. Outro resultado indica que o banco de sementes é pobre, tanto na floresta, quanto na área de pastagem, comparando com estudos em outras fisionomias florestais. Além disso, foi identificada a presença de sementes viáveis de braquiária em amostras do fragmento florestal, a cinco e a vinte metros da borda. Dessa forma, conclui-se que a introdução da braquiária não só torna muito improvável a regeneração natural na área de estudo , como ainda, caso não sejam tomadas medidas para a restauração, tende a aumentar o processo de degradação da paisagem com o avanço da matriz de pastagem sobre os remanescentes florestais.

Palavras-chave: Gramíneas, *Urochloa*, regeneração natural, espécies exóticas, Parque Nacional da Serra da Bodoquena

**ABSTRACT**

This research has approached the problem of brachiaria, *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster (Poaceae), introduction and what obstacles it imposes to natural regeneration process of disturbed areas at Serra da Bodoquena National Park. Two studies were carried out in a Restoration Zone defined in the park's management plan. The first study consisted in the analysis of satellite images, from the latest possible moment before the opening of the first clearing, until the most recent image, in an attempt to assess the effects of the alien species introduction in the landscape. The second study examined the seed bank in the remaining forest fragment and in the pasture matrix at distances of 5, 20 and 100 meters from the edge. Studies have shown that 36.9 % of the area was converted into pasture, in an irregular design, driven by topography, exposing the remaining forests to the edge effect almost entirely. Another result indicates that the seed bank is poor, both in the forest and in the grassland, when compared to other studies in other environments. Besides that, there were viable seeds of brachiaria in the forest fragment samples, five and twenty meters distant from the edge. Thus, it is concluded that due to the introduction of brachiaria, natural regeneration in the study area is very unlikely to occur, furthermore, if nothing is done to restore the area, it tends to go on a process of degradation, with the advance of the pasture matrix over the remaining forest fragments.

Keywords: Grasses, *Urochloa*, natural regeneration, alien species, Serra da Bodoquena National Park.

# Sumário

**1. INTRODUÇÃO** ..... **1**

**2. REVISÃO DA LITERATURA** ..... **3**

**2.1. A Região e o Parque Nacional da Serra da Bodoquena** ..... **3**

**2.2. O problema das espécies exóticas invasoras** ..... **14**

**2.3. A braquiária como espécie exótica invasora** ..... **15**

**2.4. Degradação, destruição e fragmentação de habitat** ..... **16**

**2.5. Uso de ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para análise de evolução da paisagem** ..... **18**

**2.6. Importância do banco de sementes para regeneração natural e restauração ecológica** ..... **20**

**3. METODOLOGIA** ..... **20**

**3.1. Área de estudo** ..... **20**

**3.2 Procedimento** ..... **33**

*Estudo da evolução da paisagem a partir da introdução da braquiária na área adquirida da Zona de Recuperação da Cabeceira do Rio Perdido, com uso de imagens de satélite* ..... **33**

*Estado do banco de sementes nos fragmentos florestais e na matriz de pastagem a diferentes distâncias da borda.* ..... **34**

**4. RESULTADOS E DISCUSSÃO** ..... **42**

**4.1. Imagens de satélite** ..... **42**

**4.2. Banco de Sementes** ..... **46**

**5. CONSIDERAÇÕES FINAIS** ..... **63**

**6. REFERÊNCIAS** ..... **63**

**ANEXOS** ..... **71**

# 1. INTRODUÇÃO

Criado há treze anos, através do Decreto Federal de 21 de setembro de 2000, o Parque Nacional da Serra da Bodoquena, PNSBd, ainda se encontra em nível de implementação inicial. Já conta com plano de manejo e conselho consultivo, mas, com equipe formada por apenas três analistas ambientais, não tem nenhuma estrutura de apoio construída dentro de seus limites e tem como principal obstáculo à sua efetivação a falta de regularização fundiária. Apenas 18% de sua área já foi adquirida pela União e as ações de gestão ficam, em grande parte, restritas a essas áreas.

Das áreas adquiridas, a mais importante para a gestão é a de pouco mais de cinco mil hectares, localizada no meio norte do fragmento sul, adquirido da fazenda Boqueirão em dezembro de 2002. Seguindo a denominação dada pelo plano de manejo do PNSBd para as Zonas de Uso Extensivo, ZUEX e de Recuperação, ZR, essa área será tratada como Cabeceira do Rio Perdido.

No zoneamento proposto pelo plano de manejo para o PNSBd nessa área estão previstas Zonas de Uso Extensivo e Intensivo, cuja utilização está voltada para visitação, Zona de Uso Especial, destinada a suportar estruturas de apoio à gestão da unidade de conservação, Zona Primitiva, área mais voltada à preservação, que deve sofrer pouca alteração e Zona de Recuperação, áreas transformadas em pastagem, que devem sofrer intervenções para que recuperem funções e dinâmicas mais próximas possível do estado anterior às alterações antrópicas que a descaracterizaram (ICMBio, 2013).

A Zona de Recuperação da Cabeceira do Rio Perdido é caracterizada pela substituição da vegetação original por pastagem formada com braquiária, *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster (Poaceae), principalmente nas áreas de vale. Nos morros formados por afloramentos de rocha calcária permanece a floresta, mas já bastante depauperada pelo corte seletivo de espécies de interesse econômico (ICMBio, 2013).

A introdução da braquiária para formação de pastagem no interior do PNSBd parece interferir fortemente na regeneração natural. Áreas abandonadas há mais de dez anos pela atividade pecuária mantêm-se ocupadas por pastagem em detrimento da formação florestal. A presença da gramínea invasora é provavelmente o fator mais importante de impedimento à ocupação da área por espécies lenhosas ao dificultar a dispersão de sementes e competir por luz e outros recursos com as plântulas das espécies, dificultando, dessa forma os processos de regeneração natural ou mesmo de restauração ecológica arbóreas (Holl, 1999; Cheung *et al.*, 2009; Davis *et al.*, 1998).

Um dos atributos de um ecossistema restaurado, segundo a Sociedade Internacional para Restauração Ecológica, SER, é a integração com a paisagem com a qual interage "através de fluxos e intercâmbios bióticos e abióticos" (SER, 2004). Para que um projeto de restauração de ecossistema, como o que se pretende para as ZRs do PNSBd, atinja seus objetivos, é necessário conhecer a configuração da paisagem da área a ser restaurada, bem como o processo que levou a paisagem ao seu estado atual, do qual se pretende partir para o processo de restauração.

A compreensão da dinâmica dos sistemas dominados por gramíneas exóticas é de fundamental importância para a conservação dos ecossistemas naturais existentes no PNSBd. Para que se possa estabelecer estratégias visando à restauração, bem como à proposição de ações de manejo e monitoramento das áreas degradadas que compõem as Zonas de Recuperação, é necessário saber o grau de interferência destas gramíneas invasoras na regeneração natural da vegetação.

Informações sobre o banco de sementes do solo são importantes para o planejamento de ações de restauração (Moraes & Pereira, 2008). A partir do conhecimento do impacto que a introdução das gramíneas impõe ao banco de sementes e ao sistema como um todo, é possível escolher medidas mais efetivas de modo a implementar ações de restauração e controlar a espécie invasora, para que o parque possa cumprir os objetivos para os quais foi criado.

O plano de manejo do PNSBd (ICMBio, 2013) tem como um dos resultados esperados no subprograma "pesquisa", do programa "pesquisa e monitoramento", a "Identificação de espécies invasoras, com avaliação do grau de impacto sobre a biodiversidade autóctone e proposição de medidas de manejo". Este trabalho tem como objetivo avaliar o impacto potencial de pastagens formadas por braquiária, *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster (Poaceae), na regeneração natural das florestas nativas no interior do PNSBd, mais especificamente na parte já adquirida pela união da Zona de Recuperação da Cabeceira do Rio Perdido na ZRCP.

Para isso foi estudado o banco de sementes e avaliada a presença de sementes viáveis de braquiária sob florestas remanescentes. Também foi avaliado o efeito da ocupação das gramíneas exóticas no banco de sementes nativas, através do estudo de germinação a diferentes distâncias (5, 20 e 100 m) da borda, no interior da área da matriz de pastagem. Para dimensionar a extensão e conformação espacial das áreas ocupadas pela braquiária no interior da área de estudo, bem como a evolução da paisagem, com substituição da floresta por braquiária, foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. A Região e o Parque Nacional da Serra da Bodoquena

A Serra da Bodoquena, localizada na região sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul consiste num platô que se estende por uma distância de mais de 200 km, no sentido norte-sul, com escarpa voltada para o Pantanal a oeste, inclinando-se para leste, formando um importante divisor de águas, com altitude de aproximadamente 800 m (Sallun Filho & Karmann, 2007). Constitui-se num "degrau intermediário" separando a bacia do Paraná e os Pantanais (Almeida, 1965). Segundo Sallun Filho e Karmann (2007), a Serra da Bodoquena é uma das áreas de carste contínuo mais extensas do Brasil. (figura 1)

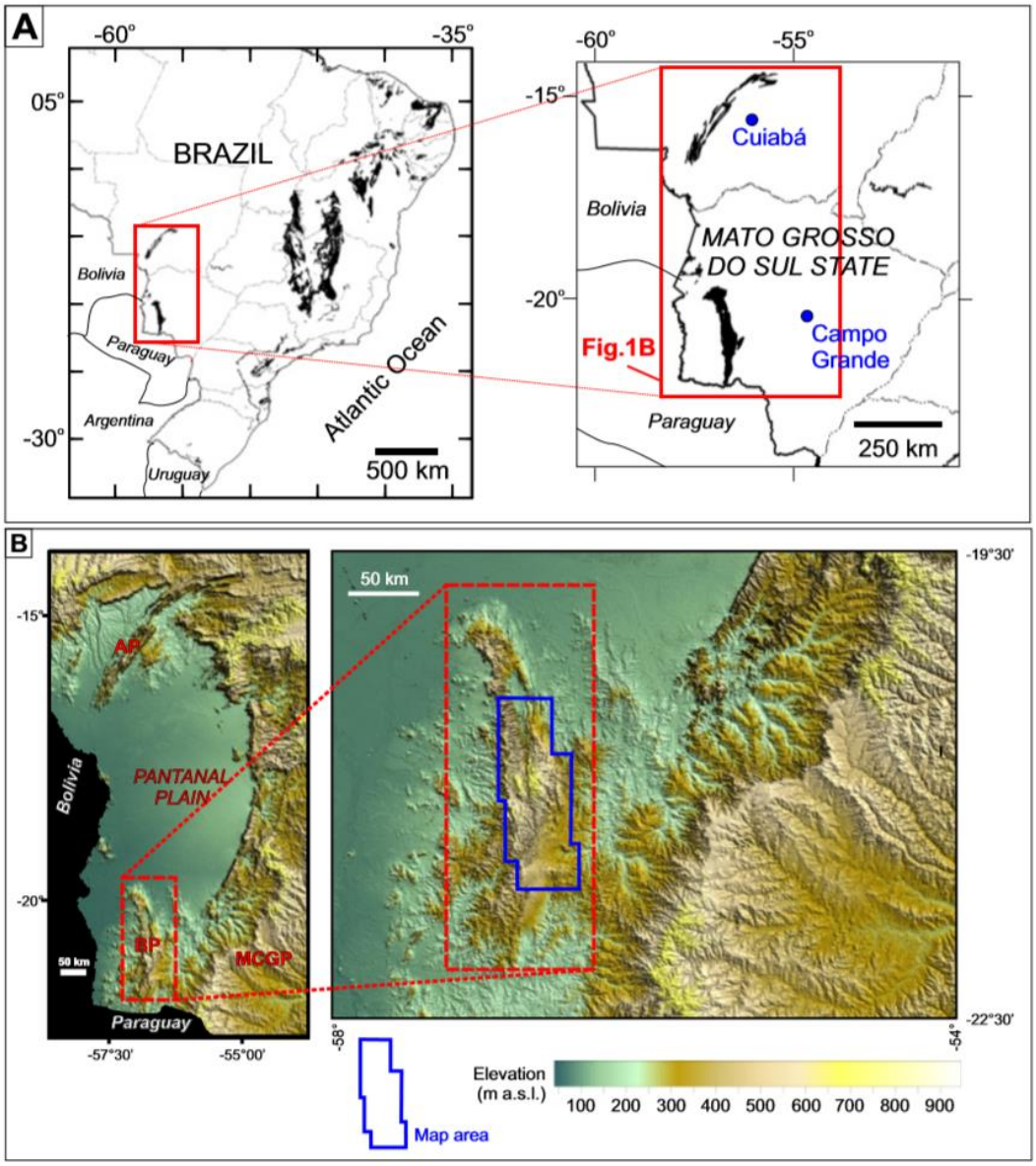



**Figura 1: Mapa de localização com as principais rochas de carbonato do Brasil (A), destacando as os Platôs Araras e Bodoquena (1B) e um modelo de elevação digital (DEM) baseado no Shuttle Radar Topography Mission (SRTM, 2006, *apud* Sallun Filho & Karmann (2007)) (B). AP – Platô Araras, BP – Platô Bodoquena, MCGP – Platô Maracaju-Campo Grande. Extraído de Sallun Filho & Karmann (2007)**

Do ponto de vista geológico, a Serra da Bodoquena se situa, em sua maior parte, nas Formações Bocaina e Cerradinho, do Grupo Corumbá (figura 2). Segundo Boggiani *et al.* (2008), após período geológico de glaciação intensa, entre 580 e 540 milhões de anos atrás, no Neoproterozóico, foi formado um oceano pela separação das massas continentais, que antes se encontravam aglutinadas formando o continente Rodínia. Nesse oceano proliferaram formas de vida primitivas, que proporcionaram intensa sedimentação carbonática, característica do Grupo Corumbá. Por volta de 520 a 530 milhões de anos atrás, as massas continentais voltaram a se aproximar e os sedimentos depositados foram intensamente dobrados, formando uma cadeia de montanhas com as rochas carbonáticas que antes compunham o assoalho de um oceano. Essa cadeia de montanhas, formada por rochas carbonáticas expostas ao desgaste, consiste na região da Serra da Bodoquena e as rochas carbonáticas lhe confere várias características.

Sobre o leito calcário, e associado a ele, se desenvolve predominantemente, na região da Serra da Bodoquena, solo rendzina ou chernossolo rêndzico (figura 3), caracterizado por alta fertilidade (Alvarenga & Del'Arco, 1982). O desgaste das rochas carbonáticas, pela ação da água, proporciona a formação de cavernas, dolinas e lapiás. O carbonato de cálcio que é dissolvido das rochas confere limpidez às águas de fluxo superficial da região.

Sobre o chernossolo rêndzico da Serra da Bodoquena, desenvolvem-se as fisionomias florestais, a Floresta Estacional Decidual Submontana ou Mata Seca, associada aos afloramentos rochosos e a Floresta Estacional Semidecidual Aluvial ou Mata Ciliar, associada aos cursos d'água. As áreas planas da região da Serra da Bodoquena, por sua vez, são ocupadas por formações savânicas (Alvarenga & Del'Arco, 1982; Damasceno-Junior *et al.*, 2000; ICMBio, 2013) (figura 4).

De acordo com Felfili (2003), as formações florestais decíduas e semidecíduas, no contexto cerrado, apresentam-se em configuração tipicamente fragmentada. Constituindo-se de "manchas esparsas distribuídas através de uma extensão de 2 milhões de $km^2$", formando ilhas, associadas a vales férteis e afloramentos de rochas de origem basáltica ou calcária. Segundo Ribeiro & Walter (2008), o que determinaria a ocorrência dessas formações florestais, especialmente as formações decíduas, no cerrado, seria a elevada fertilidade de manchas de solo, geralmente associadas com afloramentos calcários.

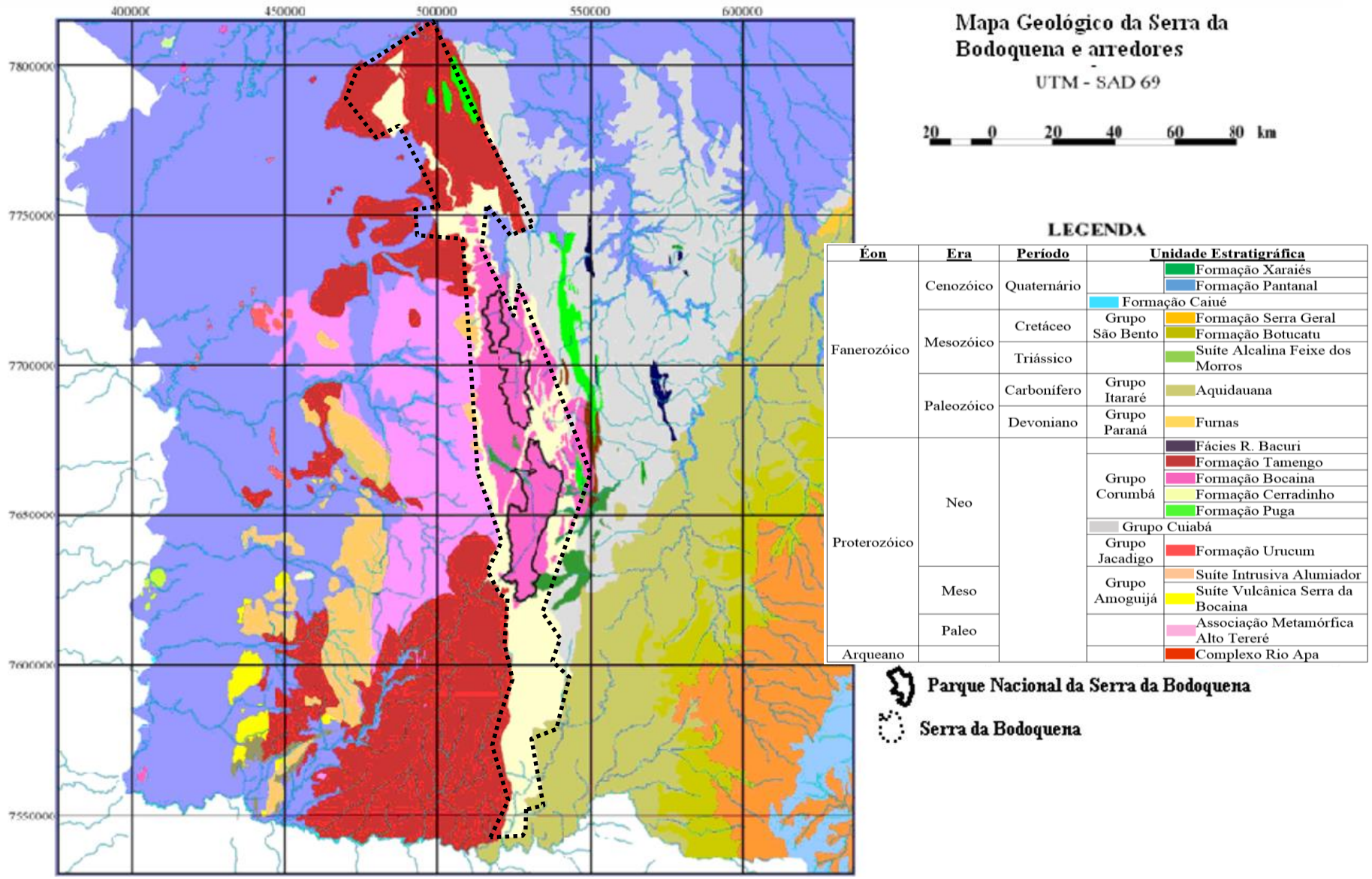



**Figura 2: Principais formações geológicas da Serra da Bodoquena. Extraído do plano de manejo do PNSBd (ICMBio, 2013)**

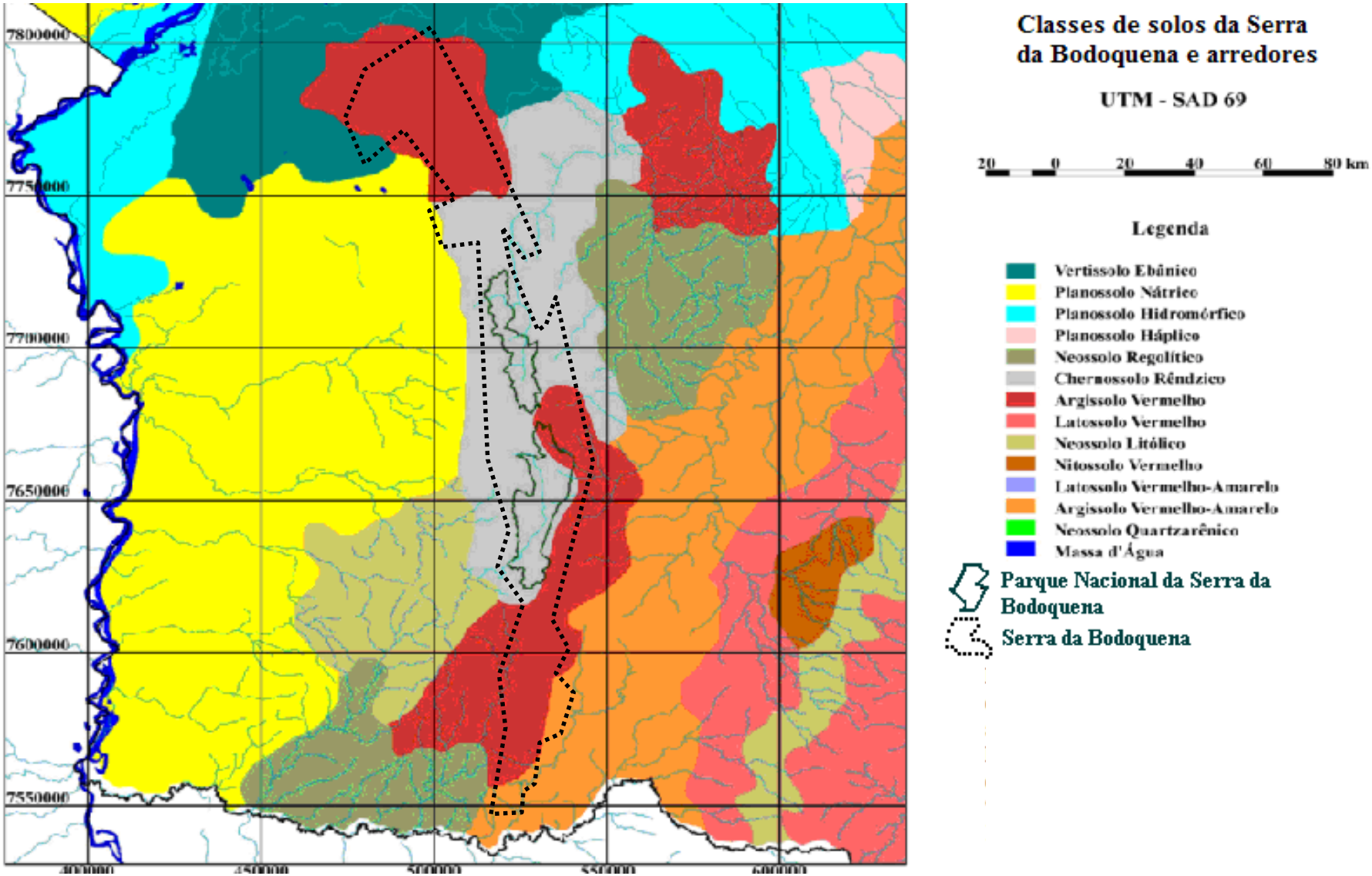



**Figura 3: Mapa de solos simplificado da região da Serra da Bodoquena e arredores, de acordo com mapa de solos IBGE 2001. Extraído do plano de manejo do PNSBd (ICMBio, 2013). A classe de Chernossolo Rêndzico cobre quase 100% da área da UC**

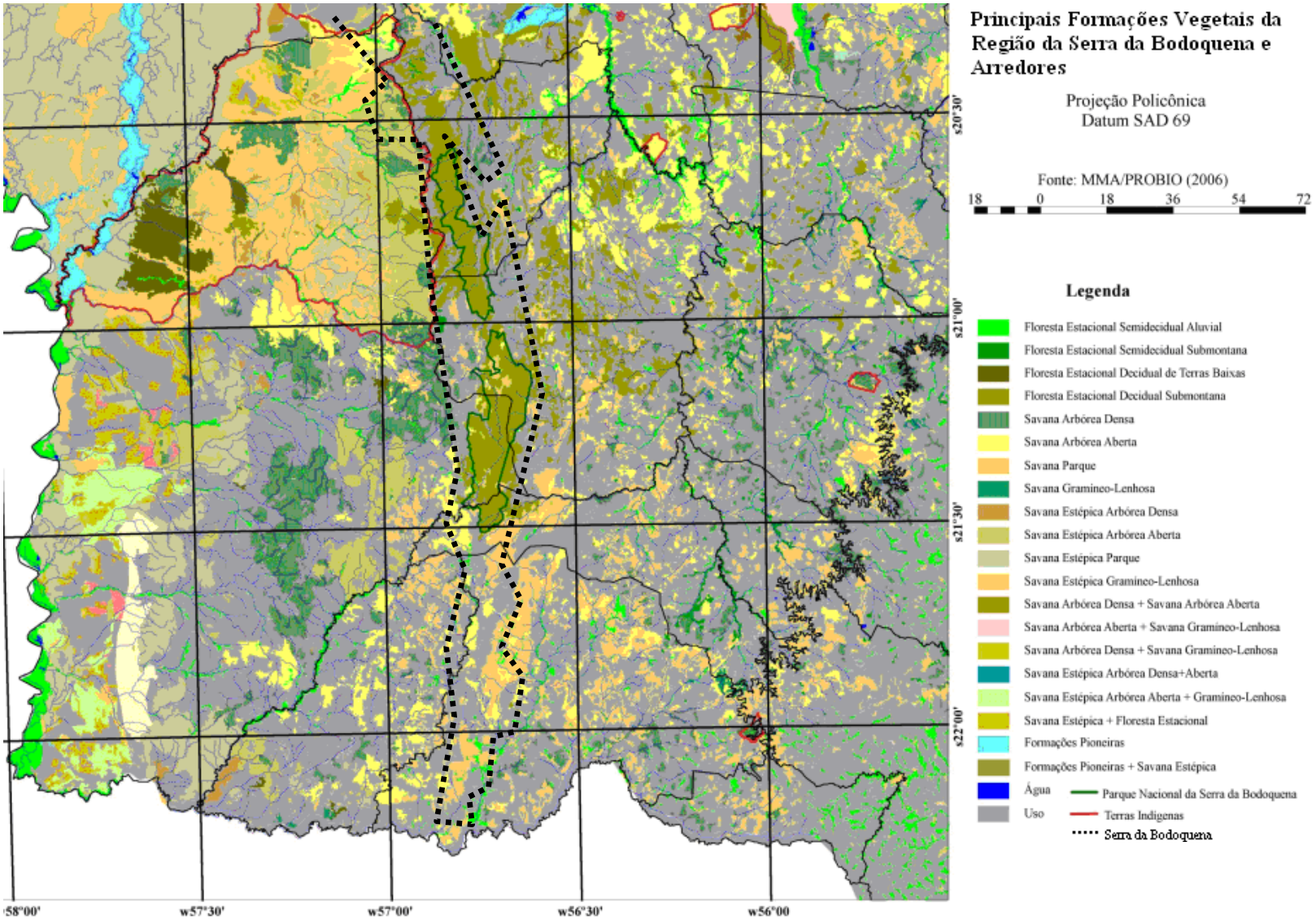



**Figura 4: Formações vegetais remanescentes e áreas de uso na Serra da Bodoquena. Extraído do plano de manejo do PNSBd**

De acordo com a proposta de subdivisão biogeográfica de Silva & Castelleti (2003), considerando os endemismos de aves, borboletas e primatas, grande parte da região da Serra da Bodoquena, mais precisamente aquela coberta pelas formações florestais deciduais e semideciduais, é considerada Mata Atlântica Interior (figura 5).

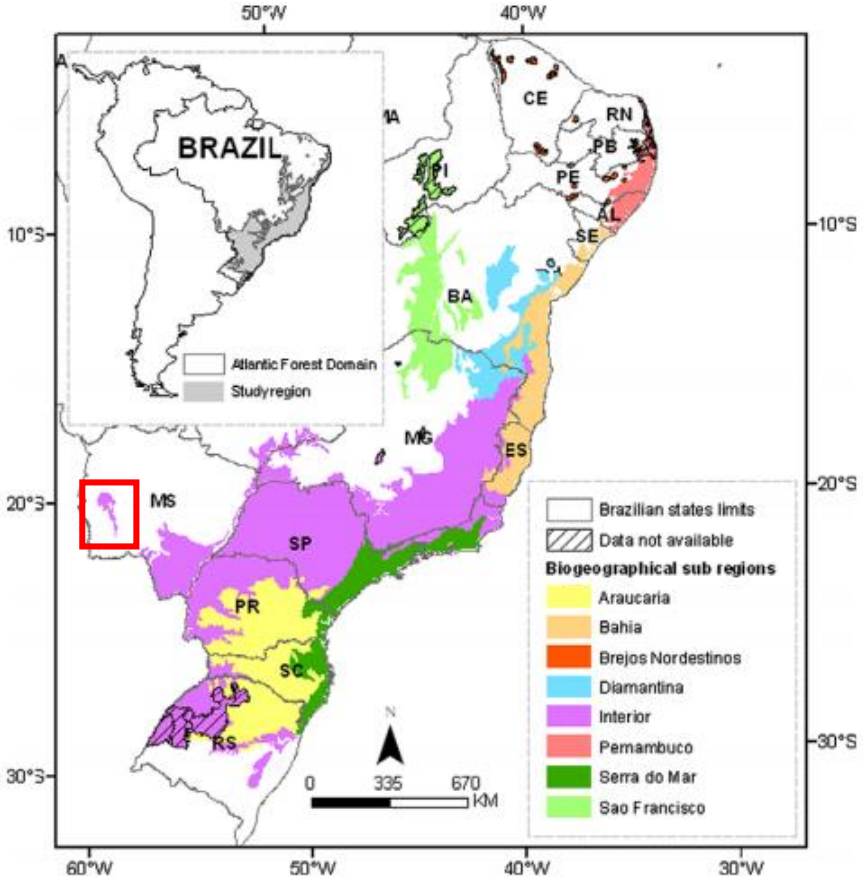



**Figura 5: Classificação de sub-regiões proposta por da Silva & Castelleti (2003) *apud* Ribeiro *et al.* (2009. No retângulo vermelho, destaque nosso, a área de Mata Atlântica da Serra da Bodoquena, na sub-região biogeográfica Interior**

A figura 5 acima ilustra bem a imagem proposta por Felfili (2003) para as florestas estacionais deciduais e semideciduais do Brasil Central: a Serra da Bodoquena é uma "ilha" de Mata Atlântica, com sua floresta estacional, num "mar" de Cerrado, originalmente ocupado por savanas, hoje, em muito, substituído por lavouras e pastagens, que envolve toda a região serrana. Tal fato explica a enorme influência que o bioma Cerrado exerce sobre os atributos da Serra da Bodoquena. Influência esta que pode ser observada pelo registro de espécies típicas do Cerrado, tanto na fauna: lobo guará, *Chrysocyon brachyurus* Illiger (Canidae) e ema, *Rhea americana* Linnaeus (Rheidae), como na vegetação, onde se encontram espécies típicas da savana florestada, ou cerradão: chico-magro, *Guazuma ulmifolia* Lamarck (Sterculiaceae) e mandiocão, *Schefflera morototonii* (Aublet) B. Maguire, J.A. Steyemark & D.G. Frodin (Araliaceae) (ICMBio, 2013).

Os levantamentos de vegetação que embasaram a elaboração do diagnóstico ambiental do Parque Nacional da Serra da Bodoquena registraram, ainda, três espécies vegetais do Chaco, que tem seus limites na cidade de Porto Murtinho: *Agonandra cf. spegazzinii* Molfino (Opiliaceae), maria-preta, *Averrhoideum paraguayense* Radlk. (Sapindaceae) e canela-de-cotia, *Diplokeleba floribunda* N.E. Br. (Sapindaceae), (Damasceno-Junior *et al.*, 2007). Também os levantamentos de avifauna, que embasaram o diagnóstico do plano de manejo do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, registraram ocorrência de espécies do Chaco: *Ortalis canicollis* Wagler (Cracidae) e *Phaetornis subochraceus* Todd (Trochilidae) (ICMBio, 2013), (Straube *et al.*, 2006).

História e características geológicas incomuns, juntamente com as diversas influências dos sistemas adjacentes, conferem à Serra da Bodoquena alta relevância para a conservação da biodiversidade, consistindo, por isso, essa região, em uma das áreas prioritárias para a conservação, tanto do Cerrado, quanto da Mata Atlântica (MMA, 2004). Com o intuito de preservar uma amostra relevante da Serra da Bodoquena, servidores públicos da Secretaria de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul idealizaram, ainda na década de 1990, um Parque Estadual na região. Iniciou-se aí um processo que culminou com a criação do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, por Decreto Federal em 21 de setembro de 2000 (ICMBio, 2013).

Nos levantamentos que subsidiaram o diagnóstico do plano de manejo do Parque Nacional da Serra da Bodoquena foram registradas 40 espécies de peixes; 38 de anfíbios; 25 de répteis; 27 de morcegos; 61 de mamíferos não voadores e 316 de aves (ICMBio, 2013)

Uma das 40 espécies de peixe (2,5%), o bagre albino, *Ancistrus formoso* Sabino & Trajano (Loricariidae), troglóbio, sem olhos e desprovido de pigmentação, endêmico da Serra da Bodoquena, é considerada ameaçada de extinção pela IN 05/04 do Ministério do Meio Ambiente. Das espécies de aves com registro de ocorrência no Parque Nacional da Serra da Bodoquena, 14 (3,2%) são consideradas com algum grau de ameaça nas listas do MMA ou IUCN (MMA, 2003; IUCN, 2013). Entre os mamíferos não voadores, das 61 espécies com registro de ocorrência, 12 (19,67%) constam em alguma lista de animais ameaçados. Isso demonstra a importância da unidade para a conservação da biodiversidade.

Os 76.481 hectares do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, única unidade de conservação federal de proteção integral totalmente inserida em Mato Grosso do Sul, abrigam a maior área de floresta contínua do estado. O parque abrange os municípios de Bodoquena, Bonito, Jardim e Porto Murtinho (Figura 6). No contexto nacional, a área do parque protege a maior área da fisionomia Floresta Estacional Decidual Submontana no

Brasil (ICMBio, 2013). O Parque Nacional da Serra da Bodoquena é área núcleo, tanto da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, quanto da Reserva da Biosfera do Pantanal (ICMBio, 2013)

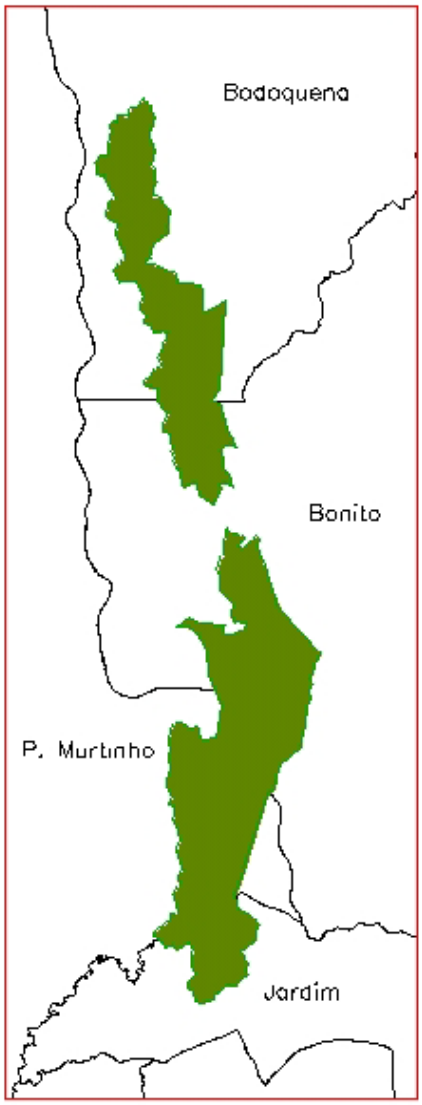



**Figura 6: Localização do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, polígono verde, em relação aos municípios abrangidos, Bodoquena, Bonito, Porto Murtinho e Jardim, todos no estado de Mato Grosso do Sul.**

Apesar de suas características especiais e relevância para a conservação da biodiversidade, a região da Serra da Bodoquena vem sendo descaracterizada, com as suas áreas naturais sendo substituídas por pastagens, lavouras, estradas ou áreas degradadas (Oliveira *et al.*, 2009; Silva, 2008). A criação do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, apesar de aparentemente ter significado redução do processo de desmatamento (Oliveira *et al.*, 2009), já abrangia, quando da sua criação, algumas áreas transformadas em pastagem. O

plano de manejo do Parque Nacional da Serra da Bodoquena identificou seis áreas nessa condição, totalizando 15.793 (20,65%), dos 76.481 hectares do Parque, classificadas como Zonas de Recuperação. São elas: as Zonas de Recuperação do Vale do Salobra (2.380 hectares); da Planície Setentrional (902 hectares); da Cabeceira do Rio Perdido (6.440 hectares); da Borda do Brejo do Rio Perdido (177 hectares); Meridional Central (2.804,7 hectares) e Extremo Meridional (3.089,3 hectares) (figuras 7 e 8) (ICMBio, 2013).

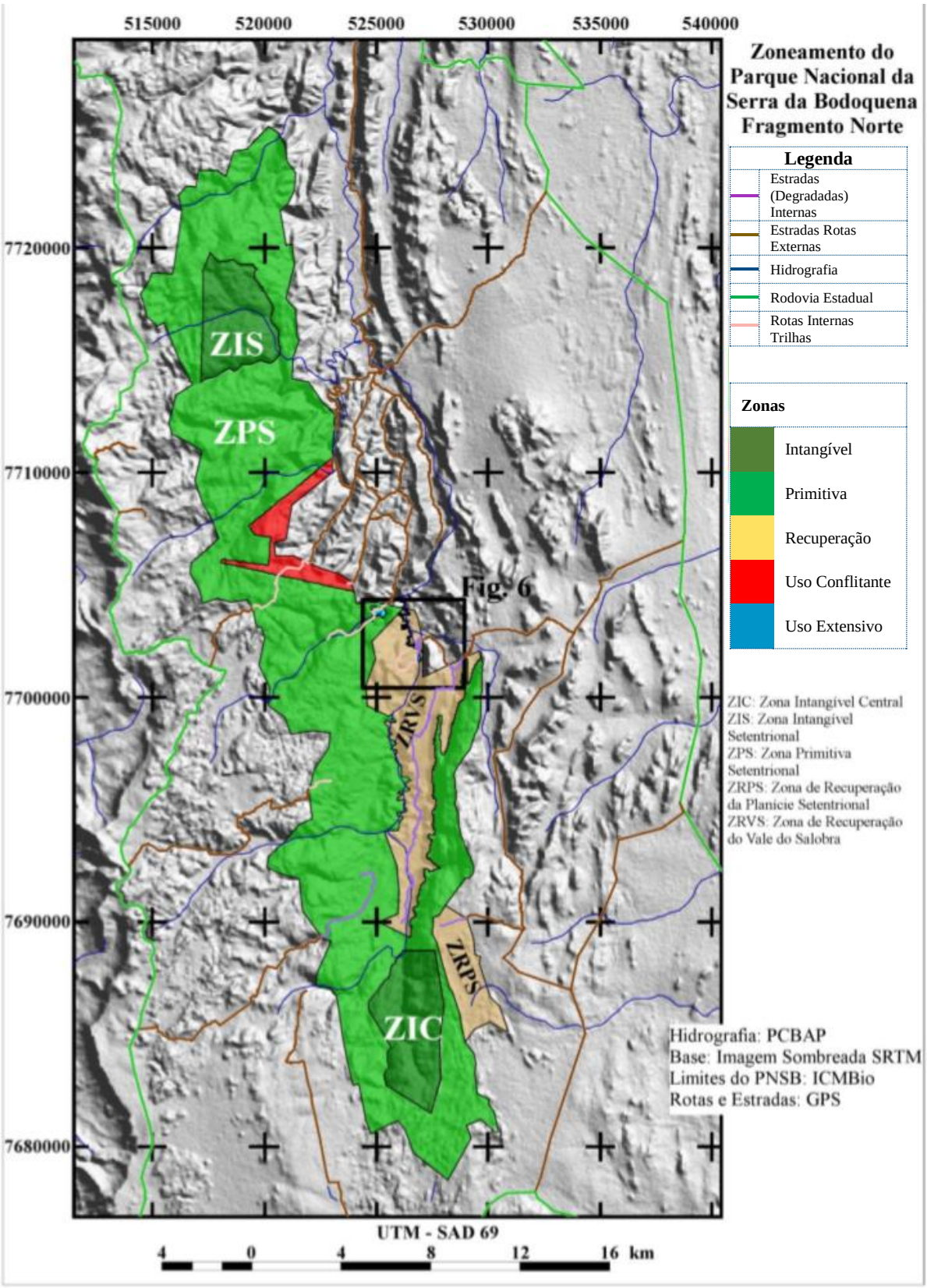



**Figura 7: Zoneamento do fragmento norte do PNSBd, extraído do plano de manejo (ICMBIO, 2013), onde se encontram as Zonas de Recuperação do Vale do Salobra (2.380 ha) e a da Planície Setentrional (902 ha). Áreas antropizadas com substituição da vegetação nativa por pastagem**

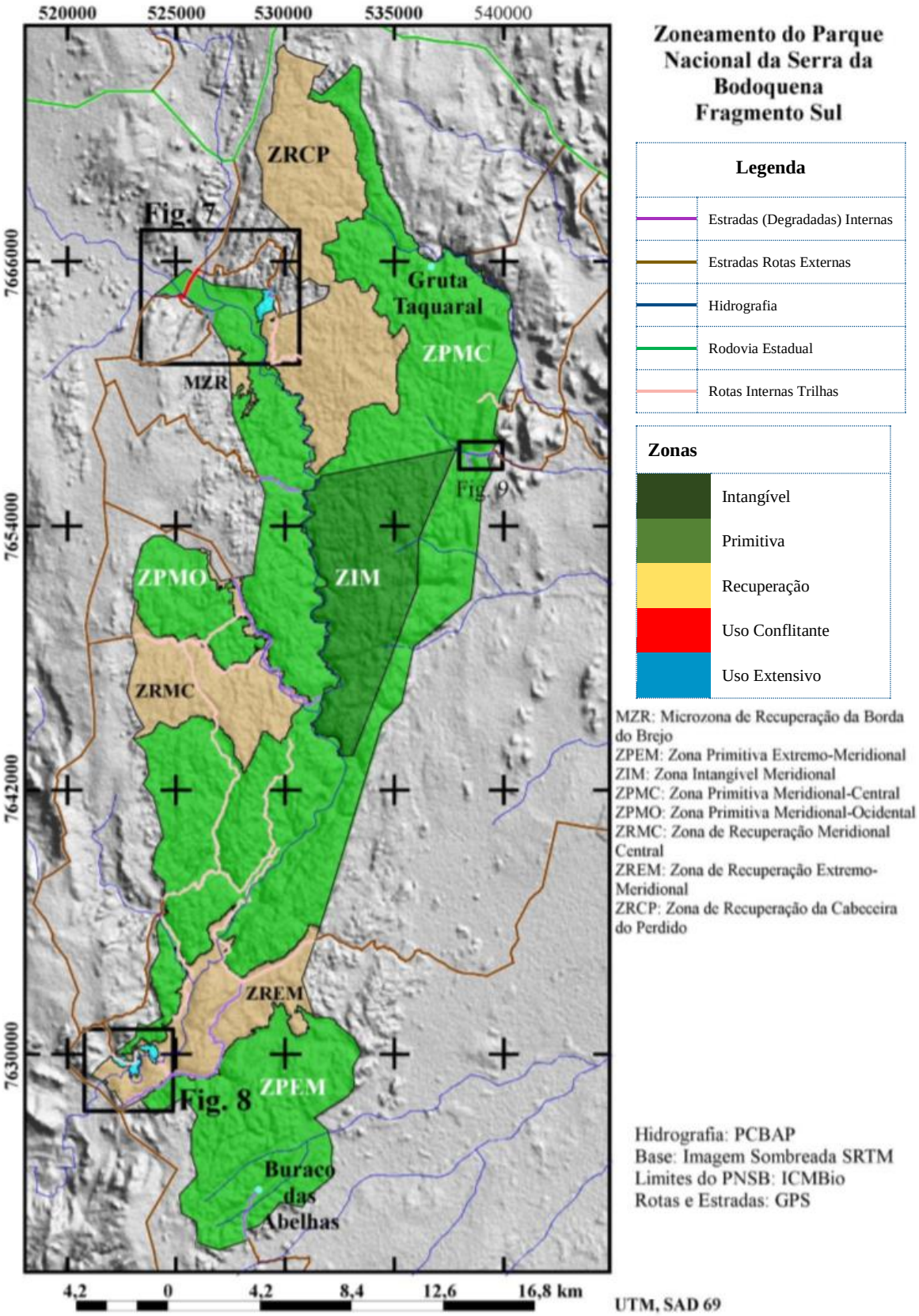



**Figura 8: Zoneamento do fragmento sul do PNSBd, extraído do plano de manejo (ICMBio, 2013), onde se encontram as Zonas de Recuperação da Cabeceira do Rio Perdido (6.440 ha); Meridional Central (2.804,7 ha) e Extremo Meridional (3.089,3 ha), além da Microzona de Recuperação da Borda do Brejo (177 ha).**

## 2.2. O problema das espécies exóticas invasoras

Segundo definição utilizada pela Convenção Internacional sobre Diversidade Biológica, CDB, na Decisão VI/23 da 6ª Convenção das Partes (COP-6), o termo espécie exótica (*alien species*) se refere a espécie, subespécie ou táxon inferior, introduzida fora de sua distribuição natural passada ou presente, abrangidas, nesta definição, qualquer parte, gameta, semente, ovo ou propágulo da espécie, que possa sobreviver e se reproduzir. Ainda segundo as definições da CDB, espécie exótica invasora (*invasive alien species*) se refere a uma espécie exótica cuja introdução ou dispersão ameace a biodiversidade (CBD, 1992).

Por muito tempo as barreiras naturais, tais como, oceanos, montanhas, rios e desertos proporcionou o isolamento necessário para que espécies e ecossistemas únicos evoluíssem. Em apenas algumas centenas de anos, essas barreiras foram suplantadas por novos eventos globais, que, combinados, ajudaram as espécies exóticas a atravessarem grandes distâncias até *habitats* novos, onde se tornaram espécies exóticas invasoras (IUCN, 2000).

Espécies exóticas invasoras podem pertencer a qualquer grupo taxonômico, como animais, plantas, fungos e microrganismos e podem afetar qualquer tipo de ecossistema. Para que uma espécie se torne invasora, ela deve competir com sucesso com as espécies nativas, se espalhar pelo novo ambiente, aumentar a população e ameaçar a estabilidade do ambiente em que foi introduzida. Resumindo, para que uma espécie exótica possa ser considerada invasora, ela deve chegar ao novo ambiente e nele sobreviver e progredir (CBD, 1992).

São características comuns às espécies exóticas invasoras: a reprodução e crescimento rápidos; grande capacidade de dispersão, adaptação fisiológica a novas condições ambientais e de sobreviver sob um grande espectro de condições ambientais (CBD, 1992).

Os ecossistemas invadidos não apresentam predadores e competidores naturais, que controlariam o crescimento da população da espécie exótica invasora. Dessa forma, ecossistemas naturais que tenham sido perturbados por atividades humanas são mais suscetíveis de sofrerem invasões biológicas porque há menos competição a partir das espécies nativas presentes (CDB, 1992; Pimentel *et al.*, 2001 & IUCN, 2000).

A globalização e aumento de viagens, comércio e turismo associados a esse processo, bem como a expansão da população humana, de forma intencional ou não, facilitou o movimento das espécies para além de suas barreiras biogeográficas. Muitos dessas espécies introduzidas se tornaram invasoras (CDB, 1992). Segundo IUCN (2000) e Brasil (2013), a ação das espécies exóticas invasoras é uma das maiores ameaças à biodiversidade, podendo

ser tão danosa às espécies nativas e ecossistemas, numa escala global, quanto a perda e degradação de *habitats.*

As espécies exóticas invasoras podem produzir danos ambientais e econômicos relevantes e os efeitos podem ser potencializados pelas mudanças climáticas, poluição, perda de *habitat* e antropização de ambientes naturais. A colonização de áreas cada vez maiores por algumas poucas espécies invasoras aumenta a homogeneização da biodiversidade, reduzindo a singularidade e a diversidade locais (CDB, 1992).

Espécies exóticas invasoras podem modificar a estrutura e a composição de espécies das comunidades de ecossistemas naturais, diretamente, competindo por recursos com as espécies nativas, ou indiretamente alterando aspectos do ambiente, tais como: ciclagem de nutrientes funções ecológicas e interações entre as espécies nativas (CDB, 1992).

Espécies exóticas invasoras podem também causar efeitos em cascata com outros organismos, quando uma espécie afeta outra através de uma terceira espécie intermediária, um inimigo comum ou um recurso compartilhado. Essa cadeia de reações pode ser difícil de identificar e predizer. Além disso, efeitos agregados ou invasões de várias espécies podem ter impactos importantes e complexos num ecossistema (CDB, 1992).

Espécies exóticas invasoras podem alterar o caminho evolutivo das espécies nativas excluindo-as do ambiente por competição, deslocamento de nicho, hibridização, predação e finalmente extinção. Também as espécies exóticas invasoras podem ter seu caminho evolutivo alterado por interações com espécies nativas e com seu novo ambiente (CDB, 1992).

### 2.3. A braquiária como espécie exótica invasora

A *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster (Poaceae), antiga *Brachiaria decumbens* Stapf. (Poaceae), conhecida porpularmente como braquiária, é originária da região dos Grandes Lagos, em Uganda, África. Foi introduzida no Brasil na década de 1950 (Crispim & Branco, 2002).

Grande capacidade de dispersão, por reprodução vegetativa ou sementes; ciclo reprodutivo rápido; alta eficiência fotossintética e na utilização de nutrientes; altas taxas de crescimento e tolerância ao desfolhamento, herbivoria e queimadas, são características da braquiária, que fazem delas invasoras (Levine *et al.*, 2003). Barbosa *et al.* (2008) constataram efeitos alelopáticos da braquiária em relação a outras herbáceas, incluindo mais essa característica, como uma das responsáveis pela grande invasividade dessas gramíneas.

A braquiária foi introduzida no Brasil pelo seu alto valor como forrageira. Uma vez introduzidas no Cerrado, encontraram condições ecológicas semelhantes às de seu *habitat* de origem, as savanas africanas, o que facilitou sua dispersão (Pivello, 2011).

A junção de suas características fisiológicas e ecológicas com as condições propícias do novo ambiente, fizeram dessa gramínea uma poderosa invasora, que afeta diretamente as populações de herbáceas nativas por competição, podendo causar extinções locais e perda de biodiversidade (Pivello, 2011). Com a substituição das espécies nativas pela gramínea exótica, as populações das espécies de animais que utilizavam as espécies nativas deslocadas também podem ser afetadas (Pivello, 2011).

Além dos impactos diretos sobre as espécies nativas, a introdução da braquiária pode alterar a estrutura do ecossistema como um todo. Estudos de D'Antonio & Vitousek (1992) mostraram que as gramíneas introduzidas, produzem grande quantidade de biomassa. No período da seca esse material serve como combustível e altera o regime de fogo do ecossistema, impedindo a regeneração de outras espécies e alterando as bordas de fisionomias florestais.

Da perspectiva da regeneração de um ecossistema alterado, a braquiária compete por nutrientes com os indivíduos emergentes (D'Antonio & Viousek, 1992; Asner & Beatty, 1996) e dificulta, por alelopatia e sombreamento, a germinação de espécies nativas (Barbosa *et al.*, 2008; Hughes & Vitousek, 1993), impedindo, dessa forma, o estabelecimento de dinâmica sucessional.

### 2.4. Degradação, destruição e fragmentação de habitat

O *habitat* de uma espécie é o local provável de encontrá-la, é o lugar onde a espécie em questão vive (Odum, 1988; Begon *et al*., 2007). *Habitat* também pode referir-se ao local ocupado por uma comunidade. Neste caso, o *habitat* consiste de complexos físicos, bióticos ou abióticos (Odum, 1988; Odum & Barrett, 2007).

Atividades humanas podem alterar as condições do *habitat* em diferentes níveis de intensidade. As mudanças ambientais provocadas pelo ser humano são processos complexos, onde a alteração de um aspecto pode desencadear processos desestabilizadores. A eliminação da vegetação, por exemplo, pode provocar a erosão dos solos (Araújo & Souza, 2003). A resiliência é o critério básico para avaliar o estado de conservação do *habitat* e, por outro lado, o seu grau de degradação (Warren & Agnew, 1988).

O ambiente degradado é o que sofreu perturbações antrópicas, levando a perda de resiliência, mas mantém-se capaz de regeneração pela ação de seus componentes bióticos.

A destruição do *habitat* se dá com eliminação completa do ecossistema local ou regionalmente, levando à perda completa das funções biológicas originais (Dodd & Smith, 2003) e, consequentemente, da capacidade de regeneração.

Os efeitos da destruição de *habitat* na biodiversidade são óbvios diante do modelo proposto por Arrhenius (1921), segundo o qual a relação entre a quantidade de espécies e o tamanho do *habitat* disponível pode ser descrita por uma função logarítmica, a relação espécie área, segundo a qual logS=logC +z.logA, onde S é o número de espécies, A é a área de disponível para a população, C é a constante teórica que representa a quantidade de espécies, quando a área, A, tende a zero e z é a constante que indica a taxa de variação do número de espécies em relação à área. Estudos empíricos realizados posteriormente ratificaram o modelo proposto por Arrhenius (1921), calculando a constante z, entre 0,12 e 0,35 (Fernandez, 2000; Newmark, 1987).

A destruição de *habitat* é considerada a maior causa de perda de biodiversidade (Pimm & Raven, 2000). A forma clássica de destruição de *habitat* é o desmatamento, com substituição da vegetação original por pastagens ou lavouras (Primack & Rodrigues, 2001). Além da diminuição da área de vida para as espécies, a destruição de *habitat* cria outra situação que pode afetar a estrutura das comunidades: a fragmentação de *habitat*, que depende da conformação espacial da destruição do *habitat* na paisagem (Fahrig, 2003; MMA, 2005).

A fragmentação de *habitat* ocorre quando parte da cobertura vegetal é suprimida e substituída por uma matriz de pastagem ou lavoura de permeabilidade relativa, que isola e expõe a efeitos de borda os fragmentos florestais remanescentes (Fahrig, 2003; Metzger, 2010). Embora questionado por alguns trabalhos (Fahrig, 2003; Yaacobi *et al.*, 2007), os efeitos da fragmentação de *habitat* estudados e descritos no Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, PDBFF, mostraram-se devastadores para a biodiversidade (Fernandez, 2000; Lovejoy *et al.*, 1986).

A fragmentação de habitat é característica importante da região da Serra da Bodoquena. Prado & Gibbs (1993) e Felfili (2003) consideram a possibilidade de as florestas estacionais serem naturalmente fragmentadas, por influência de variações climáticas ocorridas desde o Pleistoceno. Os fragmentos de florestas estacionais remanescentes estariam restritos a porções de solo mais férteis. Pott & Pott (2003), entretanto, chamam a atenção para o fato de que as florestas estacionais de Mato Grosso do Sul estão muito fragmentadas para o aproveitamento da fertilidade do solo em atividades agropecuárias.

### 2.5. Uso de ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para análise de evolução da paisagem

Sensoriamento remoto é a obtenção de dados ou imagens de um objeto distante do sensor de amostragem, seja ele um satélite, radar, fotografia aérea, digital ou não. O geoprocessamento, por sua vez, é o conjunto de técnicas de processamento e análise dos dados espaciais ou informações geográficas. O Sistema de Informação Geográfica, SIG ou GIS, são sistemas complexos, envolvendo *hardware*, *software*, dados, informações e pessoal habilitado para operar o conjunto (Paranhos Filho *et al*., 2008).

Os dados de captados pelos sensores dos satélites são as informações comumente mais utilizadas em sensoriamento remoto. Os sensores captam amostras de energia após a interação com a atmosfera e com a superfície terrestre. As amostras captadas podem ser registradas eletrônica ou fotograficamente (Paranhos Filho *et al.*, 2008).

Além de captarem a radiação eletromagnética emanada dos alvos, os sensores a decompõem em faixas espectrais de larguras variáveis. Essas faixas recebem a denominação de bandas espectrais (figura 9) (Figueiredo, 2005).

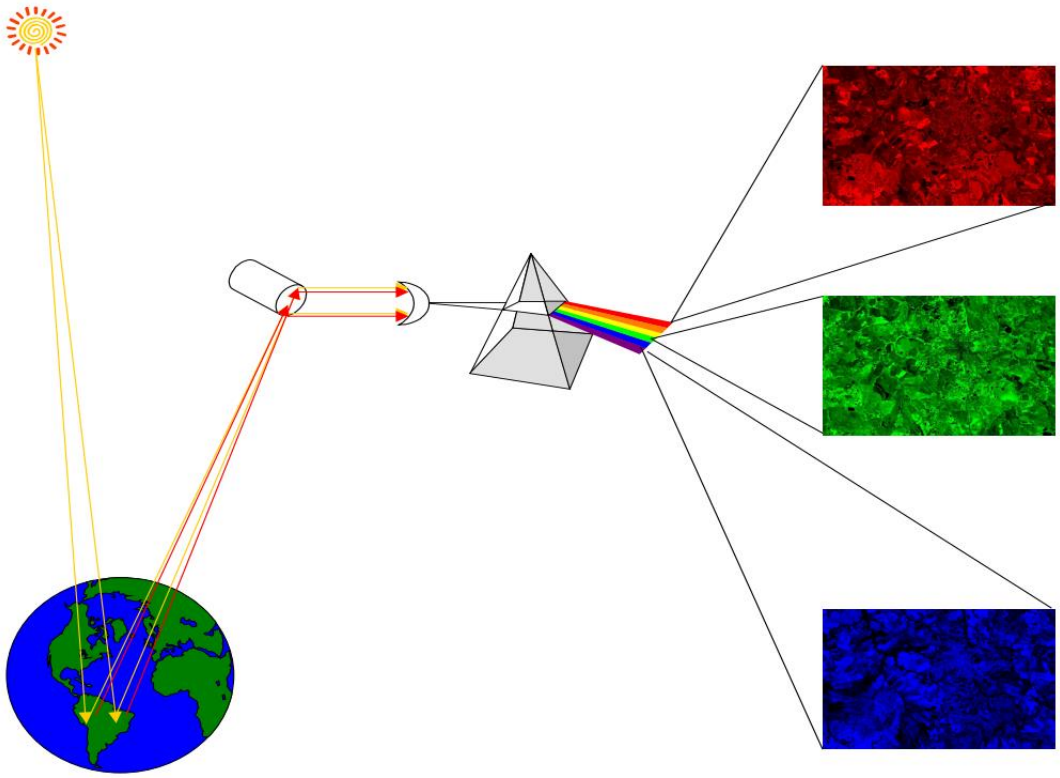


**Figura 9: Representação da decomposição e formação das bandas espectrais R (vermelho), G (verde) e B (azul), pelos sensores dos satélites. Extraído de Figueiredo (2005).**

As diferentes faixas ou bandas espectrais representam melhor determinadas características do terreno para cada sensor. Segudo Paranhos Filho *et al.* (2008), as bandas do sensor do satélite Landsat TM, têm as seguintes características:

- Azul – útil para estudos batimétricos, por possuir penetração em corpos d'água com elevada transparência. Útil também para separar solo exposto (agricultura) e vegetação, além da distinção entre vegetação caducifólia e coníferas.
- Verde – sensível à presença de sedimentos em suspensão. Enfatiza picos de vegetação, sendo útil para verificar o vigor das plantas e diferenciar culturas.
- Vermelho – Discrimina perfis e espécies de vegetação. A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre áreas com vegetação ou não. Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (campo, cerrado e floresta).

As imagens coloridas são compostas dessas três bandas (RGB), o vermelho (R-*Red*), o verde (G-*Green*) e o azul (B-*blue*). Para facilitar interpretação das imagens, bandas são combinadas de maneiras diferentes, resultando em imagens coloridas, mas cores diferentes das reais, de onde o nome do procedimento: composição falsa-cor. Diferentes combinações falsa-cor fornecem informações diferentes, não havendo uma combinação melhor do que a outra. Deve-se determinar a melhor composição para identificar o alvo desejado. A composição RGB 453 é a que melhor se adequa a identificar as diferenças nos tipos de vegetação. Nessa composição, a cor vermelha representa atividade fotossintética e corresponde às regiões de vegetação mais densa (Paranhos Filho *et al.*, 2008).

Um dos principais objetivos do sensoriamento remoto é a distinção de diferentes composições de materiais da superfície analisada, seja o tipo de vegetação, cobertura do solo, geologia ou outro (Meneses *et al.*, 2012; Paranhos Filho *et al.*, 2008; Crósta, 1992). Essa distinção consiste no processo de classificação. Paranhos Filho *et al.* (2008) subdivide os modos de classificação em multiespectral automática não supervisionada ou supervisionada (com seleção de áreas de treinamento) e classificação orientada a objetos.

A utilização das ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento em séries temporais pode revelar a evolução da cobertura de solo durante um período. Silva (2008) analisou a dinâmica de utilização do solo nos municípios de Bonito, Jardim e Bodoquena, todos esses abrangidos pela área do Parque Nacional da Serra da Bodoquena. Para o estudo foram utilizadas imagens dos satélites LANDSAT e CBERS e as imagens foram georreferenciadas e classificadas com a utilização do programa SPRING. Foi identificado a destruição de 63% de vegetação nativa original nos três municípios estudados, principalmente para a formação de pastagens.

Oliveira *et al.* (2009) avaliaram a perda de vegetação arbórea nativa na região da Serra da Bodoquena e identificaram uma perda de 10,19% de áreas nativas substituídas por pastagens e lavouras no período de 1996 a 2007.

### 2.6. Importância do banco de sementes para regeneração natural e restauração ecológica

O banco de sementes é o estoque de sementes viáveis no solo (Roberts, 1981). Em florestas tropicais, o banco de sementes está envolvido nos processos de estabelecimento de populações, manutenção da diversidade de espécies, estabelecimento de grupos ecológicos e de restauração da riqueza de espécies durante os processos de regeneração natural após distúrbios. Dessa forma, o banco de sementes é considerado um indicador da regeneração de uma floresta (Baider *et al.*, 1998; Uhl *et al.*, 1988; Garwood, 1989). A ausência ou a baixa disponibilidade de sementes viáveis é um dos principais fatores que atuam como barreira à regeneração natural de ecossistemas degradados (Engel & Parrota, 2008).

A entrada no banco se dá com a chuva de sementes proveniente das espécimes que ocorrem no local, próximas ou distante, dependendo do processo de dispersão (Hall & Swayne, 1980). O período que a semente permanece viável no solo depende de condições da própria semente (dormência, germinação, viabilidade) e ambientais (temperatura, umidade, pH, presença de predadores e patógenos) (Garwood, 1989).

As populações de plantas que não se estabelecem num ambiente têm seu ciclo interrompido pela atuação de barreiras do meio físico ou biótico (Harper, 1977 *apud* Engel & Parrota, 2008). A primeira das etapas deste ciclo é o banco de sementes (os outros são recrutamento de plântulas, crescimento em massa e em número de unidades modulares e fase final da reprodução e dispersão de sementes). Sendo o banco de sementes um aspecto tão importante nos processos de regeneração natural e de restauração ecológica, em caso de necessidade Reis *et al.* (2003) propõe a sua recomposição.

## 3. METODOLOGIA

### 3.1. Área de estudo

O Parque Nacional da Serra da Bodoquena, criado em 21 de setembro de 2000, com finalidade de proteger um dos fragmentos de floresta decidual do Brasil central, compreende, dentro dos seus 76.481 hectares, áreas que não estiveram imunes ao processo antrópico descrito por Pott & Pott (2003), de substituição de florestas nativas por lavouras ou pastagens. De modo que o plano de manejo do parque (ICMBio, 2013) propõe seis zonas de

recuperação. Todas essas áreas são pastagens formadas por braquiária, substituindo a floresta estacional original.

Das Zonas de Recuperação, ZRs, propostas no plano de manejo, a da Cabeceira do Rio Perdido, se destaca pela intensa ocupação por pastagem na área que fora ocupada antes pelas formações florestais mais exuberantes, sem paralelos hoje na área do Parque Nacional da Serra da Bodoquena (ICMBio, 2013). Parte desta área foi adquirida pela União, para compor o parque, da fazenda denominada Boqueirão, que realizava atividade de pecuária e extração de madeira.

O plano de manejo do Parque Nacional da Serra da Bodoquena (ICMBio, 2013) apresenta um estudo, utilizando imagens do satélite LANDSAT, em que é possível identificar três momentos da ocupação da ZR da Cabeceira do Rio Perdido, e também da ZR Borda do Brejo, com imagens nos anos de 1984, 1986 e 2006 (figura 10).

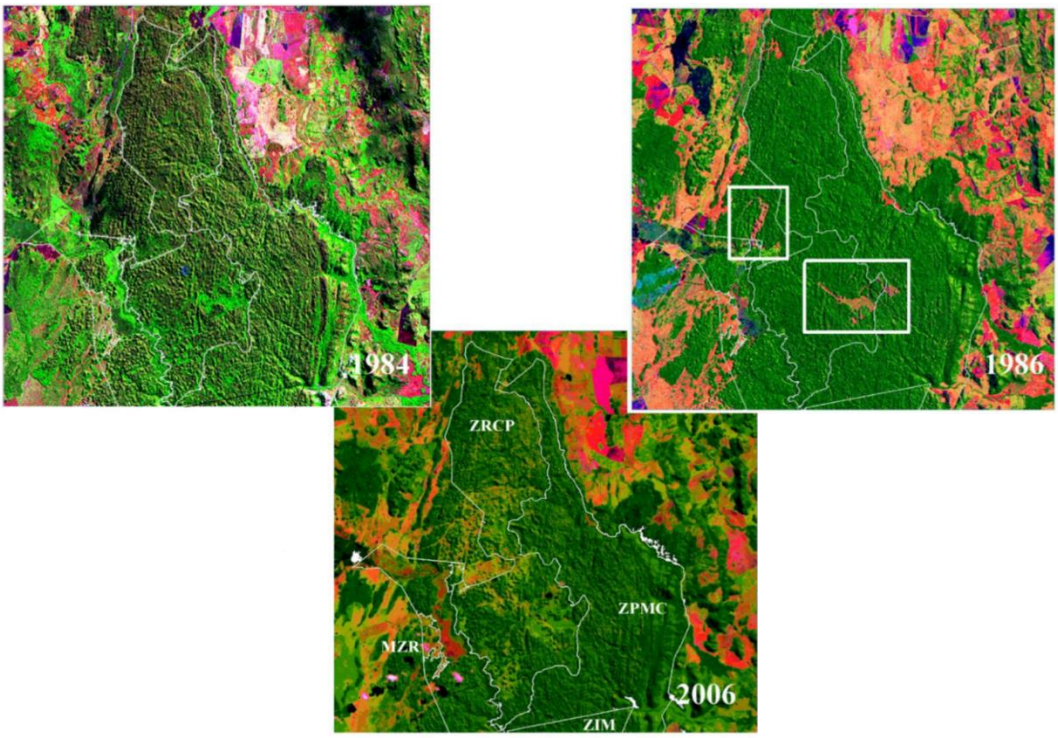



**Figura 10: Imagens Landsat da Zona de Recuperação da Cabeceira do Rio Perdido, capturadas em 1984, 1986 e 2006. Em 1984, essa Zona encontrava-se pouco antropizada. Em 1986, duas frentes de desmatamento estão em curso: uma a partir do sudeste da atual Zona de Recuperação e outra fora do atual perímetro do PNSBd. Em 2006 observa-se que as áreas de topografia plana foram desmatadas. MZR: Microzona de Recuperação da Borda do Brejo; ZIM: Zona Intangível Meridional; ZPMC: Zona Primitiva Meridional Central; ZRCP: Zona de Recuperação da Cabeceira do Rio Perdido. Extraída do Plano de Manejo do PNSBd (ICMBio, 2013)**

Na Zona de Recuperação da Cabeceira do Rio Perdido, no Parque Nacional da Serra da Bodoquena, a alteração de *habitat* se deu pela supressão da floresta nativa e sua substituição por uma espécie exótica invasora, *Urochloa decumbens* (Stapf.) R. D. Webster (Poaceae), como se pode ver na figura 11 abaixo extraída do plano de manejo do Parque Nacional da

Serra da Bodoquena (ICMBio, 2013). Há também evidências de ocupação dessa espécie em clareiras abertas no meio da floresta por derrubada de árvores evidenciando seu potencial de invasividade.

**Figura 11: Zona de Recuperação da Cabeceira do Rio Perdido. Em todas as fotos, observa-se, em primeiro plano, as planícies que, no passado, comportavam uma floresta estacional semidecidual. As árvores poupadas do corte para o sombreamento das pastagens não resistiram ao regime de uso do fogo, insolação e perda de solo exposto, adotado desde a década de 1980. Nas elevações rochosas, a dificuldade de manejo permitiu a manutenção de um ambiente menos antropizado. Retirado do plano de manejo do Parque Nacional da Serra da Bodoquena (ICMBio, 2013). Fotos: Ivan Salzo.**

No Parque Nacional da Serra da Bodoquena é possível observar áreas abandonadas pela atividade pecuária por aproximadamente dois anos. No final do ano de 2010, foi iniciada uma ação de fiscalização que culminou com a retirada de gado do interior de uma área já indenizada do parque. A saída definitiva de mais de oitocentos animais de área já indenizada, ocorreu em definitivo em dezembro de 2011. Após essa retirada, a área não teve qualquer tipo de manejo para manutenção de pastagem. Mesmo assim, não se observa, em quase dois anos, sinais de regeneração (figuras 12 a 15).

**Figura 12: Aspecto da matriz de pastagem com sobrepasto em novembro de 2010**

**Figura 13: Aspecto da matriz de pastagem com sobrepasto em novembro de 2011**

**Figura 14: Aspecto da matriz de pastagem em agosto de 2013, sem gado desde o final de 2011**

**Figura 15: Aspecto da matriz de pastagem, em agosto de 2013, após 20 meses sem manejo ou pastoreio algum.**

As fotos das figuras 14 e 15 acima foram feitas no período de seca e evidenciam outro perigo a que gramínea exótica invasora expõe a floresta remanescente. Com alta produção de biomassa no período de chuva e ressecamento no período seco, forma-se uma intensa massa de combustível. Efetivamente, no ano de 2012, após a retirada do gado que,

por sobrepasto, mantinha as gramíneas rentes ao chão, como se pode ver nas fotos das figuras 12 e 13, houve acúmulo de biomassa pelo crescimento das gramíneas, que, no período da seca, perdem água, formando material que entra em combustão com facilidade. Com essa configuração, muito similar ao que se encontra nas figuras 14 e 15 acima, queimaram mais de mil hectares em setembro de 2012. Testemunho de proprietários do entorno da área atingida da ocorrência de tempestade de raios e o registro de focos a distâncias muito grandes entre si, levaram a equipe do parque a concluir que o incêndio se iniciou pela ação dos primeiros raios que antecederam o período de chuvas (observação pessoal).

Este incêndio atingiu basicamente as gramíneas na matriz de pastagem, entretanto, na borda, nas áreas de contato entre a matriz de pastagem e a mancha de remanescente florestal, o incêndio ainda consegue prosperar um pouco para dentro da floresta (observação pessoal). O observado em campo (figuras 16 e 17) pode iniciar processo similar ao descrito em Melo & Durigan (2010); D'Antônio & Vitousek (1992), fazendo com que a matriz de pastagem avance para dentro da mancha de floresta remanescente.

**Figura 16: Incêndio ocorrido em outubro de 2012 no interior do Parque Nacional da Serra da Bodoquena. O fogo, iniciado na matriz de pastagem, alcançou a parte mais rala da borda do fragmento florestal.**

**Figura 17: Incêndio ocorrido em outubro de 2012 no interior do Parque Nacional da Serra da Bodoquena. O fogo, iniciado na matriz florestal de pastagem, alcançou a borda do fragmento florestal (canto inferior esquerdo e parte inferior da imagem).**

O fogo, que tem sua entrada no sistema viabilizada pela presença da braquiária, além de propiciar o avanço da matriz sobre áreas de floresta remanescente, pode dificultar a regeneração natural dentro da matriz de pastagem, destruindo plântulas e indivíduos jovens de espécies nativas que tenham sido recrutadas (D'Antonio & Vitousek, 1992). A vegetação na área do Parque Nacional da Serra da Bodoquena é Floresta Estacional Decidual Submontana e não uma fisionomia composta por espécies mais tolerantes ao fogo.

Outro aspecto importante, que a presença da matriz de pastagem de gramíneas exóticas invasoras impõe, é a possibilidade de ocupação de clareiras dentro da mata, formadas pela queda de árvores provocada por agentes naturais como ventos, raios e envelhecimento. As sementes das gramíneas exóticas invasoras podem ser dispersadas tanto pela ação do vento, quanto por pássaros, para o interior da mancha de floresta. Essas sementes têm grande viabilidade e período de dormência, permanecendo no banco de sementes por grandes períodos. A abertura de uma clareira, expondo o solo à luz do sol, pode quebrar a dormência das sementes iniciando o processo de colonização, impedindo a regeneração natural (Felfilli, 2003). De fato há, no interior de fragmentos florestais do

Parque Nacional da Serra da Bodoquena, manchas de *Urochloa decumbens* que parecem terem se originado dessa forma (observação pessoal).

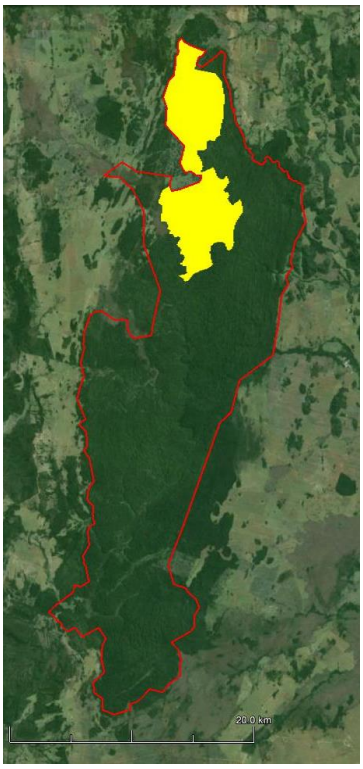
Assim sendo, a substituição de áreas de floresta por espécies de gramíneas exóticas invasoras na ZRCP, além de consistir num fator de perda de biodiversidade pela perda de *habitat*, impede a regeneração natural, bem como pode provocar um processo de diminuição das manchas de floresta remanescentes, tanto pelas consequências da presença da gramínea exótica introduzida nas bordas da mata, quanto pela possibilidade de invasão da gramínea no interior da área de floresta.

Parte significativa da ZRCP fica no que foi parte da fazenda Boqueirão, parte esta que foi adquirida, no final de 2002 pela União para compor a área do PNSBd. A área de estudo, então, é a interseção da Zona de Recuperação da Cabeceira do Rio Perdido, ZRCP, com a área que foi adquirida pela União da antiga fazenda Boqueirão.

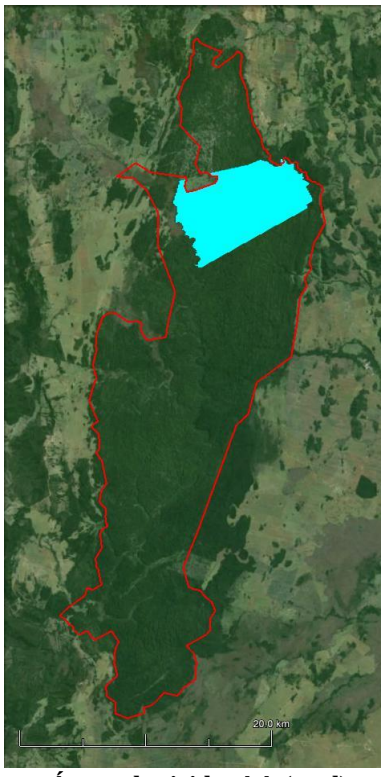
Além da indicação de intervenções de restauração para essa área pelo plano de manejo, o que justifica a escolha é o fato de, tendo sido adquirida pela União, propiciar plena gestão pela administração da unidade de conservação. Um estudo em área não adquirida poderia ser um desperdício de recurso, uma vez que, nesses casos, de áreas não indenizadas, os gestores da unidade de conservação têm muito pouca condição de realizar qualquer ação.

Utilizando o Google Earth e o Trackmaker, foi concebida uma área, correspondendo à sobreposição entre a ZRCP a área da fazenda Boqueirão e o Parque Nacional da Serra da Bodoquena. Em seguida esse polígono foi simplificado, utilizando ainda as ferramentas Google Earth e Trackmaker, resultando no polígono com 3.434,5 hectares, descrito na figura 18, com as coordenadas em UTM, Datum WGS 84, na tabela 1 nos anexos. Isso posto, trata-se de uma área na porção meio norte do fragmento sul, do Parque Nacional da Serra da Bodoquena (figura 19).

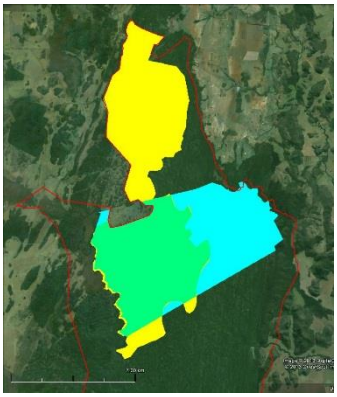
**Fragmento sul do PNSBd**



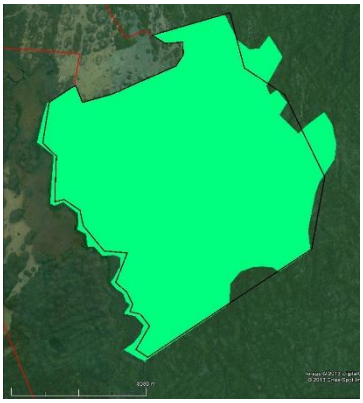

**ZRCP (amarelo)**




**Área adquirida, AA (azul)**



**Sobreposição ZRCP / AA (verde)**



**Sobreposição (verde) e simplificada (preto)**

**Área de Estudo, AE (preto)**

**Figura 18: Composição da Área de Estudo. Utilizando o Google Earth e o Trackmaker, foi concebida uma área, correspondendo à sobreposição entre a ZRCP a área da fazenda Boqueirão e o Parque Nacional da Serra da Bodoquena. Em seguida esse polígono foi simplificado, utilizando ainda as ferramentas Google Earth e Trackmaker, resultando no polígono com 3.434,5 hectares.**

**Figura 19: Área do Parque Nacional em verde, no sudoeste de Mato Grosso do Sul, abrangendo os municípios de Bonito, Bodoquena, Jardim e Porto Murtinho. Polígono em vermelho na área do parque indica a localização da área de estudo**

A área de estudo localiza-se integralmente no município de Bonito-MS, que, segundo a classificação de Köppen-Geiger, pertence ao grupo tropical com estação seca (Aw) (ICMBio, 2013). Caracteriza-se por clima tropical com estação seca no período de inverno. Os meses de novembro a março correspondem ao período de chuvas enquanto que de abril a outubro ocorrem os períodos de menor precipitação (Figura 20). A precipitação média anual varia de 1.400 a 1.600 mm, apresentando dois períodos distintos: um chuvoso (outubro a março) e outro seco (abril a setembro). As temperaturas médias anuais estão entre 22 º e 26 ºC. De maio a agosto a temperatura média está abaixo de 20 ºC e em junho e julho pode ficar abaixo de 18 ºC. A média das máximas anuais fica entre 27 º e 32 ºC, com máximas absolutas entre 35 º e 40 ºC (Baptista-Maria *et al.*, 2009).

A área de estudo se localiza na Formação Bocaina, do Grupo Corumbá consistindo num ambiente cárstico, caracterizado pela ocorrência de cavernas, lapiás, dolinas, sumidouros, ressurgências e rios subterrâneos (Sallun *et al.*, 2005). Segundo Sallun Filho & Karmann (2007), a área de estudo localiza-se na unidade geomorfológica da Serra da Bodoquena denominada Zona de Carste Poligonal e Labiríntico, no domínio do Rio Perdido.

São raros os cursos d'água superficiais, predominando ali áreas de carste poligonal, caracterizadas por grande ocorrência de cones cársticos, com densidade de 9,9/km$^2$.

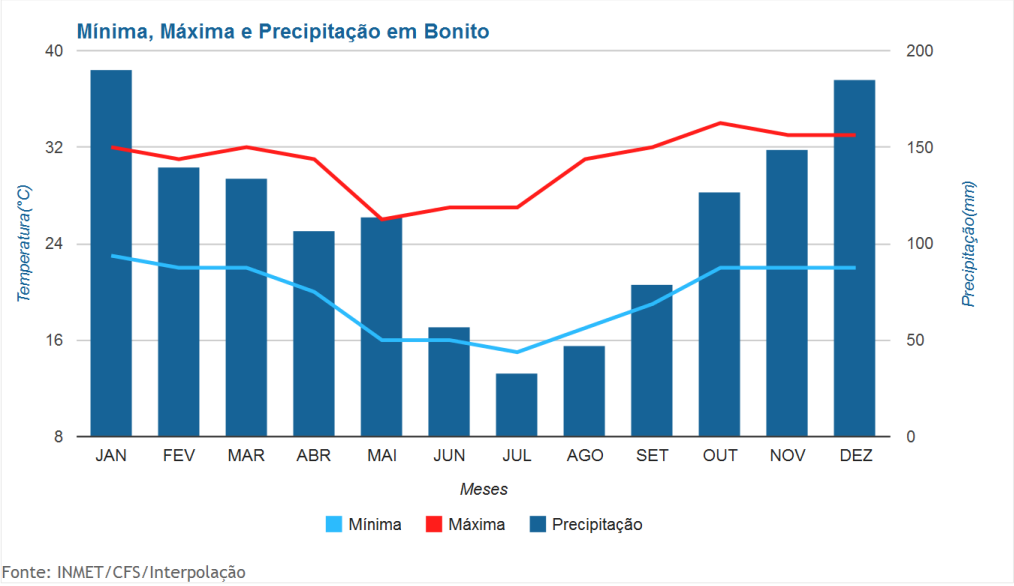



**Figura 20: Precipitação média mensal e temperatura máxima e mínima com base em trinta anos de observação. Extraído do plano de manejo do Parque Nacional da Serra da Bodoquena (ICMBio, 2013)**

Em toda a extensão da área de estudo, sobre o relevo cárstico da formação Bocaina desenvolve-se o Chernossolo Rêndzico, com altos teores de calcário e alta fertilidade (Alvarenga & Del'Arco, 1982), proporcionando, de acordo com Ribeiro & Walter (2008), a ocorrência de formações florestais deciduais que ocorriam naturalmente na região, antes de serem substituídas por pastagens.

Apesar de o decreto de criação do Parque Nacional da Serra da Bodoquena ter sido publicado em setembro de 2000 e de a área da antiga fazenda Boqueirão, sobreposta à área da unidade de conservação, ter sido indenizada em dezembro de 2002, ainda em 2010, dez anos depois da criação e oito anos depois da indenização, havia gado forrageando na matriz de pastagem formada dentro do parque (observação pessoal). Com ações de fiscalização, a partir de novembro de 2010, foram retiradas 820 cabeças de gado bovino, num processo que só findou em dezembro de 2011, com a retirada total dos animais (observação pessoal).

A presença do gado na matriz de pastagem causou impactos negativos como degradação no solo e dificuldade para a regeneração, pois o gado se alimenta de algumas plantas jovens que porventura conseguirem vencer a barreira imposta pelas gramíneas exóticas invasoras (Aide & Cavalier, 1994). Por outro lado, o sobrepasto imposto, no caso em tela, controlava a biomassa produzida pela gramínea exótica invasora (observação pessoal).

Com a retirada do gado rapidamente houve acúmulo de biomassa. No período seco, que inicia em abril e vai até outubro, toda essa biomassa se resseca e facilmente pode iniciar um incêndio de grande intensidade. Assim, os primeiros raios de descargas elétricas que antecederam as primeiras chuvas, no final de outubro de 2012, iniciaram um incêndio que resultou na queima de uma área superior a mil hectares, algo que não acontecia antes na região do parque (observação pessoal).

Aparentemente, como no processo descrito por D'Antonio & Vitousek (1992), a biomassa formada pelas gramíneas exóticas invasoras propiciaram a entrada do fogo no sistema. O incêndio que se formou não chegou a adentrar a área de floresta, mas as bordas foram afetadas. A área selecionada para a realização do experimento foi um dos poucos locais de pastagem não afetadas pelo incêndio aqui descrito, justamente por estar cercada por vegetação florestal, sendo acessada por trilha sobre pedra, que também não permitiu a dispersão do fogo (figuras 22 e 23).

A área em que foi realizado o estudo sobre o banco de sementes se localiza no Parque Nacional da Serra da Bodoquena, na porção meio norte do fragmento sul, na Zona de Recuperação da Cabeceira do Rio Perdido (figura 21). A área está inserida na área de estudo, esta última definida conforme a figura 19 e a tabela 1 (Anexo A).

**Figura 21: Localização da área em que foram realizadas as amostragens para o estudo do banco de sementes, círculo vermelho, dentro do Parque Nacional da Serra da Bodoquena**

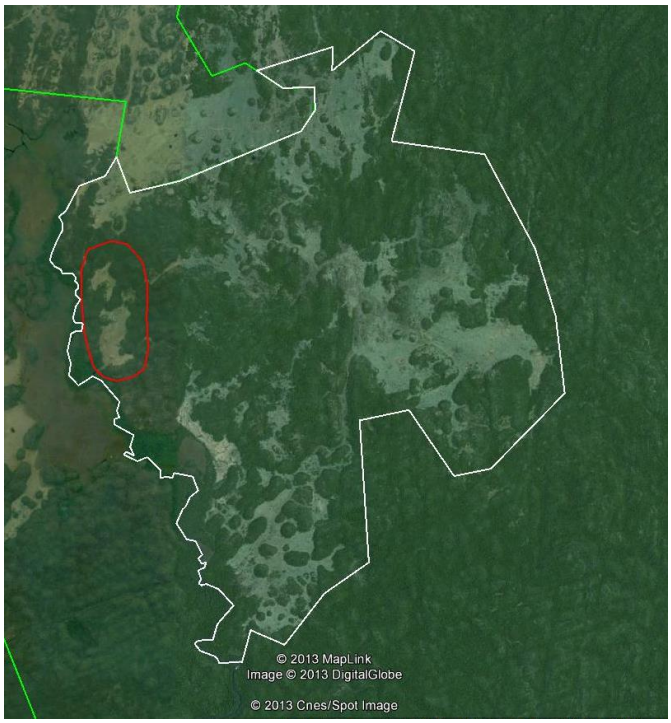



**Figura 22: Área de estudo sobre imagem do Google Earth. A linha verde é o limite do Parque Nacional da Serra da Bodoquena. O polígono de linha branca é a parte da Zona de Recuperação da Cabeceira do Rio Perdido que está dentro da área indenizada do PNSBd. O polígono de linha vermelha é a área em que foram realizadas as amostragens do banco de sementes.**

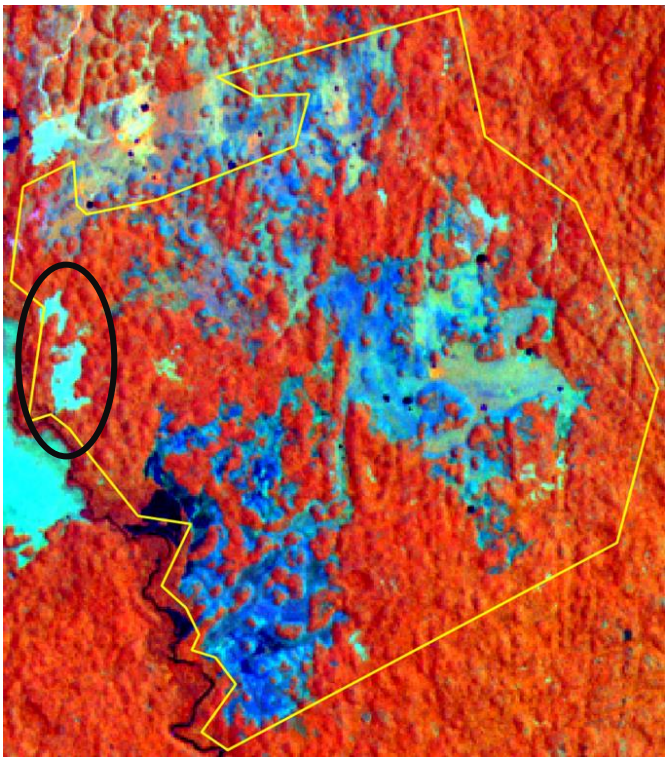


**Figura 23: Área de amostragem do banco de sementes, circundada pela elipse preta. As áreas em tom azul escuro correspondem às que foram atingidas por incêndio ocorrido no final do mês de setembro. A única área de pastagem não atingida foi a circundada de preto, onde se realizaram as coletas das amostras para o presente estudo.**

### 3.2 Procedimento

*Estudo da evolução da paisagem a partir da introdução da braquiária na área adquirida da Zona de Recuperação da Cabeceira do Rio Perdido, com uso de imagens de satélite*

Foram utilizadas imagens disponíveis no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, http://www.dgi.inpe.br/CDSR/, gratuitamente, mediante cadastro. A imagem inicial foi do ano de 1984, quando, segundo o plano de manejo do PNSBd (ICMBio, 2013), ainda não havia substituição significativa de vegetação nativa por pastagens. De 1984 a 2011, foram utilizadas imagens no formato GeoTIFF, colhidas pelo satélite LANDSAT 5. TM, no ponto 075, da órbita 226. As imagens, também no formato GeoTIFF, dos anos de 2012 e 2013 foram provenientes do sensor Liss3, do satélite Resourcesat 1 IRS P6, no ponto 093, da órbita 321.

As imagens foram compostas com as bandas 3B, 4R e 5G, ou 453, seguindo os procedimentos de Paranhos Filho *et al.*(2008), e georreferenciadas com base na imagem de abril de 1984, que foi a imagem mais antiga disponível. Todas as imagens foram georreferenciadas em UTM no *Datum* WGS1984, Zona 21S.

A seguir as imagens foram cortadas no formato da área de estudo composta conforme a figura 19, utilizando a ferramenta Clipping, do programa GVSig. As imagens resultantes foram compostas com as bandas 3B, 4R e 5G, ou 453. Essa composição de bandas é a mais apropriada para classificação de cobertura vegetal e ressalta, na cor vermelha, a atividade fotossintética, caracterizando, com essa cor, os ambientes florestais (Paranhos Filho *et al.*, 2008). Na propriedade Enhance, foi ativado o Clipping Tail de 2% para dar mais definição e diferenciar os ambientes. Em seguida as imagens foram classificadas no modo supervisionado, utilizando o método da máxima verossimilhança (*Maximum likelihood*), dividindo as imagens em duas classes: as formações florestais ficaram a cor verde e as de pastagem na cor amarelo, de acordo com as classes Corine de Heymann *et al.* (1994).

Para o cálculo das áreas ocupadas por pastagem e floresta foram contabilizados os *pixels* classificados nos dois ambientes e o total dessa soma foi multiplicada pela área do *pixel*. Como os tamanhos dos *pixels* não são iguais para todos os momentos registrados, foi considerada como área total de estudo a média de todas as áreas totais captadas. Em seguida as áreas ocupadas pela matriz de pastagem e remanescente florestal foram recalculadas com base na proporção de área ocupada, relacionada agora à área média. Para elaboração do gráfico mostrando a evolução das porcentagens de pastagem e floresta (figura 32), foram

descartadas as imagens em que o período de estiagem, e a consequente queda das folhas, causaram confusão na classificação.

*Estado do banco de sementes nos fragmentos florestais e na matriz de pastagem a diferentes distâncias da borda.*

A metodologia utilizada para este experimento foi adaptada de Wijdeven & Kuzee (2000). Foi prevista a coleta de amostras de solo a distâncias de cinco, vinte e cem metros para dentro dos ambientes de matriz de pastagem e mancha de floresta, a partir da borda que serve de limite aos dois ambientes. Dez transectos e sessenta pontos de coleta ao longo deles (seis pontos de coleta em cada um dos transectos, três na matriz de pastagem e três no fragmento florestal) foram selecionados utilizando imagem do Google Earth e depois locados em campo, com os devidos ajustes. Foram excluídas da amostragem as áreas atingidas por incêndio ocorrido em outubro de 2012.

Com as restrições de encontrar transectos contendo, simultaneamente, um ponto distante cem metros da matriz e outro ponto a cem metros de manchas de floresta, em áreas que não tivessem sido atingidas pelo incêndio mencionado, restou apenas uma área passível de amostragem, de onde foram realizadas as coletas de amostras de solo para análise do banco de sementes (figura 24).

**Figura 24: Área circundada pela linha vermelha, selecionada para realização das coletas de amostra de solo para o experimento de banco de sementes do Parque Nacional da Serra da Bodoquena. A linha branca é o limite do Parque nesse trecho.**

Dentro da área amostrável foram traçados, utilizando o programa Google Earth, os transectos possíveis de serem amostrados, acrescentado a distância mínima de trinta metros entre os transectos aos critérios já postos (de área não queimada e com pontos, no mesmo transecto, distantes cem metros da borda, tanto na matriz de pastagem, quanto no fragmento florestal). Com isso, foi possível elencar dezoito transectos amostráveis. Dos dezoito transectos amostráveis, foram sorteados os dez a serem utilizados no experimento.

Os transectos definidos, conforme descrição até aqui, foram transferidos para aparelho de acesso ao sistema de posicionamento global, GPS. Em campo sobre os transectos, foram marcados os pontos de contato entre o transecto e a borda que separa o fragmento florestal da matriz de pastagem. A partir destes pontos de contato entre o transecto e a borda, caminhando sobre a linha do transecto, orientado pelas informações do GPS, com as distâncias em relação aos pontos de contato borda-transecto, foram marcados cada um dos sessenta pontos de coleta.

Foram necessários alguns ajustes em campo, pois, por vezes, principalmente nos pontos amostrais de coleta localizados na floresta, acontecia de o ponto selecionado ser um afloramento rochoso sem solo. Neste caso, procurou-se visualmente o ponto mais próximo com solo para ser coletado. Outra situação que ocorreu na mancha de floresta remanescente é o ponto estar próximo a uma clareira colonizada por gramínea exótica invasora. Nessa ocorrência, o limite da mancha passou a ser considerado como borda, foi feito o caminhamento sobre a linha do transecto até a distância sobre a linha em relação à nova borda ser igual à do desenho amostral (figuras 25 e 26). Já na matriz, quando aconteceu de o ponto amostral coincidir com alguma rara vegetação arbórea optou-se pelo deslocamento lateral de quinze metros, de modo a minimizar o efeito de árvores isoladas.

**Figura 25: Marcação dos pontos de coleta em campo, a partir do ponto de borda, utilizando trena e GPS.**

As coordenadas geográficas, no datum WGS84, dos pontos de amostragem e dos pontos de contato borda-transecto, obtidos conforme descrição de procedimento acima, se encontram na tabela 2 do anexo A. Os nomes que os pontos de amostragem receberam se referem ao ambiente: M, para matriz de pastagem e F para fragmento; distância da borda em metros: 05, 20 ou 100 e o transecto a que pertence: 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 09 ou 10. Os pontos de contato borda-transecto receberam nomes com referência ao ambiente de borda, B, e o transecto: 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 09 ou 10. Não foram realizadas coletas nos pontos de borda.

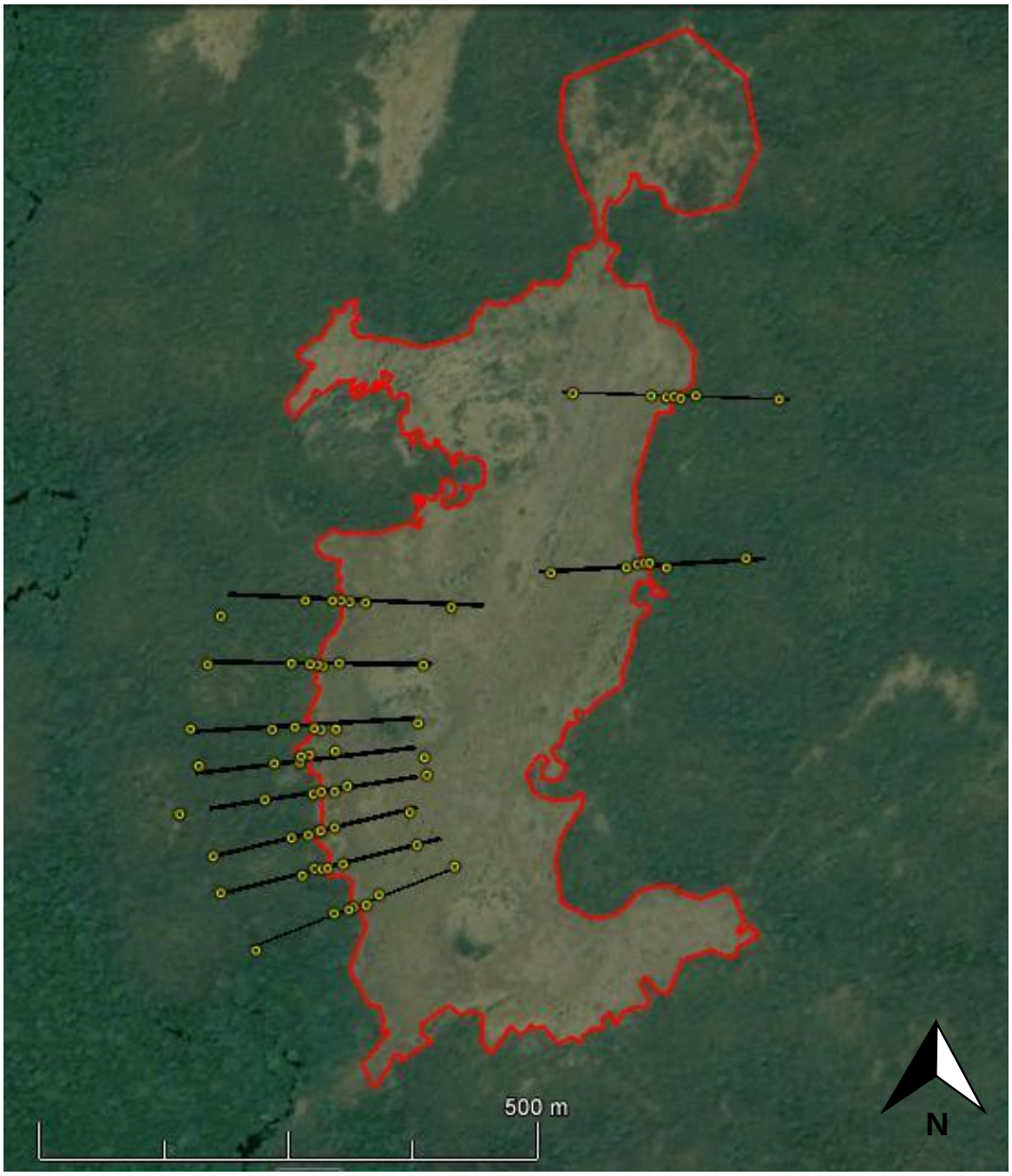



**Figura 26: Distribuição dos pontos de coleta e de contato borda transecto, pontos amarelos, na área de amostragem, com a linha vermelha contornando a borda que separa o remanescente florestal da mancha de pastagem.**

Em cada um dos pontos de coleta, utilizando trena, pá de jardinagem e enxada, foi retirada uma amostra de solo de 40 cm de largura, 40 cm de comprimento e 5,0 cm de profundidade (figuras 27 a 29).

**Figura 27: Coleta de amostra de solo na matriz de pastagem.**

**Figura 28: Coleta de amostra de solo no de fragmento florestal.**

**Figura 29: Aspecto do ponto de coleta após retirada da amostra na matriz.**

As amostras foram colocadas em sacos plásticos (figura 30) e levadas para o escritório do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, na sede do município de Bonito-MS. As amostras foram, então, retiradas dos sacos, destorroadas, peneiradas, separadas de folhas, pedras e paus e colocadas em bandejas de plástico rígido com dimensões de 29 cm de largura, 43 cm de profundidade e 11 cm de altura (figura 31).

**Figura 30: Colocação das amostras de solo em saco plástico para transporte.**

**Figura 31: Amostra de solo coletada e depositada em bandeja depois de destorroada e separada de pedras, folhas e paus.**

As bandejas com as amostras foram colocadas sobre uma bancada de 1,20 metros de altura no interior de estufa de 5 x 6 metros, com cobertura de plástico transparente e cercada por tela de sombrite 50%, onde permaneceram por seis meses. Ao longo deste período, as amostras foram molhadas suavemente, sempre que pareciam estar ressecadas, algumas plântulas foram coletadas e fixadas em papel com plástico adesivo e o solo era revirado a cada duas semanas para permitir a germinação de mais sementes.

As plântulas foram registradas e os espécimes que germinaram foram agrupados em morfotipos. Os critérios para classificação dos morfotipos foram: formato, pilosidade, textura e nervação das folhas e formato dos cotilédones. Espécimes que tivessem todos esses caracteres iguais foram classificados sob o mesmo morfotipo. Uma dessas características que não correspondesse foi suficiente para que o espécime passasse a ser classificado como morfotipo diferente. Espécimes de alguns morfotipos foram colados em papel cartolina com plástico adesivo para melhor visualização.

As amostras foram todas dispostas nas bancadas dentro da estufa no dia 18 de dezembro de 2012. A primeira contagem de plântulas foi em 18 de janeiro de 2013. A partir desta data, as contagens ocorreram inicialmente a cada quinze dias, as observações ficaram menos frequentes conforme diminuía a quantidade de novas plântulas. A última contagem ocorreu em 18 de julho de 2013, seis meses depois da primeira.

Os resultados obtidos nas contagens foram tabulados. Das contagens foram extraídas para análise as variáveis: número de plântulas; número de morfotipos e índice de diversidade de

Shannon (Wijdeven & Kuzee, 2000). Para avaliar as diferenças no número de plântulas; número de morfotipos e no índice de diversidade entre os diferentes tratamentos (ambiente florestal ou de pastagem e distância de 5, 20 ou 100 metros da borda), foi empregada a análise de variância, ANOVA. Para verificar a diferença entre as médias em cada uma das fisionomias estudadas (floresta e pastagem) foi realizado o teste t de Student, adaptado para variâncias diferentes, uma vez que o teste de variância apontou variação interna muito grande dentro de cada ambiente.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Imagens de satélite

A área de estudo equivale a 3.434,5 hectares. As imagens geradas e as respectivas classificações se encontram no ANEXO B. A tabela 2, a seguir, traz o resumo das áreas de remanescente florestal, RF, e matriz de pastagem, MP, em hectares e em porcentagem da área de estudo.

**Tabela 3: Resultado da análise RF(ha): área ocupada pelo remanescente florestal, em hectares; MP (ha): área, em hectares, ocupada pela matriz de pastagem; AT (ha): área, em hectares da área de estudo; RF (%): porcentagem da área de estudo ocupada por remanescente florestal e MP (%): porcentagem da área de estudo ocupada por matriz de pastagem.**

| Período | RF (ha) | MP (ha) | AT (ha) | RF (%) | MP (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| abr/84 | 3423,0 | 11,5 | 3434,5 | 99,7% | 0,3% |
| set/84 | 3361,4 | 73,1 | 3434,5 | 97,9% | 2,1% |
| mai/85 | 3340,3 | 94,2 | 3434,5 | 97,3% | 2,7% |
| jun/86 | 3155,2 | 279,3 | 3434,5 | 91,9% | 8,1% |
| ago/87 | 2854,9 | 579,7 | 3434,5 | 83,1% | 16,9% |
| jun/88 | 3121,1 | 313,4 | 3434,5 | 90,9% | 9,1% |
| out/89 | 2555,1 | 879,4 | 3434,5 | 74,4% | 25,6% |
| ago/90 | 3290,3 | 144,2 | 3434,5 | 95,8% | 4,2% |
| jul/91 | 3337,4 | 97,1 | 3434,5 | 97,2% | 2,8% |
| set/92 | 3291,4 | 143,1 | 3434,5 | 95,8% | 4,2% |
| set/93 | 3072,5 | 362,0 | 3434,5 | 89,5% | 10,5% |
| jul/94 | 2853,5 | 581,0 | 3434,5 | 83,1% | 16,9% |
| jul/95 | 2032,0 | 1402,5 | 3434,5 | 59,2% | 40,8% |
| jul/96 | 2558,9 | 875,6 | 3434,5 | 74,5% | 25,5% |
| set/97 | 1942,1 | 1492,4 | 3434,5 | 56,5% | 43,5% |
| jul/98 | 1762,5 | 1672,0 | 3434,5 | 51,3% | 48,7% |
| abr/99 | 1618,5 | 1816,0 | 3434,5 | 47,1% | 52,9% |
| ago/00 | 2300,2 | 1134,3 | 3434,5 | 67,0% | 33,0% |
| jun/01 | 1653,5 | 1781,0 | 3434,5 | 48,1% | 51,9% |
| fev/02 | 2012,7 | 1421,8 | 3434,5 | 58,6% | 41,4% |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| set/03 | 2069,4 | 1365,1 | 3434,5 | 60,3% | 39,7% |
| jun/04 | 2267,6 | 1166,9 | 3434,5 | 66,0% | 34,0% |
| ago/05 | 2502,7 | 931,8 | 3434,5 | 72,9% | 27,1% |
| jul/06 | 2751,3 | 683,2 | 3434,5 | 80,1% | 19,9% |
| jun/07 | 2115,4 | 1319,1 | 3434,5 | 61,6% | 38,4% |
| ago/08 | 2367,8 | 1066,7 | 3434,5 | 68,9% | 31,1% |
| ago/09 | 2171,3 | 1263,2 | 3434,5 | 63,2% | 36,8% |
| set/10 | 2279,2 | 1155,3 | 3434,5 | 66,4% | 33,6% |
| nov/11 | 2627,9 | 806,6 | 3434,5 | 76,5% | 23,5% |
| abr/12 | 2368,7 | 1065,8 | 3434,5 | 69,0% | 31,0% |
| out/12 | 2133,9 | 1300,6 | 3434,5 | 62,1% | 37,9% |
| mai/13 | 2165,6 | 1268,9 | 3434,5 | 63,1% | 36,9% |

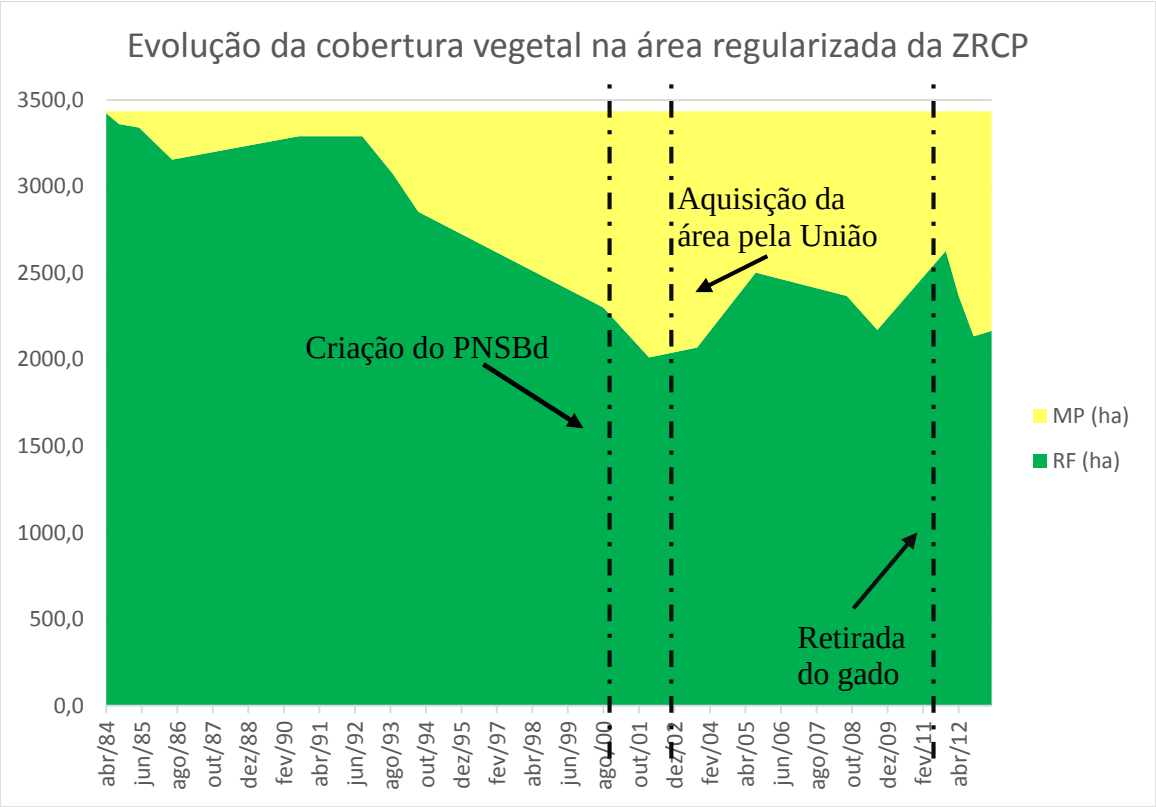



**Figura 32: Áreas ocupada por remanescente florestal, RF, e matriz de pastagem, MP, em hectares, na área de estudo, de abril de 1984 a maio de 2013. Os eixos verticais no gráfico representam três momentos na história da área: a criação do Parque Nacional da Serra da Bodoquena em 20 de setembro de 2000; a aquisição da área da fazenda Boqueirão pela União, para fins de regularização fundiária do parque, em dezembro de 2002 e a retirada, via ação fiscalizatória, de 820 cabeças de gado bovino colocados irregularmente no interior do parque.**

O presente estudo, em acordo com o que está disposto no plano de manejo do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, identificou que antes de abril de 1984 havia muito pouco desmatamento na área de estudo. Entretanto, o início do desmatamento, não identificado no plano de manejo, se deu ainda no ano de 1984, entre abril e setembro daquele ano (anexo B).

Já na imagem de 1985 (anexo B) é possível identificar claramente a abertura de um caminho até a área onde estava sendo realizado o desmatamento, bem como a abertura de uma frente na porção norte da área de estudo. A área onde as derrubadas estavam então se realizando correspondiam às florestas de maior exuberância que havia na área de estudo. O que pode ser identificado pelo vermelho mais vivo nessa região, por exemplo, na imagem de abril de 1984, quando a área ainda estava relativamente íntegra. Na composição em que foi realizado o estudo, RGB 453, a cor vermelha na banda 4 identifica atividade fotossintética (Paranhos Filho *et al.*,2008).

No ano seguinte, 1986, ocorreu o primeiro grande desmatamento, no final do caminho aberto em 1985. Aparentemente essa abertura se deu para a retirada de madeira, mas também para a formação de pastagens, iniciando ali a introdução da gramínea exótica invasora braquiária na área de estudo.

Entre 1986 e 1992 não há indicação de abertura de novas clareiras grandes, com feição de pastagens. Entretanto, nesse período é possível identificar a abertura de várias clareiras menores. Essa ocorrência indica uma época de intensa retirada de madeira da região. Há relatos desse período de grande saída de madeira da fazenda Boqueirão e, caminhando pelas matas remanescentes, é possível encontrar vestígios dessa exploração: tocos de árvores e mesmo palanques e mourões abandonados das madeiras mais valorizadas, como aroeiras, ipês e bálsamos. Pelas classes desse período, é possível inferir que toda a área sofreu algum grau de degradação.

No ano de 1993 é possível perceber a intensificação dos desmatamentos mais a nordeste da grande área aberta em 1986, abertura de uma área isolada na porção oeste da área de estudo e de mais um caminho no sentido sudoeste, ao fim do qual se abre, no ano de 1995, mais um grande desmatamento com formação de pastagem (e introdução de gramíneas exóticas).

Do ponto de vista da conservação, a transformação das áreas de floresta em pastagem significaram uma perda de habitat de 1.268,9 hectares, 36,9% na área de estudo. Com relação à fragmentação se formaram várias áreas isoladas de floresta dentro da matriz de pastagem, mas a conformação do desenho, que acompanha o relevo caracterizado pelo grande

adensamento morros (cones cársticos) destaca muito o aumento do comprimento de borda de contato entre a matriz de pastagem e o fragmento de floresta, sendo este o maior problema identificado no âmbito da fragmentação. Nas áreas de floresta é possível notar várias pequenas áreas sem a cobertura de floresta, ocupadas por áreas de pastagem, indicando possibilidade de invasão das gramíneas introduzidas.

Da análise da figura 32 é possível identificar três dinâmicas: de 1984 a 2000, o período de abertura de áreas para extração de madeira e formação de pastagens; a partir de 2000, com a criação do Parque Nacional da Serra da Bodoquena e mais em 2002, parece ter havido reversão da tendência de perda da área de floresta. No final de 2011, pode-se verificar o aumento de área de pastagem que pode ser um exemplo do processo descrito por D'Antonio & Vitousek (1992), no qual as gramíneas exóticas servem de porta de entrada para incêndios que danificam as bordas da mata e propiciam o posterior avanço da pastagem para áreas antes ocupadas por floresta, próximo às bordas. De abril de 2011 a maio de 2013, período em que efetivamente ocorreu um incêndio de grandes proporções, houve um acréscimo de 203,1 hectares de pastagem, com respectiva perda de área de floresta.

Mesmo tendo considerado uma área particularmente afetada pelo uso da terra no interior do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, o total percentual de *habitat* alterado é menor do que Silva (2008) encontrou. Na área da Zona de Recuperação da Cabeceira do Rio Perdido que foi adquirida pela União para compor o Parque Nacional da Serra da Bodoquena, de 1984 a 2013, 36,9% da vegetação natural foi alterada e substituída por pastagem. Nos municípios de Bonito, Bodoquena e Jardim, estudados por Silva (2008) essa perda, até o ano de 2007, foi de 63%.

Oliveira *et al.* (2009), considerando toda a região da Serra da Bodoquena, no período de 1996 a 2007, encontrou uma perda de cobertura vegetal nativa de 10,19%. No mesmo período a região analisada nesse estudo teve a área de floresta diminuída de 2558,9 para 2115,4 hectares, uma perda de 443,5 hectares, convertidos em pastagem, uma taxa de perda de 12,9%.

A área analisada por Silva (2008) é delimitada pelas divisas políticas dos municípios de Bonito, Bodoquena e Jardim, abrangendo áreas fora da Serra da Bodoquena, onde o processo de substituição de floresta por pastagens e lavouras foi mais intenso. Na região da Serra da Bodoquena o relevo acidentado e o afloramento de rochas dificultam a ocupação dessas áreas pelas atividades agropecuárias.

Os resultados obtidos nesse estudo são compatíveis com o de Oliveira *et al.* (2009), muito embora o período em que o desmatamento foi mais intenso na área da ZRCP adquirida pela União de 1985 até 1996 e não de 1996 a 2007.

## 4.2. Banco de Sementes

Ao final dos seis meses de experimento, foram contabilizadas a germinação de 1457 plântulas de 54 morfotipos diferentes (tabela 1 abaixo e figuras 1 a 54 no ANEXO C).

**Tabela 1: Resultados do experimento**

***As quantidades de morfotipos das faixas (F100, F20, F05, M05; M20 e M100); dos ambientes (fragmento florestal e matriz de pastagem) e total não correspondem à somatória das quantidades de cada amostra que faz parte do grupo em questão. Isso ocorre porque um morfotipo pode ocorrer em mais de uma amostra de uma faixa, ou ambiente. Por exemplo o morfotipo *Cyperus sp* é contabilizado.em três amostras da faixa F100, mas contribui com um no total de morfotipos da faixa, e não três, por isso a quantidade de morfotipos é diferente da somatória da respectiva coluna.**

**** Entre parênteses, ao lado da identificação do morfotipo, está a quantidade de plântulas encontradas para o respectivo grupo (amostra, faixa, ambiente ou total).**

***** As amostras das faixas M estão localizadas no ambiente da matriz de pastagem, a distâncias de 05 (M05), 20 (M20) e 100 (M100) metros da borda. Raciocínio análogo se aplica às amostras no fragmento florestal (F05, F20 e F100)**

| Fragmento Florestal (F) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Faixa***** | **Transecto** | **Contagem** | | **Morfotipos(q**)** |
| | | **Morfotipos** | **Plântulas** | |
| F05 | T01 | 4 | 7 | 17(1), 20(1), 37(1) e38(4) |
| | T02 | 3 | 8 | 38(4), 43(2) e 79(2) |
| | T03 | 5 | 17 | 12(1), 16(5), 38(4), 39(6) e 41(1) |
| | T04 | 3 | 3 | 38(1) e 41(2) |
| | T05 | 2 | 3 | 38(1) e 43(2) |
| | T06 | 1 | 6 | 43(6) |
| | T07 | 3 | 3 | 80(1), 81(1) e *Urochloa decumbens*(1) |
| | T08 | 1 | 1 | 16(1) |
| | T09 | 1 | 1 | *Trema micanthra*(1) |
| | T10 | 13 | 19 | 17(1), 20(1), 21(1), 22(1), 44(5), 45(1), 46(1), 47(1), 68(1), *Commelina sp*(1), *Cyperus sp*(2), *Euphorbia hirta*(1) e *Trema micanthra*(2) |
| | Total F05 | 24* | 68 | 12(1), 16(6), 17(2), 20(2), 21(1), 22(1), 37(1), 38(14), 39(6), 41(3), 43(10), 44(5), 45(1), 46(1), 47(1), 68(1), 79(2), 80(1), 81(1), *Commelina sp*(1), *Cyperus sp*(2), *Euphorbia hirta*(1), *Trema micanthra*(3) e *Urochloa decumbens*(1) |
| F20 | T01 | 1 | 1 | 30(1) |
| | T02 | 2 | 3 | 43(1) e 44(2) |
| | T03 | 4 | 7 | 30(2), 38(1), 43(3) e *Commelina sp*(1) |
| | T04 | 1 | 1 | 30(1) |
| | T05 | 1 | 1 | *Solanum sp2*(1) |
| | T06 | 2 | 9 | *Euphorbia hirta*(1) e *Solanum sp2*(8) |
| | T07 | 0 | 0 | |
| | T08 | 6 | 44 | 16(1), 24(38), 35(1), 38(1), S*olanum sp2*(1) e *Trema micanthra*(2) |
| | T09 | 3 | 105 | *Euphorbia hirta(12)*, *Cyperus sp*(77) e *Urochloa decumbens*(16) |
| | T10 | 4 | 5 | 24(1), 36(2), 38(1) e 76(1) |
| | Total F20 | 15* | 176 | 16(1), 24(39), 30(4), 35(1), 36(2), 38(3), 43(4), 44(2), 76(1), *Commelina sp*(1), *Cyperus sp*(77), *Euphorbia hirta*(13), *Solanum sp2*(10) *Trema micanthra*(2) e *Urochloa decumbens*(16) |

| Fragmento Florestal (F) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Faixa*** ** | **Transecto** | **Contagem** | | **Morfotipos(q**)** |
| | | **Morfotipos** | **Plântulas** | |
| F100 | T01 | 3 | 5 | 38(3), 76(1) e *Cyperus sp*(1) |
| | T02 | 2 | 4 | 38(3) e *Cyperus sp*(1) |
| | T03 | 6 | 9 | 24(2), 69(1), 78(1), *Cyperus sp*(2), *Solanum sp2*(1) e *Trema micanthra*(2) |
| | T04 | 2 | 2 | *Solanum sp2*(1) e *Trema micanthra*(1) |
| | T05 | 2 | 3 | 25(2) e *Commelina sp*(1) |
| | T06 | 0 | 0 | |
| | T07 | 4 | 13 | 10(7), 16(1) 24(1) e 26(4) |
| | T08 | 2 | 19 | *Solanum sp2*(14) e *Trema micanthra*(5) |
| | T09 | 3 | 4 | 27(2), *Solanum sp2*(1) e *Trema micanthra*(1) |
| | T10 | 0 | 0 | |
| | Total F100 | 14* | 59 | 10(7), 16(1), 24(3), 25(2), 26(4), 27(2), 38(6), 69(1), 76(1), 78(1), *Commelina sp*(1), *Cyperus sp*(4), *Solanum sp2*(17) e *Trema micanthra*(9) |
| Total F | | 36* | 303 | 10(7), 12(1), 16(8), 17(2), 20(2), 21(1), 22(1), 24(42), 25(2), 26(4), 27(2), 30(4), 35(1), 36(2), 37(1), 38(23), 39(6), 41(3), 43(14), 44(7), 45(1), 46(1), 47(1), 68(1), 69(1), 76(2), 78(1), 79(2), 80(1), 81(1), *Commelina sp*(3), *Cyperus sp*(83), *Euphorbia hirta*(14), *Solanum sp2*(27), *Trema micanthra*(14) e *Urochloa decumbens*(17) |

| Matriz de pastagem (M) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Faixa*** ** | **Transecto** | **Contagem** | | **Morfotipos(q**)** |
| | | **Morfotipos** | **Plântulas** | |
| M05 | T01 | 5 | 26 | 38(1), 43(16), 49(1), *Amaranthus viridis*(1) e *Urochloa decumbens*(7) |
| | T02 | 2 | 15 | 43(6) e *Urochloa decumbens*(9) |
| | T03 | 5 | 20 | 10(1), 43(12), 50(1), *Solanum cf. turneroides*(1) e *Urochloa decumbens*(5) |
| | T04 | 3 | 18 | 38(1), 43(9) e *Urochloa decumbens*(8) |
| | T05 | 3 | 22 | 43(4), *Solanum sp2*(5) e *Urochloa decumbens*(13) |
| | T06 | 4 | 25 | 38(1), 43(5), *Crotalaria sp*(2) e *Urochloa decumbens*(17) |
| | T07 | 3 | 8 | 43(1), 47(1) e *Urochloa decumbens*(6) |
| | T08 | 3 | 7 | 43(2), Cyperus sp(4) e Urochloa decumbens(1) |
| | T09 | 3 | 137 | 82(72) *Cyperus sp*(52) e *Urochloa decumbens*(13) |
| | T10 | 3 | 10 | 12(1), 82(1) e *Urochloa decumbens*(8) |
| | Total M05 | 14* | 288 | 10(1), 12(1), 38(3), 43(55), 47(1), 49(1), 50(1), 82(73), *Amaranthus viridis* (1), *Crotalaria sp*(2), *Cyperus sp*(56), *Solanum cf. turneroides*(1), *Solanum sp2*(5) e *Urochloa decumbens*(87) |
| M20 | T01 | 5 | 43 | 38(3), 43(33), 44(1), 54(1) e *Urochloa decumbens*(5) |
| | T02 | 3 | 25 | 43(19), *Solanum sp2*(5) e *Urochloa decumbens*(1) |
| | T03 | 7 | 106 | 38(1), 43(87), 44(4), 60(1), 61(1), *Odontocarya tamoides*(1) e *Urochloa decumbens*(11) |
| | T04 | 3 | 22 | 38(2), 43(7) e *Urochloa decumbens*(13) |
| | T05 | 2 | 5 | 38(1) e 43(4) |
| | T06 | 1 | 4 | 43(4) |
| | T07 | 3 | 11 | 43(7), *Commelina sp*(2) e *Urochloa decumbens*(2) |
| | T08 | 8 | 20 | 38(1), 43(5), 44(1), 60(1), 61(1), *Ichnantus inconstans*(1), *Trema micanthra*(1) e *Urochloa decumbens*(9) |
| | T09 | 4 | 4 | 38(1), *Commelina sp*(1), *Cyperus sp*(1) e *Trema micanthra*(1) |
| | T10 | 4 | 82 | 61(1), *Cyperus sp*(70), *Solanum sp2*(1) e *Urochloa decumbens*(10) |
| | Total M20 | 13* | 322 | 38(9), 43(166), 44(6), 54(1), 60(2), 61(3), *Commelina sp*(3), *Cyperus sp*(71), *Ichnantus inconstans*(1), *Odontocarya tamoides*(1), *Solanum sp2*(6), *Trema micanthra*(2) e *Urochloa decumbens*(51) |

| Matriz de pastagem (M) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Faixa*** ** | **Transecto** | **Contagem** | | **Morfotipos(q**)** |
| | | **Morfotipos** | **Plântulas** | |
| M100 | T01 | 4 | 39 | 23(2), 43(17), 44(2) e *Urochloa decumbens*(18) |
| | T02 | 5 | 420 | 4(4), 23(403), 43(7), *Solanum cf turneroides*(3) e *Urochloa decumbens*(3) |
| | T03 | 2 | 22 | 43(16) e *Urochloa decumbens*(6) |
| | T04 | 5 | 16 | 38(1), 43(8), 63(1), *Trema micanthra*(1) e *Urochloa decumbens*(5) |
| | T05 | 2 | 5 | 14(1) e *Urochloa decumbens*(4) |
| | T06 | 4 | 7 | 43(2), 63(1), 86(3) e *Solanum sp2*(1) |
| | T07 | 4 | 6 | 43(3), 65(1), *Amaranthus viridis*(1) e *Urochloa decumbens*(1) |
| | T08 | 3 | 11 | 43(2), 65(1) e *Urochloa decumbens*(8) |
| | T09 | 3 | 11 | 23(1), 38(2) e *Urochloa decumbens*(8) |
| | T10 | 4 | 7 | 38(1), *Cyperus sp*(1), *Solanum sp1*(1) e *Urochloa decumbens*(4) |
| | Total M100 | 16* | 544 | 4(4), 14(1), 23(406), 38(4), 43(55), 44(2), 63(2), 65(2), 86(3), *Amaranthus viridis*(1), *Cyperus sp*(1), *Solanum cf turneroides*(3), *Solanum sp1*(1), *Solanum sp2*(1), *Trema micanthra*(1) e *Urochloa decumbens*(57) |
| Total M | | 29* | 1154 | 4(4),10(1), 12(1), 14(1), 23(406), 38(16), 43(276), 44(8), 47(1), 49(1), 50(1), 54(1), 60(2), 61(3), 63(2), 65(2), 82(73), 86(3), *Amaranthus viridis*(2), *Commelina sp*(3), *Crotalaria sp*(2), *Cyperus sp*(128), *Ichnantus inconstans*(1), *Odontocarya tamoides*(1), *Solanum cf turneroides*(4), *Solanum sp1*(1), *Solanum sp2*(12), *Trema micanthra*(3) e *Urochloa decumbens*(195) |

| RESUMO | | | |
|---|---|---|---|
| | **Contagem** | | **Morfotipos(q**)** |
| | **Morfotipos** | **Plântulas** | |
| **Total Geral** | 54* | 1457 | 4(4), 10(8), 12(2), 14(1), 16(8), 17(2), 20(2), 21(1), 22(1), 23(406), 24(42), 25(2), 26(4), 27(2), 30(4), 35(1), 36(2), 37(1), 38(39), 39(6), 41(3), 43(290), 44(15), 45(1), 46(1), 47(2), 49(1), 50(1), 54(1), 60(2), 61(3), 63(2), 65(2), 68(1), 69(1), 76(2), 78(1), 79(2), 80(1), 81(1), 82(73), 86(3), *Amaranthus viridis* (2), *Commelina sp*(6), *Crotalaria sp*(2), *Cyperus sp*(211), *Euphorbia hirta*(14), *Ichnantus inconstans*(1), *Odontocarya tamoides*(1), *Solanum cf turneroides*(4), *Solanum sp1*(1), *Solanum sp2*(39), *Trema micanthra*(17) *e Urochloa decumbens*(212) |

Nas amostras da matriz germinaram 1154 (um mil cento e cinquenta e quatro) plântulas. Nas amostras dos fragmentos florestais emergiram 303 (trezentas e três) plântulas (figura 33). A quantidade média de recrutamento foi de 10,1 plântulas nas amostras do fragmento florestal e 38,5, nas da matriz de pastagem (figura 34). A densidade total foi de 152 sementes/m$^2$.

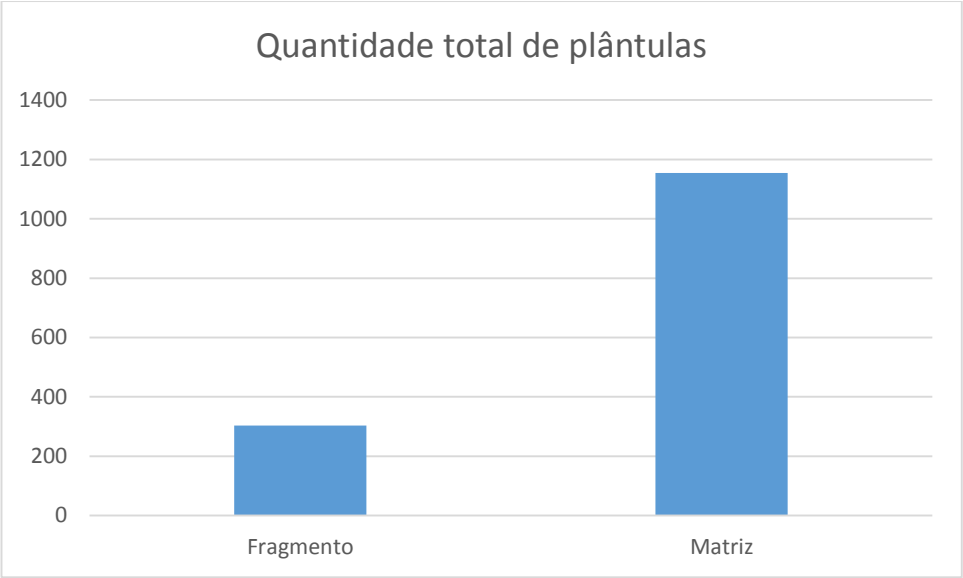



**Figura 33: Recrutamentos totais fragmento florestal (coluna Fragmento), na matriz de pastagem (coluna Matriz)**

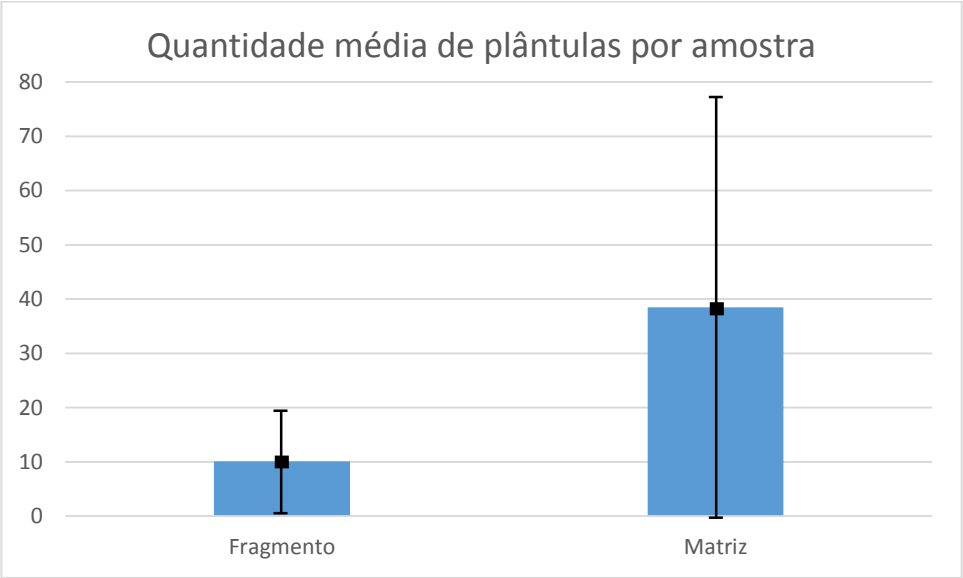



**Figura 34: Número médio de recrutamentos por amostra no fragmento florestal (coluna Fragmento), na matriz de pastagem (coluna Matriz)**

Foram identificados, ao todo, 54 morfotipos (figuras 1 a 54 no anexo C). Nas amostras da matriz, foram registrados 29 morfotipos, enquanto que, nas amostras do fragmentos florestais, foram registradas plântulas de 36 morfotipos (tabela 4 e figuras 35 e 36. A média de morfotipos por amostra no fragmento florestal foi menor do que na matriz porque na matriz de pastagem a reincidência de morfotipos nas amostras foi maior.

Dos 54 morfotipos identificados, 25 (16, 17, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 30, 35, 36, 37, 39, 41, 45, 46, 68, 69, 76, 78, 79, 80, 81 e *Euphorbia hirta*) foram registrados exclusivamente no ambiente florestal, 18 (4, 14, 23, 49, 50, 54, 60, 61, 63, 65, 82, 86, *Amaranthus viridis*, *Crotalaria sp*, *Ichnantus inconstans*, *Odontocarya tamoides*, *Solanum cf. tumeroides* e *Solanum sp1*) exclusivamente no ambiente de pastagem e 11 (10, 12, 38, 43, 44, 47, *Commelina sp*, *Cyperus sp*, *Solanum sp2*, *Trema micanthra* e *Urochloa decumbens*), nos dois ambientes.

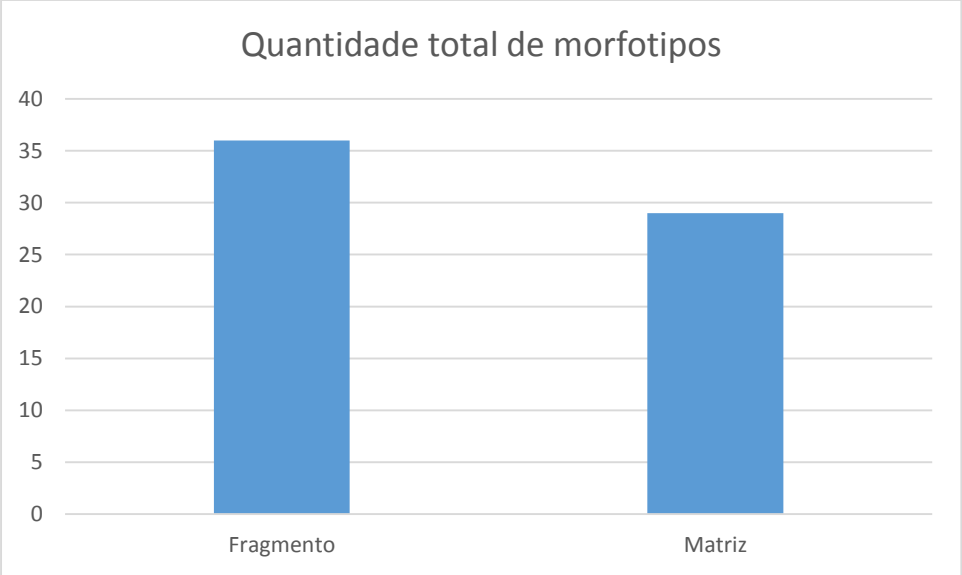



**Figura 35: Número de morfotipos que emergiram nas amostras do fragmento florestal (coluna Fragmento) e da matriz de pastagem (coluna Matriz)**

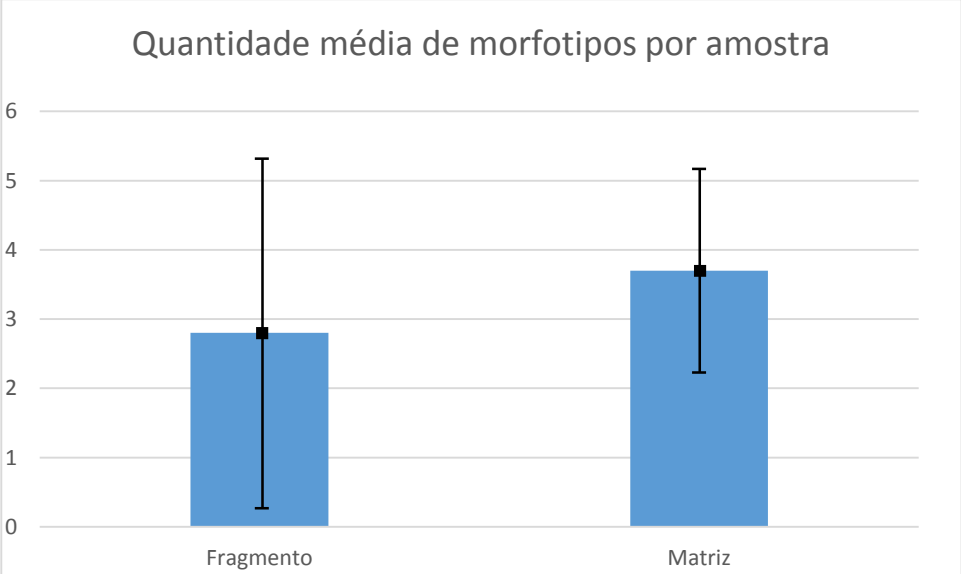



**Gráfico 36: Quantidades médias dos morfotipos que emergiram nas amostras do fragmento florestal (coluna Fragmento) e da matriz de pastagem (Coluna Matriz)**

O índice de diversidade de Shannon para as amostras coletadas na floresta foi H'=2,658057. Para as amostras coletadas na matriz, o índice de Shannon, H'=1,787273 (figura 37).

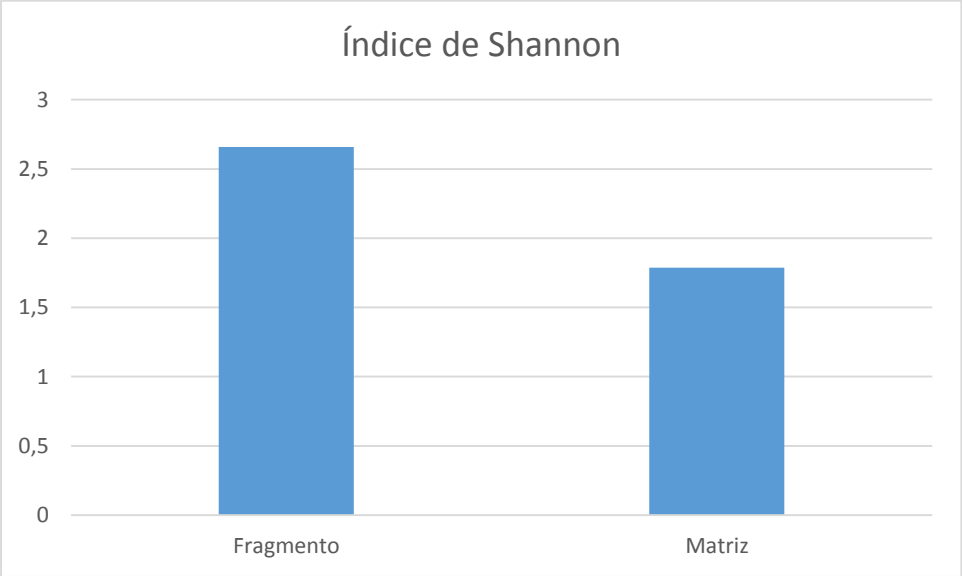



**Figura 37: Índice de diversidade de Shannon nas amostras do fragmento florestal (coluna Fragmento), da matriz de pastagem (coluna Matriz)**

O teste t student para amostras com variâncias diferentes não identifica diferenças entre os ambientes de floresta e de pastagem, no nível de significância de 5%, para as quantidades de plântulas recrutadas, de morfotipos ou as diversidades, calculadas pelo índice de Shannon (tabelas 3, 4 e 5 no anexo A).

As amostras dos pontos localizados no fragmento florestal (F), distantes cem metros (F100) da borda que separa o fragmento florestal da matriz de pastagem totalizaram 59 plântulas de 14 morfotipos, tendo, esta faixa, o índice de Shannon de 2,148. As amostras dos pontos do tratamento F20 apresentaram 176 plântulas de 15 morfotipos, com índice de Shannon de 1,781. Para as amostras da faixa F05 foram registradas 68 plântulas de 24 morfotipos, com índice de Shannon de 2,725.

Nas faixas de pontos de amostragem da matriz de pastagem, as quantidades de plântulas que germinaram foram 288, 322 e 544 para as faixas M05, M20 e M100, respectivamente. Quanto aos morfotipos, a faixa M05 teve espécimes de 14 deles, enquanto que a faixa M20 apresentou 13 e a M100, 16. Os índices de diversidade de Shannon para as faixas de pontos amostrais da matriz de pastagem foram 1,634; 1,469 e 0,947 para as faixas M05, M20 e M100, nessa ordem. As figuras 38, 39, 40, 41 e 42 a seguir apresentam os resultados por faixa.

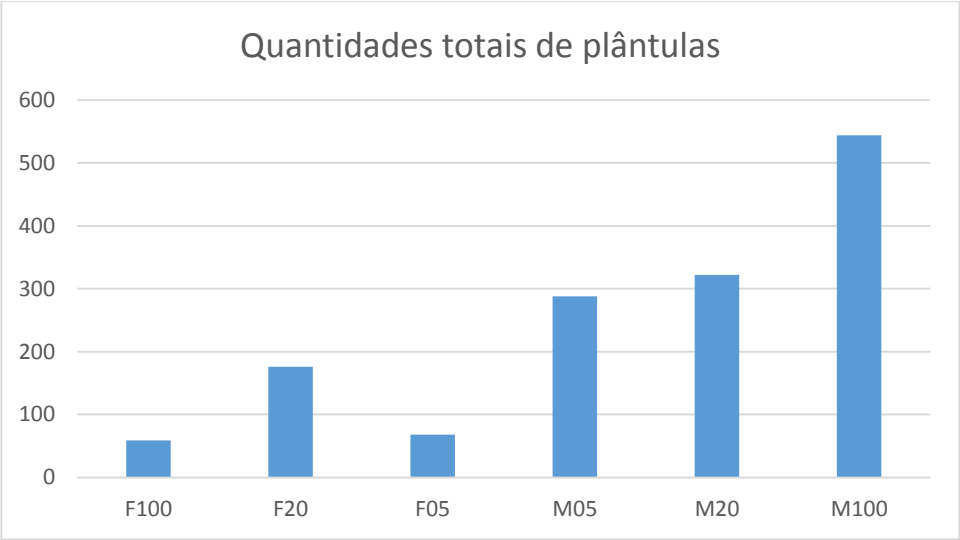



**Figura 38: Quantidade de plântulas por tratamento (faixa de amostragem). F são as faixas localizaas no fragmento florestal. M são as faixas localizadas na matriz de pastagem. Os números 100, 20 e 05 representam a distância da faixa em relação à borda.**

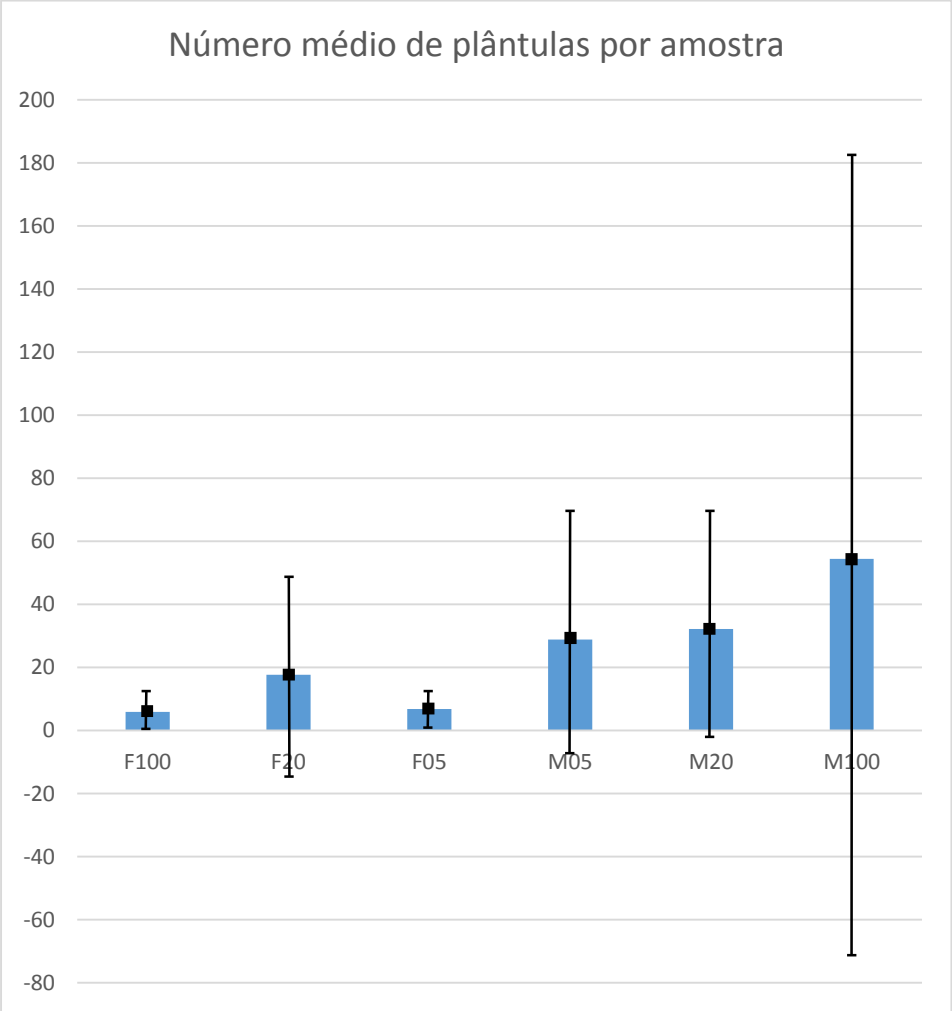



**Figura 39: Número médio de plântulas por tratamento (faixa de amostragem). F são as faixas localizadas no fragmento florestal. M são as faixas localizadas na matriz de pastagem. Os números 100, 20 e 05 representam a distância da faixa em relação à borda.**

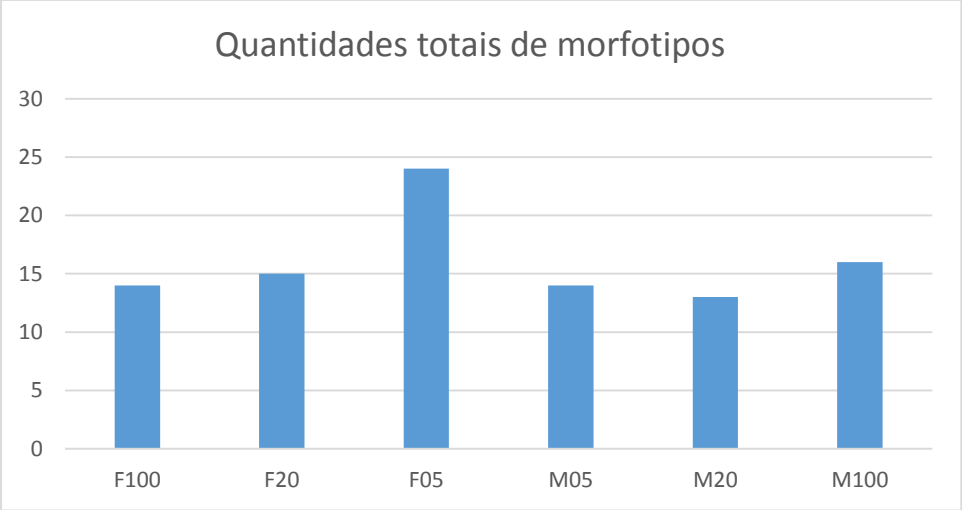



**Figura 40: Quantidade de morfotipos por tratamento (faixa de amostragem e ambiente). F são as faixas localizadas no fragmento florestal. M são as faixas localizadas na matriz de pastagem. Os números 100, 20 e 05 representam a distância da faixa em relação à borda.**

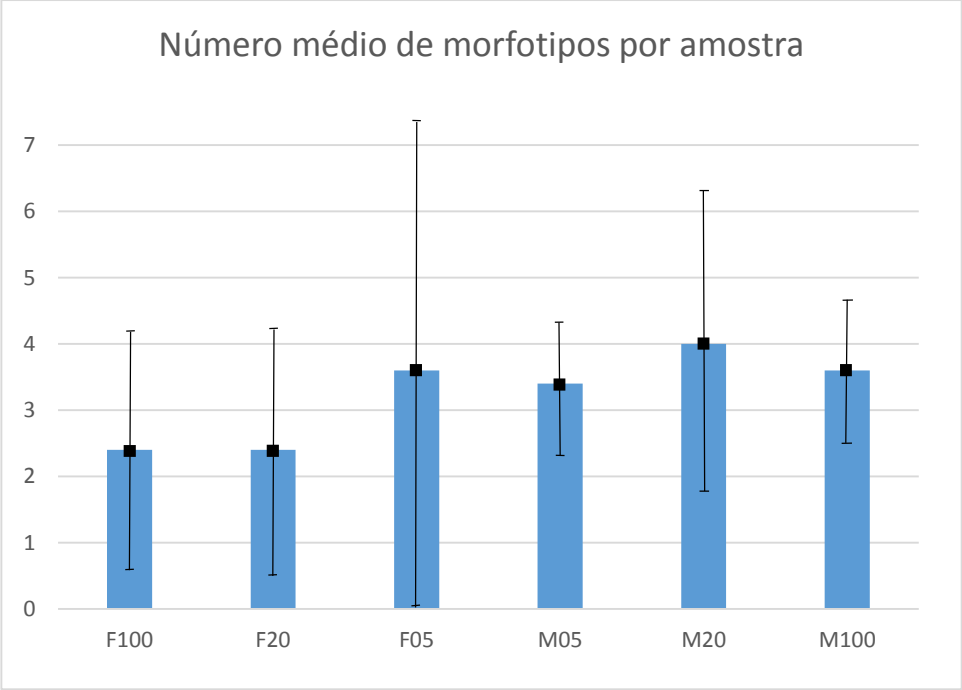



**Figura 41: Número médio de morfotipos por tratamento (faixa de amostragem e ambiente). F são as faixas localizadas no fragmento florestal. M são as faixas localizadas na matriz de pastagem. Os números 100, 20 e 05 representam a distância da faixa em relação à borda.**

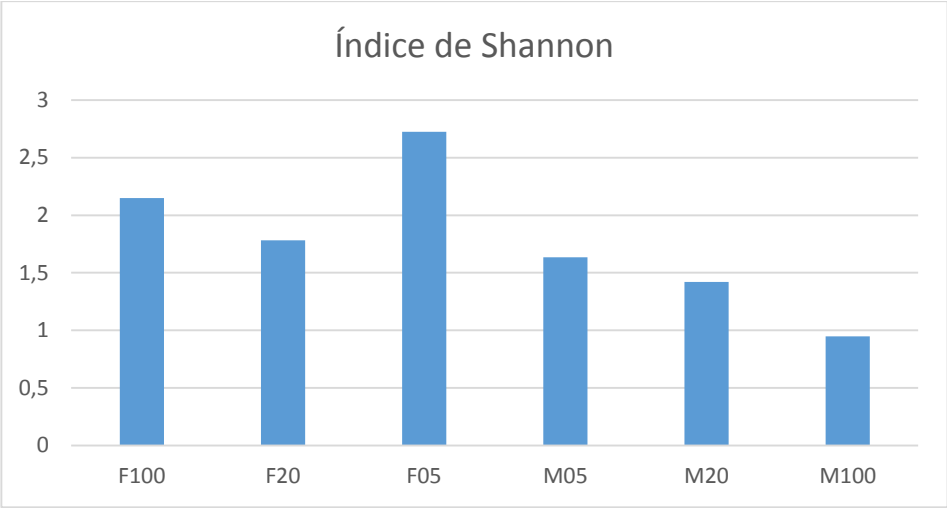



**Figura 42: Índice de diversidade de Shannon por tratamento (faixa de amostragem). F são as faixas localizaas no fragmento florestal. M são as faixas localizadas na matriz de pastagem. Os números 100, 20 e 05 representam a distância da faixa em relação à borda.**

Fazendo análise de variância com todas as faixas de ambos os ambientes, não houve também diferença estatística, assim como no teste t student para F (fragmento florestal) e M (matris de pastagem) acima, no nível de significância de 5%, para nenhuma das variáveis analisadas (quantidade de plântulas, quantidade de morfotipos e diversidade de Shannon). Os resultados dessas análises se encontram nas tabelas 6, 7 e 8 no anexo A.

Analisando o banco de sementes na matriz a diferentes distâncias a partir da borda, limite entre a matriz de pastagem e a mancha de floresta remanescente, esperava-se obter a dificuldade que é imposta pelas gramíneas exóticas invasoras ao estabelecimento de um banco de sementes. Esperava-se uma quantidade maior de sementes de espécies nativas mais próximo da borda e que essa quantidade diminua à medida em que se afasta para dentro da matriz (Wijdeven & Kuzee, 2000; Aide & Cavalier, 1994).

Por outro lado, na mancha de floresta remanescente, quantidades menores de sementes de espécies nativas próximo à borda indicariam ocorrência de condições adversas impostas pela proximidade da matriz e da borda da mata: maior luminosidade, maior temperatura, menor umidade e seriam indicadores de um processo de recuo da mancha de floresta remanescente e, consequentemente, expansão da matriz. Finalmente, a presença de sementes viáveis da gramínea exótica invasora no banco de sementes da mancha de floresta remanescente pode indicar a possibilidade de invasão da florestas.

Embora não seja marcante a diferença entre as quantidades de morfotipos registradas nos ambientes de floresta e de pastagem, a quantidade de plântulas recrutadas parecia indicar uma diferença significativa, pois, enquanto na matriz de pastagem foram registradas 1154 plântulas de 29 morfotipos, nas amostras dos pontos do fragmento florestal germinaram

apenas 303 plântulas de 36 morfotipos. Ou seja, nas amostras coletadas no fragmento florestal foi recrutado apenas 26,26% do número de plântulas das amostras retiradas da matriz de pastagem. Invertendo a conta, nas amostras da matriz de pastagem ocorreram 280,86% mais plântulas do que nas amostras do fragmento florestal.

Apesar de apresentar menos recrutamento, o número de morfotipos registrados nas amostras do fragmento florestal foi 24,14% maior do que a quantidade de morfotipos que germinaram nas amostras da matriz de pastagem. Esse fato parecia indicar uma diferença significativa na diversidade, maior no banco de sementes do ambiente florestal em relação à da matriz de pastagem.

Os testes estatísticos, porém, não confirmaram as impressões acima. O teste t student, utilizado para comparar as médias das variáveis: quantidade de plântulas germinadas; quantidade de morfotipos e diversidade entre os ambientes florestal e de pastagem, não indicou diferença, no nível de significância de 5%, para nenhuma dessas variáveis. O mesmo aconteceu na análise de variância aplicada para os seis tratamentos.

Do ponto de vista estritamente estatístico, o resultado das análises, não confirmando diferenças significativas entre os tratamentos, se deve à grande variabilidade interna das variáveis analisadas (figuras 36, 39 e 41 com desvios-padrão e figuras 43 e 44 com boxplot). Entre as amostras de cada tratamento para todas as variáveis as diferenças encontradas foram muito grandes.

Por exemplo, o grupo das amostras dos pontos da faixa F20, ambiente florestal a vinte metros da borda, teve, para a variável quantidade de plântulas, valores de zero, no transecto 07 (amostra F20T07) a 105, no transecto 09 (amostra F20T09). Esses valores se refletem nas variáveis quantidade de morfotipo e diversidade. Do mesmo modo, no grupo das amostras da faixa M100, que são os pontos no ambiente de pastagem a cem metros da borda, houve, para a variável quantidade de plântulas, valores de cinco, no transecto 05 (amostra M100T05) a 420, no transecto 09 (amostra M100T09).

Levando a situação para o ambiente, essa variabilidade interna decorre de uma variação de condições encontradas em campo. O ambiente do fragmento florestal, por exemplo, apresentou, em vários pontos de coleta, dificuldades, pois esses pontos incidiram sobre afloramentos de rochas. Outra ocorrência no ambiente florestal, que dá ideia da heterogeneidade deste ambiente, foi o ponto de coleta, planejado com imagem, estar, no ambiente real, muito próximo de clareira de gramínea no interior da mata.

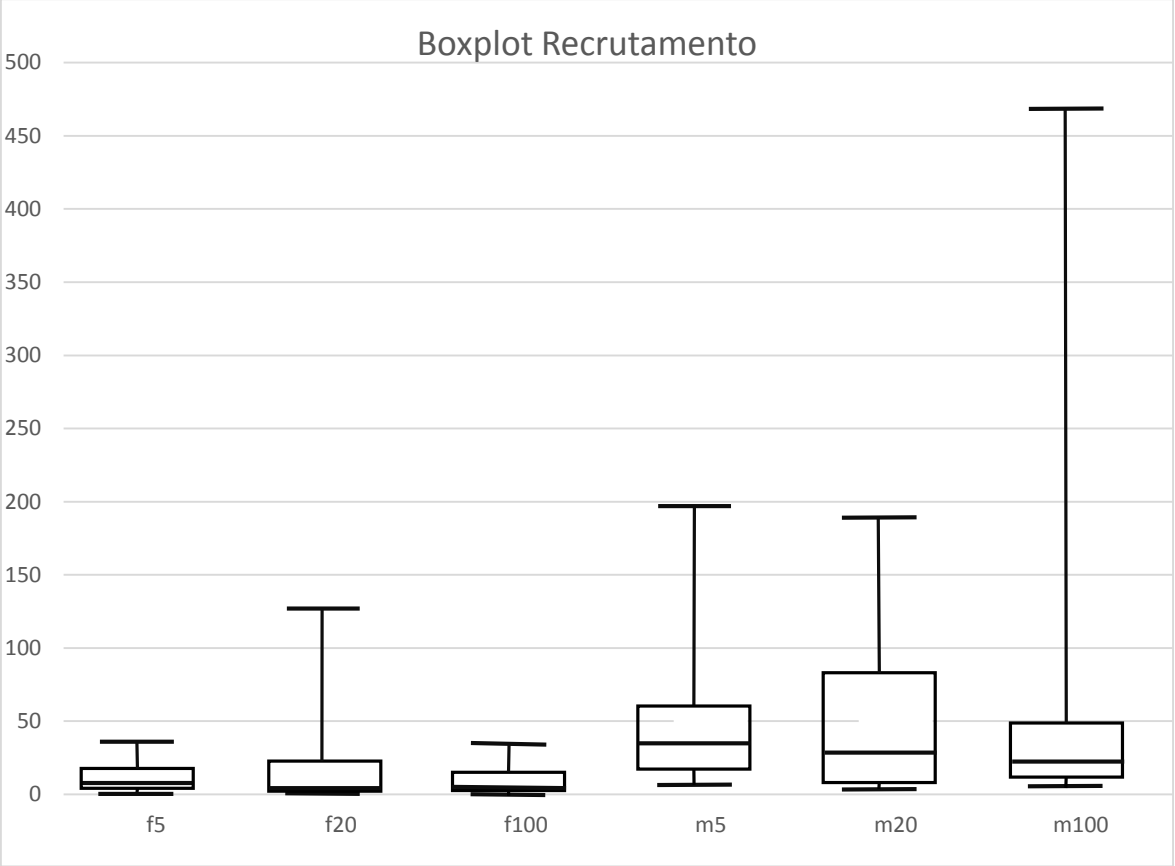



**Figura 43: Análise de boxplot do recrutamento para as faixas. Os intervalos das frequências da faixas, apesar de serem diferentes são sobrepostos.**

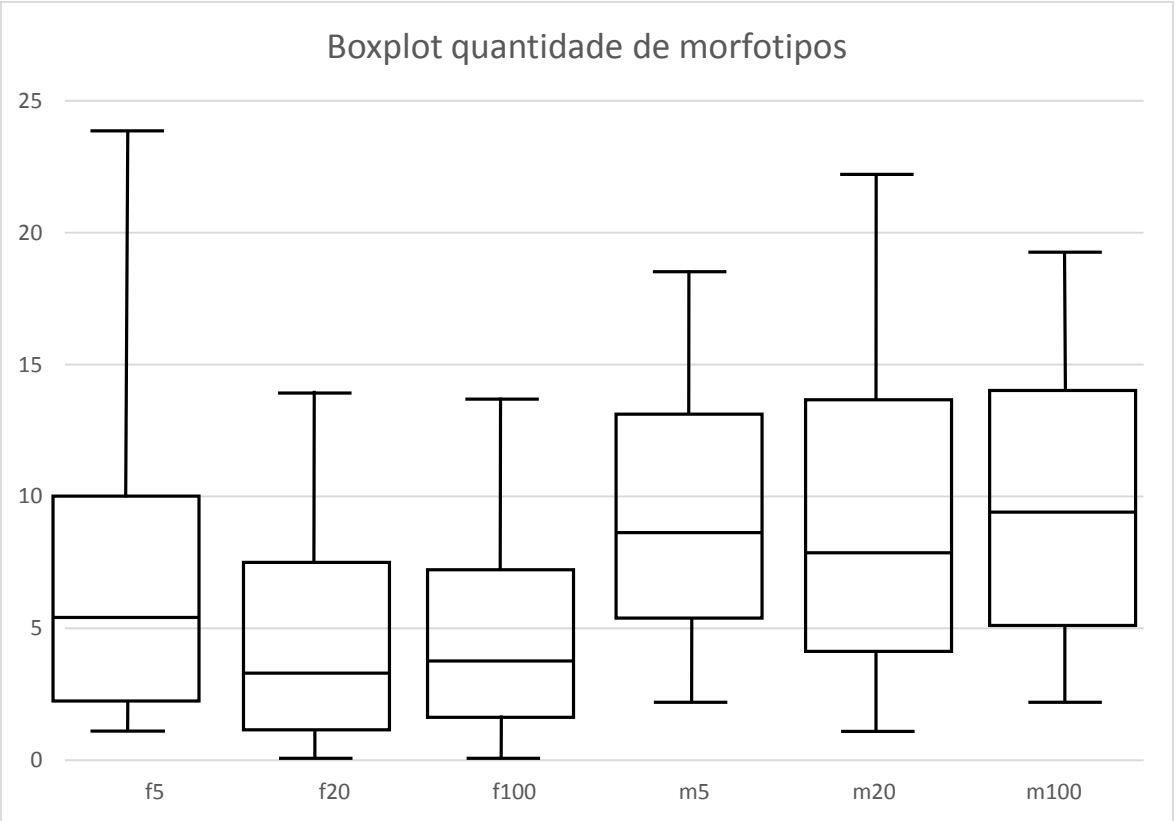



**Figura 44: Análise boxplot da quantidade de morfotipos para as faixas. Os intervalos das frequências da faixas, apesar de serem diferentes são sobrepostos.**

Já o ambiente da matriz de pastagem é aparentemente mais homogêneo, mas ocorre de pontos de coleta estarem sob árvores ou pequenas moitas, que não representam o ambiente na sua totalidade. Acontece também, nos dois ambientes, floresta e pastagem, de o ponto de coleta incidir em área onde se armazenou grande número de sementes de uma única espécie, o que afeta bastante os resultados das análises estatísticas. Essa ocorrência se deu nas amostras M100T02, com o recrutamento de mais de quatrocentos indivíduos do morfotipo 23, uma lamiaceae do gênero *Leonurus*, exótica, possivelmente invasora; F20T09 e M05T09, onde houve grande recrutamento do morfotipo *Cyperus sp*, sendo que na amostra M05T09, houve ainda grande recrutamento do morfotipo 82.

Resumindo, a impressão que fica é que a análise dos gráficos e tabelas indicam uma tendência de maior diversidade de morfotipos no ambiente florestal e maior número de plântulas no ambiente de pastagem. A análise estatística, entretanto, alerta para o fato de que as características do banco de sementes num determinado local podem ser muito mais dependentes de condições de vizinhança próxima do que do ambiente em si.

Wijdeven & Kuzee (2000) analisaram a disponibilidade de sementes como barreira à regeneração natural em pastagens abandonadas na floresta tropical da Costa Rica. Um dos aspectos avaliados naquele trabalho foi a composição do banco de sementes da pastagem abandonada, comparada com a do ambiente florestal. Diferentemente daqui, Wijdeven & Kuzee encontraram diferenças estatisticamente significativas, com maior número de plântulas na pastagem e maior riqueza de espécies e diversidade no ambiente florestal.

Aide & Cavalier (1994), identificaram barreiras à regeneração da floresta tropical de terras baixas na Colômbia. Um dos critérios analisados foi a viabilidade do banco de sementes. Tal qual no presente estudo, o experimento utilizou transectos com pontos dentro da floresta, na borda e a diferentes distâncias da borda, na pastagem. Foi identificada diferença de sementes num gradiente da floresta para a pastagem, com decréscimo significativo no número de sementes já nos cinco metros distante da borda, na pastagem.

A não diferença entre as abundâncias e riquezas de sementes viáveis entre os bancos de sementes do fragmento e da matriz de pastagem indicam que a barreira imposta pela ocupação da braquiária à regeneração natural se dá no recrutamento e no desenvolvimento das plântulas, por sombreamento, competição ou alelopatia (Holl, 1999; Cheung *et al.*, 2009; Davis *et al.*, 1998; Barbosa *et al.*, 2008) do que no comprometimento do banco de sementes. Essa informação é importante e deve ser considerada para orientar processos de restauração.

Com relação às condições para a regeneração natural ou restauração ecológica da área de estudo, outro aspecto que chama a atenção é a baixa densidade de sementes viáveis,

principalmente quando comparados aos resultados de estudos em ambientes de florestas ombrófilas. No presente estudo foram registrados 1457 recrutamentos numa superfícies de 9,6 $m^2$, o que equivale a uma densidade aproximada de 152 sementes viáveis por $m^2$. Outro aspecto importante é que não houve registro recrutamento de espécies arbóreas. Houve predomínio de morfotipos herbáceos, ocorrendo alguns subarbustivos.

Costa *et al.*(2013), em estudo do banco de sementes de pastagens da Amazônia Central encontraram densidade de semente muito superior. A menor densidade encontrada nas áreas estudadas foi de 304 sementes/$m^2$. Entretanto é destacada a heterogeneidade dos valores encontrados. Costa *et al.*(2013) discutem ainda a relação da densidade do banco de sementes com a estabilidade do ambiente, relatam que estudos em áreas temperadas encontraram densidades maiores do que florestas tropicais, sendo a dinâmica destas últimas responsáveis pela baixa no estoque de sementes.

Trazendo essa discussão para a situação da Serra da Bodoquena, onde a vegetação de floresta estacional decidual expõe anualmente o solo à luz mesmo no interior da floresta, com a queda das folhas no período seco bem marcado. É possível imaginar que a acentuada sazonalidade na exposição à luz todos os anos faça com que o banco de sementes de áreas associadas a florestas deciduais sejam naturalmente mais pobres, tanto em riqueza, quando em abundância, pelo menos em relação a florestas mais estáveis, como as formações ombrófilas.

Araújo *et al.*(2004) estudaram o banco de sementes do solo de Floresta Estacional Decidual Ripária em Cachoeiro do Sul/RS. Com procedimento similar ao que foi conduzido neste estudo, encontraram uma densidade de 146 sementes/$m^2$, muito similar ao que foi encontrado neste experimento, 152 sementes/$m^2$. Nesse caso, a pobreza do banco de sementes, talvez inerente ao sistema de floresta estacional decidual, por si só, fragilize o processo de regeneração.

Assim como aqui, o estudo Araújo *et al.*(2004) detectou o predomínio de herbáceas no banco de sementes. Essa predominância de herbáceas no banco de sementes é atribuída à sazonalidade do impacto imposto pelo regime de cheias da região estudada, mas também a invasão de espécimes provenientes de atividades antrópicas vizinhas à área de estudo.

Também outra situação verificada no presente trabalho foi a presença de sementes viáveis de *Urochloa decumbens* em amostras a vinte metros da borda. Tal resposta indica a invasividade desta espécie e sua capacidade de colonizar áreas no interior dos fragmentos florestais, caso a abertura de uma clareira dê esta oportunidade. De fato, andando pelos

fragmentos florestais da Serra da Bodoquena é possível observar pequenas clareiras colonizadas por braquiária.

Os resultados dos dois estudos apresentados, quando juntos apresentam um quadro preocupante com respeito à situação da área de trabalho, não só pela dificuldade imposta à regeneração natural e mesmo a um processo de restauração ecológica, quanto pelas perspectivas de evolução da situação caso nenhuma ação de manejo seja efetivada.

Com relação às possibilidades de regeneração natural, a ausência de sinais de regeneração, identificada ainda antes da realização dos estudos, já indicava algum problema. Mesmo depois da criação do Parque Nacional da Serra da Bodoquena em 2000 e posterior indenização da área de trabalho em 2002, a atividade de pastagem por gado bovino persistiu até o final de 2011, provavelmente nesse período o pastoreio tenha sido um obstáculo importante à regeneração natural, por consumo das plântulas e degradação do solo, esse último fator, considerado por Aide & Cavalier (1994) como sendo a principal barreira à regeneração natural em estudo realizado em pastagem abandonada em terras baixas na Colômbia.

Mesmo um ano e cinco meses após a retirada do gado no final de 2011, não havia sinais de regeneração natural. Dessa vez, com a retirada do gado, o que se destacou foi o volume de biomassa acumulado pelo crescimento sem controle das gramíneas introduzidas do gênero *Urochloa*, permanecendo a ausência de sinais de regeneração natural. Barbosa *et al.* (2008) chamaram atenção para os efeitos alelopáticos da *Urochloa decumbens.*

Os estudos de imagem e banco de sementes realizados neste trabalho permitiu confirmar as impressões de dificuldade de regeneração, tanto no período da presença do gado bovino, quanto após a retirada. Os estudos de imagens de satélite permitiram perceber o depauperamento das florestas pela retirada de espécies fornecedoras de madeira, com a abertura de clareiras em praticamente toda a extensão da área de estudo. Tal ação pode ser em parte responsável pela pobreza do banco de sementes, tanto no interior da matriz de pastagem, quanto na floresta.

Nas regiões de morros (cones cársticos), que caracterizam a região da área de estudo, após a retirada de madeira a área era abandonada, alcançando um grau de regeneração, porém sem as espécies exploradas. Nas partes de vale, onde se encontravam as florestas mais exuberantes, após a retirada da madeira, as áreas foram totalmente desmatadas para implantação de pastagem.

As florestas estacionais, provavelmente por causa da sazonalidade que expõe anualmente o solo a ciclos de exposição à luz e sombra, é naturalmente pobre. Dos estudos

sobre banco de sementes, os realizados em áreas de florestas deciduais apresentaram sempre os menores valores de sementes ou plântulas por área.

Na área de estudo, além da pobreza natural do banco de sementes das florestas deciduais, o histórico de utilização do solo, com aberturas de clareiras na floresta para formação de pastagem, introdução de gado bovino e *Urochloa decumbens* e exploração seletiva de madeira, entre vinte e nove e vinte anos atrás, pode ter contribuído para a depauperação do banco de sementes.

No que tange à implantação de processo de restauração ecológica, o quadro apresentado apresenta grandes desafios. A fragilidade do banco de sementes e a pobreza de espécies arbóreas de espécies fornecedoras de madeira, mesmo estando os ambientes a serem restaurados, via de regra, próximos a fragmentos florestais, indicam a inviabilidade de regeneração natural na área. Por outro lado, o fato de não ter sido encontrado diferença entre as abundâncias e riquezas de sementes viáveis, entre os ambientes e as distâncias a partir da borda, indicam que a braquiária não está influenciando especialmente a formação do banco de sementes, mas agindo sobre as fases de recrutamento e desenvolvimento das plântulas.

Devem ser escolhidos processos que tenham como objetivo vencer o estabelecimento da *Urochloa decumbens*, que competiria fortemente com as mudas, no período inicial de implantação dos sistemas, por recursos como luz, água e nutrientes, exercendo também efeito alelopático, inviabilizando os processos de restauração ecológica. Considerando os resultados deste estudo, as áreas prioritárias, a serem trabalhadas em processos de restauração ecológica são as áreas próximas à borda, uma vez que o estudo das imagens identificaram essas áreas como críticas pela ação conjunta do fogo e da braquiária, intensificado pelo desenho recortado da borda. Além disso, é interessante considerar como método de restauração, no mínimo a título de estudo, o simples controle da braquiária de preferência manualmente, permitindo o recrutamento e desenvolvimento das sementes das outras espécies que se encontram no banco de sementes, que, pelos resultados deste estudo não está sendo afetado especialmente pela presença da gramínea invasora. Tal processo, além de diminuir a borda e seus efeitos deletérios, teria a vantagem de proteger os fragmentos florestais de eventuais incêndios, uma vez que essas áreas com a braquiária retirada, servem como aceiro.

Apesar das dificuldades elencadas, ratificando o que está defendido no plano de manejo do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, os resultados dos estudos aqui apresentados recomendam fortemente a urgência de intervenções na área de estudo. A alternativa de não intervir é, para além de inócua, perigosa para o sistema. As clareiras

evidenciadas no estudo de imagens e a germinação de plântulas da gramínea exótica invasora em duas amostras de solo, uma a cinco, outra a vinte metros da borda, no interior da floresta, indicam o risco de invasão das áreas de florestas pela braquiária.

Felfili (2003) descreve com precisão o perigoso processo a que a área de estudo esteve exposta, desde a retirada da madeira até a entrada da gramínea invasora na floresta pela ação do gado bovino:

> *"Angicos, aroeiras braúnas, cedros, cerejeiras e ipês tombam sem nenhuma perspectiva de reposição. Fogo e semeio de Brachiaria e outras gramíneas sucedem a derrubadas de árvores selecionadas pelo seu grande porte e qualidade da madeira. O gado forrageia no sub-bosque as tenras mudas e, ao mesmo tempo, dissemina as sementes das gramíneas invasoras que aderem na sua pele, assim como ficam depositadas no terreno junto com o estrume. Estas encontram um fértil terreno para propagar-se pelo sub-bosque da floresta abafando as mudas de nativas. A característica decídua das florestas, assim como o amplo espaçamento entre as espécies arbóreas permite entrada de luz suficiente para o crescimento das gramíneas forrageiras tornando-as muito vulneráveis a essa prática, em contraste com as matas de galeria."*

Com a retirada do gado, outro problema passa a ser importante quando associado à presença da *Urochloa decumbens*: a entrada do fogo. O acúmulo de biomassa produzida pelas gramíneas introduzidas na ausência do sobrepasto que antes ocorria põe em risco a área de estudo. Em processo descrito por D'Antonio & Vitousek (1992), os incêndios, provocados pelo homem ou por raios, se propagam nas áreas de pastagens e atingem as áreas de borda da mata, alterando as características dessa região e facilitando, ao longo do tempo, o avanço da matriz para dentro dos fragmentos florestais.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os processos de implantação de áreas de pastagem na área de estudo, com retirada de vegetação original por corte seletivo de espécies de interesse econômico e introdução de *Urochloa decumbens* e gado bovino resultaram, na área de estudo, num ambiente altamente alterado, com banco de sementes pobre e altamente fragmentado, onde dificilmente ocorrerá regeneração natural.

Além disso, caso uma intervenção não se dê, a tendência é de que a matriz de pastagem invada os fragmentos florestais, pelas bordas alteradas por fogo e pela colonização de eventuais clareiras interiores.

Projetos de restauração ecológica para a área de estudo devem prever o enriquecimento dos fragmentos florestais, além do estabelecimento de áreas de expansão desses fragmentos preferencialmente a corredores, uma vez que a questão da linha de borda é mais marcante do que a de isolamento de áreas. Deve ser considerada como técnica o mero controle manual da braquiária nas áreas de pastagem próximas à borda, haja vista o resultado encontrado no estudo do banco de sementes, que indica não haver diferença de abundância ou riqueza de sementes viáveis entre o ambiente florestal e o de pastagem.

## 6. REFERÊNCIAS

Aide, T. M. & Cavalier, J. 1994. Barriers to tropical lowland forest restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colômbia. Restoration Ecology, v. 2: 219 - 229.

Almeida, F. F. M. 1965. Geologia da Serra da Bodoquena (Mato Grosso), Brasil. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, DNPM: 219:1-96.

Alvarenga, S. M., Brasil, A. E.& Del'Arco, D. M. 1982. Geomorfologia., in: IBGE. Folha SF-21, RADAMBRASIL Levantamento de Recursos Naturais, 28 Campo Grande. Rio de Janeiro. Pp. 125- 184.

Araújo, M. M.; Longhi, S. J.; Barros, P. L. C. & Brena, D. A. 2004. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual Ripária Cachoeira da Sul, RS, Brasil, Scientia florestalis 66: 124-141.

Araújo, M. R. & Souza, O. C. 2003. Fragmentação florestal e a degradação das terras. In: Costa, R. B. Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste, UCDB: 139-160.

Arrhenius, O. 1921. Species and Area. J. Ecol. 9: 95-99.

Asner, G. P., Beatty, S. W. 1996. Effects of an African grass invasion on Hawaian shrubland nitrogen biogeochemistry.*Plant & Soil* 186: 205-211.

Baider, C.; Tabarelli, M. & Mantovani, W. 1999. O banco de sementes de um trecho de floresta atlântica montana (São Paulo, Brasil). Revista Brasileira de Biologia. 59(2). 319-328.

Baptista-Maria, V. R.; Rodrigues, R. R; Damasceno-Junio, G. A; Maria, F. S. & Souza, V. C. 2009. Composição florística de florestas estacionais ribeirinhas no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Acta Botanica Brasileira, 23(2), 535-549.

Barbosa, E. G; Pivello, V. R. & Meirelles, S. T. 2008. Allelopathic evidence in Brachiaria decumbens and its potential to invade the Brazilian Cerrados. Braz. arch. biol. technol. v.51, n.4: 625-631.

Begon, M.; Townsend, C. R. & Harper, J. L. 2007. Ecologia: de indivíduos a ecossistemas. Porto Alegre: Artmed. 752p.

Boggiani, P. C.; Sallun Filho, W.; Karmann, I.; Gesicki, A. L.; Philadelphi & N. M.; Philadelphi, M. 2007. Gruta do Lago Azul, Bonito, MS - Onde a luz do sol se torna azul. In: Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Souza, C. R. G.; Fernandes, A. C. S.; Berbert-Born, M.; Queiroz, E. T. (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. 2008. Disponível em: http://www.unb. br/ig/sigep/sitio107/sitio107.pdf. Acesso em 03 de agosto de 2013.

Brasil. 2013. Espécies exóticas invasoras. Disponível em http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biosseguranca/especies-exoticas-invasoras. Acesso em 05 de agosto de 2013.

CBD. 1992. Convention on biological diversity. Disponível em http://www.cdb.int. Acesso em 17 de março de 2014.

Cheung, K.C.; Marques, M.C.M. & Liebsch, D. 2009. Relação entre a presença de vegetação herbácea e a regeneração natural de espécies lenhosas em pastagens abandonadas na Floresta Ombrófila Densa do Sul do Brasil. Acta Bot. Bras. 23: 1048-1056.

Costa, J. R.; Mitja, D. & Leal Filho, N. 2013. Bancos de sementes do solo em pastagens na Amazônia Central. Pesq. flor. bras., Vol. 33, nº 74:114-125.

Crispim, S. M. A. & Branco, O. D. 2002.Aspectos gerais das Braquiárias e suas características na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS / Sandra Mara Araújo Crispim, Oslain Domingos Branco – Corumbá: Embrapa Pantanal. 25p. – (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33).

Crósta, A. P. 1992. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. Campinas: IG/Unicamp. 170p.

Damasceno-Junior, G. A.; Nakajima, J. N. & Rezende, U. M. 2000. A floristic survey of the Rio Negro, Rio Aquidauana, and Rio Miranda watersheds (headwaters) of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. In: P.W. Willink, B. Chernoff, L.E. Alonso, J.R. Montambaut, R. Lourival (Eds.), A biological assessment of the Aquatic Ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. RAP. Bulletin of Biological Assessment 18. Conservation International, Washington, DC: Pp 34-43.

Damasceno-Junior, G. A.; Pott, A.; Maria, V. R. B.; Battilani, J. L.; Pott, V. L. & Scremin-Dias, E. 2007. Avaliação Ecológica Rápida (AER) do Parque Nacional da Serra da Bodoquena/MS. Relatório Final: Flora Terrestre. Não publicado.

D'Antonio, C. M. & Vitousek, P. M. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. Annual Review of Ecology and Systematics 23: 63–87.

Davis, M. A; Wrage, K. J. & Reich, P. B. 1998. Competition between tree seedlings and herbaceous vegetation: support for a theory of resource supply and demand. Journal of Ecology, 86: 652-661.

Dodd, C. K & Smith L. L. 2003. Habitat destruction and alteration: historical trends and future prospects for amphibians. Pages 94-112 in R. D. Semlitsch, editor. Amphibian Conservation. Smithsonian Institution, Washington.

Engel, V. L. & Parrotta, J. A. 2008. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas. In: Kageyama, P. Y.; Oliveira, R. E.; Moraes, L. F. D.; Engel, V. L. & Gandara, F. B. (org.) Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais. FEPAF, Botucatu. Pp. 01-26.

Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics 34:487–515.

Felfili, J. M. 2003. Fragmentos florestais estacionais do Brasil central: diagnóstico e proposta de corredores ecológicos. In: Costa, R. B. Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste, UCDB: 139-160.

Fernandez, F. 2000. O poema imperfeito: crônicas de biologia da conservação e seus heróis. Curitiba: Ed. Universidade Federal do Paraná. 260p.

Fiqueiredo, D. 2005. Conceitos básicos de sensoriamento remoto. Disponível em http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos_sm.pdf. Acesso em 10 de março de 2014.

Garwood, N. C. 1989. Tropical Soil Seed Banks: a Rewiew. In: Leck, M. A.; Parker, T. V.; Simpson, R. L. (eds.). Ecology of Soil Seed Banks. New York: Academic Press. p. 149–209.

Hall, J. B. & Swaine, M. D. 1980. Seed stocks in ghanaian forest soils. Biotropica 12: 256-263.

Heymann, Y.; Steemans, C.; Croisille, G. & Brossard, M. 1994. Corine land cover project 0 technical guide. European Comission, Directorate General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, ECSC-EEC-EAEC, Brussels, Luxemburg. 136pp.

Holl K. D. 1999. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate and soil. Biotropica, 31: 229-242.

Hughes, F.; Vitousek, P. M. 1993. Barriers to shrub establishment following fire in the seasonal submontane zone of Hawaii. *Oecologia* 93: 557-563

ICMBio. 2013. Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bodoquena. Disponível em http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-

brasileiros/cerrado/unidades-de-conservacao-cerrado/2082-parna-da-serra-da-bodoquena.html. Acesso em 20 de junho de 2013.

IRS P6 LISS3. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 321 ponto 093. De 13 de abril de 2012. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

IRS P6 LISS3. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 321 ponto 093. De 31 de outubro de 2012. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

IUCN (The World Conservation Union). 2000. IUCN Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused by Alien Invasive Species. Prepared by the Species Survival Commission Invasive Species Specialist Group, and approved by the 51st Meeting of the IUCN Council. Gland, Switzerland.

IUCN (The World Conservation Union). 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. Disponível em <www.iucnredlist.org>. Acesso em 08 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 20 de maio de 2013. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 18 de setembro de 1984. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 16 de maio de 1985. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 18 de setembro de 1986. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 10 de agosto de 1987. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 27 de julho de 1988. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 02 de outubro de 1989. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 02 de agosto de 1990. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 20 de julho de 1991. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 09 de setembro de 1992. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. 09 de setembro de 1993. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 28 de julho de 1994. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 28 de maio de 1995. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 01 de julho de 1996. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 22 de setembro de 1997. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 23 de julho de 1998. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 21 de abril de 1999. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 13 de agosto de 2000. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 13 de junho de 2001. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 24 de fevereiro de 2002. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 23 de setembro de 2003. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 05 de junho de 2004. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 11 de agosto de 2005. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 13 de julho de 2006. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 30 de junho de 2007. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 19 de agosto de 2008. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 06 de agosto de 2009. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 10 de setembro de 2010 INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013

LANDSAT 5 TM. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite. Órbita 226 ponto 075. De 31 de outubro de 2011. INPE: São José dos Campos. Disponibilizado por solicitação em http://www.dgi.inpe.br/CDSR/ em 22 de outubro de 2013.

Levine, J. M.; Vilá, M.; D'Antonio, C. M.; Dukes, J. S.; Grigulis, K & Lavorel, S. 2003. Mechanisms underlying the impacts of exotic plants invasions. Proc. Royal Soc. London, v. 270, n. 1517, p. 775-781.

Lovejoy, T. E.; Bierregaard, R. O., Jr.; Rylands, A. B.; Malcolm, J. R.; Quintela, C. E.; Harper, L. H.; Brown, K. S., Jr.; Powell, A. H.; Powell, G. V. N.; Schubart, H. O. R. & Hays, M. B. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon Forest fragments. In: Soulé, M. E. (ed.) Conservation Biology: the Science of scarcity and diversity. Suderland: Sinauer.

Melo, A. C. G. & Durigan, G. 2006. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. Scientia Forestalis, Piracicaba, 71: 149-154.

Meneses, P. R.; Almeida, T.; Santa Rosa, A. N. C; Sano, E. E.; Souza, E. B.; Baptista, G. M. M. & Brites, R. S. 2012. Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. Disponível em http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8. Acessado em 18 de março de 2014.

Metzger, J. P. 2010. O Código Florestal tem base científica?. Natureza & Conservação, v. 8: 92-99.

MMA. 2003. Instrução Normativa nº 003, de 26 de maio de 2003: Lista Nacional das Espécies Brasileiras Ameaçadas de Extinção. Disponível em http://www.mma.gov.br/biodiversidade/espécies-ameaçadas-de-extinção/fauna-ameaçada. Acesso em 08 de outubro de 2013.

MMA.2004. Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasilera. Disponível em http://www.mma.gov.br/biodiversidade/projetos-sobre-a-biodiveridade/projeto-de-conservação-e-utilização-sustentável-da-diversidade-biológica-brasileira-probio-i/áreas-prioritárias. Acesso em 20 de agosto de 2013.

MMA. 2005. Fragmentação de Ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. 2ed. MMA/SBF, Brasília-DF: 510p.

Moraes, L. F. D. & Pereira, T. S. 2008. Restauração Ecológica em Unidades de Conservação. In: Kageyama, P. Y.; Oliveira, R. E.; Moraes, L. F. D.; Engel, V. L. & Gandara, F. B. (org.) Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais. FEPAF, Botucatu. Pp. 297-305.

Newmark, W. D. 1987. A land-bridge island perspective on mammalian extinctions in western North American parks. Nature, 325: 430-431.

Odum, E. P. & Barrett, G. W. 2007. Fundamentos de ecologia. São Paulo: Thomson Learning. 612p.

Odum, E. P. 1988. Ecologia. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan SA. 434p.

Oliveira, A. K. M; Fernandes, V. Garnés, S. J. A & Santos, C. R. B. 2009. Avaliação da perda de vegetação arbórea nativa na Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, por meio de sensoriamento remoto. R. RA'E GA, 17: 43-52.

Paranhos-Filho, A. C.; Lastoria, G. & Torres, T. G. 2008. Sensoriamento Remoto Ambiental Aplicado: introdução às geotecnologias. UFMS, Campo Grande-MS: 198p.

Pimentel, D.; McNair, S.; Janecka, J; Wightman, J; Simmonds, C.; O'Connell, C.; Wong, E.; Russel, L.; Zern, J.; Aquino, T. & Tsomondo, T. 2001. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. Agriculture, Ecosystems and Environment 84 (2001) 1–20.

Pimm, S. L. & Raven, P. 2000. Biodiversity: Extinctions by numbers. Nature 403: 843-845.

Pivello, V. R. 2011. Invasões biológicas no Cerrado brasileiro: Efeitos da introdução de espécies exóticas sobre a biodiversidade. Ecologia.Info 33.

Pott, A. & Pott, V.J. 2003. Espécies de fragmentos florestais em Mato Grosso do Sul. In: Costa, R. B. Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste, UCDB: 26-52.

Prado, D. E.; Gibbs, P. E. 1993. Patterns of species distribution in the dry seasonal forests of South America. *Ann. Missouri Bot. Gard.* V. 90, p. 902-927. Disponível em core.kmi.open.ac.uk/download/pdf/4497943, consultado em agosto de 2013.

Primack, R. B. & Rodrigues, E. 2001. Biologia da conservação. Londrina: Ed. Planta. 328p.

Reis A.; Bechara, F. C.; Espíndola M. B. de & Vieira, N. K. 2003. Restauração de Áreas Degradadas: A Nucleação como Base para os Processos Sucessionais. Revista Natureza & Conservação. v. 1, n. 1

Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. T. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. *In*: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (eds.). Cerrado: ecologia e flora. EMBRAPA, Brasília. Pp. 151-199.

Roberts, H. A. 1981. Seed banks in the soil. Advances in Applied Biology, Cambridge, Academic Press, v.6, 55 p.

Sallun Filho, W. & Karmann, I. 2007. Geomorphological map of the Serra da Bodoquena karst, west-central Brazil. Journal of Maps: 282-295.

Sallun Filho, W.; Karmann, I. & Boggiani, P. C. 2005.Cavernas da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul. Informativo SBE 91:. 43-47.

Silva, N. M. 2008. Dinâmica de uso das terras nos municípios de Bonito, Jardim e Bodoquena (MS) e o estado e conservação dos recursos biológicos do Parque Nacional da SerraA da Bodoquena e de sua zona de amortecimento. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 222p.

Silva, J. M. C. & Casteleti, C. H. M. 2003. Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. In The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook (C.Galindo-Leal & I.G. Câmara, eds.). Island Press, Washington, p. 43-59.

Society for Ecological Restoration. 2004. SER international primer on ecological restoration. version 2. Disponível em http://www.ser.org/resources/resources-detail-view/ser-international-primer-on-ecological-restoration . Acesso em 20 out. 2013.

Straube, F. C., Urben-Filho, A., Rocha, M. C. V., Nunes, A. P. & Tomas, W. M. 2006. Nova contribuição à Ornitologia do Chaco Brasileiro (Mato Grosso do Sul, Brasil). Atual. Ornitol. 134:1-27.

Uhl, C.; Clark, K. & Maquirino, P. 1988. Vegetation dynamics in Amazonian treefall gaps. Ecology, 69: 751-763.

Warren, A. & Agnew, C. 1988. An assessment of desertification and land degradation in arid and semi-arid areas. International Institute for Environment and Development paper no. 2. London: Ecology and Conservation Unit, University College.

Wijdeven, S. M. J. & Kuzee, M. E. 2000. Seed availability as a limiting factor in forest recovery processes in Costa Rica. Restoration Ecology, Vol. 8, nº 4: 414-424.

Yaacobi, G.; Ziv, Y. & Rozensweig, M. L. 2007. Habitat fragmentation may not matter to species diversity. Proceedings of the Royal Society B. 274, 2409-2412.

# ANEXOS

## ANEXO A – Tabelas

| Vértices | Leste | Norte |
|---|---|---|
| 1 | 531442,988 | 7664815,135 |
| 2 | 531946,333 | 7664860,931 |
| 3 | 531945,707 | 7664537,908 |
| 4 | 531734,696 | 7664264,401 |
| 5 | 530366,585 | 7663684,733 |
| 6 | 529588,584 | 7663552,634 |
| 7 | 529415,498 | 7663913,645 |
| 8 | 528832,462 | 7663543,775 |
| 9 | 528680,533 | 7662589,202 |
| 10 | 529004,483 | 7662272,196 |
| 11 | 528970,838 | 7661199,151 |
| 12 | 529188,703 | 7661249,606 |
| 13 | 529561,279 | 7660988,645 |
| 14 | 529644,563 | 7660619,957 |
| 15 | 530122,889 | 7660029,725 |
| 16 | 530657,974 | 7659974,807 |
| 17 | 530394,604 | 7659299,066 |
| 18 | 530645,681 | 7659073,427 |
| 19 | 530786,149 | 7658791,012 |
| 20 | 530721,368 | 7658621,643 |
| 21 | 530962,968 | 7658559,469 |
| 22 | 531172,781 | 7658284,347 |
| 23 | 530858,15 | 7657755,833 |
| 24 | 531127,228 | 7657574,629 |
| 25 | 534922,915 | 7659974,419 |
| 26 | 535259,831 | 7661640,193 |
| 27 | 534366,079 | 7663594,411 |
| 28 | 533426,386 | 7664253,662 |
| 29 | 533102,183 | 7665599,873 |
| 30 | 531194,687 | 7665045,632 |
| 31 | 531442,988 | 7664815,135 |

**Tabela 1: Pontos dos vértices do polígono correspondente à área de estudo em coordenadas UTM no *Datum* WGS84**

**Tabela 2: Lista de pontos de coleta e de referência da borda no transecto, utilizados na amostragem. Os nomes que os pontos de amostragem receberam se referem ao ambiente: M, para matriz de pastagem e F para fragmento; distância da borda em metros: 05, 20 ou 100 e o transecto a que pertence: 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 09 ou 10. Os pontos de contato borda-transecto receberam nomes com referência ao ambiente de borda, B, e o transecto: 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 09 ou 10. Não foram realizadas coletas nos pontos de borda.**

| Ponto | Latitude Sul | Longitude Oeste | Ambiente | Distância da borda (m) | Transecto |
|---|---|---|---|---|---|
| F100T01 | 21º08’36,80” | 56º42’49,34” | Floresta | 100 | 01 |
| F100T02 | 21º08’41,87” | 56º42’51,33” | Floresta | 100 | 02 |
| F100T03 | 21º08’43,36” | 56º43’09,53” | Floresta | 100 | 03 |
| F100T04 | 21º08’44,98” | 56º43’09,61” | Floresta | 100 | 04 |
| F100T05 | 21º08’46,90” | 56º43’09,53” | Floresta | 100 | 05 |
| F100T06 | 21º08’48,53” | 56º43’10,61” | Floresta | 100 | 06 |
| F100T07 | 21º08’49,90” | 56º43’11,20” | Floresta | 100 | 07 |
| F100T08 | 21º08’51,30” | 56º43’10,00” | Floresta | 100 | 08 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| F100T09 | 21º08’52,40” | 56º43’09,41” | Floresta | 100 | 09 |
| F100T10 | 21º08’54,45” | 56º43’08,65” | Floresta | 100 | 10 |
| F20T01 | 21º08’36,60” | 56º42’52,29” | Floresta | 20 | 01 |
| F20T02 | 21º08’42,14” | 56º42’54,17” | Floresta | 20 | 02 |
| F20T03 | 21º08’42,89” | 56º43’06,66” | Floresta | 20 | 03 |
| F20T04 | 21º08’44,97” | 56º43’06,83” | Floresta | 20 | 04 |
| F20T05 | 21º08’47,00” | 56º43’07,60” | Floresta | 20 | 05 |
| F20T06 | 21º08’48,46” | 56º43’08,08” | Floresta | 20 | 06 |
| F20T07 | 21º08’49,48” | 56º43’08,34” | Floresta | 20 | 07 |
| F20T08 | 21º08’50,76” | 56º43’07,35” | Floresta | 20 | 08 |
| F20T09 | 21º08’51,90” | 56º43’06,44” | Floresta | 20 | 09 |
| F20T10 | 21º08’53,31” | 56º43’05,98” | Floresta | 20 | 10 |
| F05T01 | 21º08’36,67” | 56º42’52,83” | Floresta | 05 | 01 |
| F05T02 | 21º08’41,97” | 56º42’54,80” | Floresta | 05 | 02 |
| F05T03 | 21º08’42,93” | 56º43’05,72” | Floresta | 05 | 03 |
| F05T04 | 21º08’45,02” | 56º43’06,18” | Floresta | 05 | 04 |
| F05T05 | 21º08’46,93” | 56º43’06,84” | Floresta | 05 | 05 |
| F05T06 | 21º08’48,44” | 56º43’07,22” | Floresta | 05 | 06 |
| F05T07 | 21º08’49,34” | 56º43’06,70” | Floresta | 05 | 07 |
| F05T08 | 21º08’50,68” | 56º43’06,78” | Floresta | 05 | 08 |
| F05T09 | 21º08’51,70” | 56º43’06,24” | Floresta | 05 | 09 |
| F05T10 | 21º08’53,19” | 56º43’05,44” | Floresta | 05 | 10 |
| M05T01 | 21º08’36,61” | 56º42’53,35” | Matriz | 05 | 01 |
| M05T02 | 21º08’42,01” | 56º42’55,22” | Matriz | 05 | 02 |
| M05T03 | 21º08’42,97” | 56º43’05,14” | Matriz | 05 | 03 |
| M05T04 | 21º08’45,10” | 56º43’05,80” | Matriz | 05 | 04 |
| M05T05 | 21º08’47,00” | 56º43’05,92” | Matriz | 05 | 05 |
| M05T06 | 21º08’48,24” | 56º43’06,92” | Matriz | 05 | 06 |
| M05T07 | 21º08’49,28” | 56º43’05,95” | Matriz | 05 | 07 |
| M05T08 | 21º08’50,55” | 56º43’06,36” | Matriz | 05 | 08 |
| M05T09 | 21º08’51,68” | 56º43’05,77” | Matriz | 05 | 09 |
| M05T10 | 21º08’53,05” | 56º43’04,84” | Matriz | 05 | 10 |
| M20T01 | 21º 08’36,56” | 56º42’53,90” | Matriz | 20 | 01 |
| M20T02 | 21º08’42,10” | 56º42’55,63” | Matriz | 20 | 02 |
| M20T03 | 21º08’43,00” | 56º43’04,61” | Matriz | 20 | 03 |
| M20T04 | 21º08’45,01” | 56º43’05,21” | Matriz | 20 | 04 |
| M20T05 | 21º08’47,00” | 56º43’05,40” | Matriz | 20 | 05 |
| M20T06 | 21º08’48,15” | 56º43’06,09” | Matriz | 20 | 06 |
| M20T07 | 21º08’49,08” | 56º43’05,50” | Matriz | 20 | 07 |
| M20T08 | 21º08’50,45” | 56º43’05,84” | Matriz | 20 | 08 |
| M20T09 | 21º08’51,55” | 56º43’05,22” | Matriz | 20 | 09 |
| M20T10 | 21º08’52,72” | 56º43’04,38” | Matriz | 20 | 10 |
| M100T01 | 21º08’36,42” | 56º42’56,68” | Matriz | 100 | 01 |
| M100T02 | 21º08’42,24” | 56º42’58,37” | Matriz | 100 | 02 |
| M100T03 | 21º08’43,19” | 56º43’01,70” | Matriz | 100 | 03 |
| M100T04 | 21º08’45,10” | 56º43’02,33” | Matriz | 100 | 04 |
| M100T05 | 21º08’46,83” | 56º43’02,56” | Matriz | 100 | 05 |
| M100T06 | 21º08’48,36” | 56º43’02,90” | Matriz | 100 | 06 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M100T07 | 21º08’48,78” | 56º43’02,73” | Matriz | 100 | 07 |
| M100T08 | 21º08’49,99” | 56º43’03,21” | Matriz | 100 | 08 |
| M100T09 | 21º08’50,96” | 56º43’02,62” | Matriz | 100 | 09 |
| M100T10 | 21º08’05,84” | 56º43’01,72” | Matriz | 100 | 10 |
| BT01 | 21º08’36,60” | 56º42’53,07” | Borda | 0 | 01 |
| BT02 | 21º08’41,97” | 56º42’54,97” | Borda | 0 | 02 |
| BT03 | 21º08’42,93” | 56º43’05,44” | Borda | 0 | 03 |
| BT04 | 21º08’45,04” | 56º43’05,94” | Borda | 0 | 04 |
| BT05 | 21º08’46,97” | 56º43’06,16” | Borda | 0 | 05 |
| BT06 | 21º08’48,27” | 56º43’07,18” | Borda | 0 | 06 |
| BT07 | 21º08’49,28” | 56º43’06,44” | Borda | 0 | 07 |
| BT08 | 21º08’50,58” | 56º43’06,45” | Borda | 0 | 08 |
| BT09 | 21º08’51,72” | 56º43’05,95” | Borda | 0 | 09 |
| BT10 | 21º08’53,11” | 56º43’05,29” | Borda | 0 | 10 |

**Tabela 3: Teste-t para quantidade de plântulas entre F e M presumindo variâncias diferentes**

| *Estatística* | *Fragmento Florestal* | *Matriz de Pastagem* |
|---|---|---|
| Média | 10,1 | 38,5 |
| Variância | 399,2 | 6133,9 |
| Observações | 30 | 30 |
| Hipótese da diferença de média | 0 | |
| gl | 33 | |
| **Stat t** | **-1,922246037** | |
| **P(T<=t) bi-caudal** | **0,063243193** | |
| **t crítico bi-caudal** | **2,034515297** | |

**Tabela 4: Teste-t para quantidade de morfotipos entre F e M presumindo variâncias diferentes**

| *Estatística* | *Fragmento Florestal* | *Matriz de Pastagem* |
|---|---|---|
| Média | 2,8 | 3,7 |
| Variância | 6,3 | 2,3 |
| Observações | 30 | 30 |
| Hipótese da diferença de média | 0 | |
| gl | 48 | |
| **Stat t** | **-1,742272659** | |
| **P(T<=t) bi-caudal** | **0,087865413** | |
| **t crítico bi-caudal** | **2,010634758** | |

**Tabela 5: Teste-t para diversidade de Shannon entre F e M presumindo variâncias diferentes**

| *Estatística* | *Fragmento Florestal* | *Matriz de Pastagem* |
|---|---|---|
| Média | 0,69 | 0,85 |
| Variância | 0,36 | 0,11 |
| Observações | 30 | 30 |
| Hipótese da diferença de média | 0 | |
| gl | 46 | |
| **Stat t** | **1,678660414** | |
| **P(T<=t) bi-caudal** | **0,189373575** | |
| **t crítico bi-caudal** | **2,012895599** | |

**Tabela 6: ANOVA aplicada ao número de plântulas para todas as faixas amostradas**

| *Fonte da variação* | *SQ* | *gl* | *MQ* | *F* | *valor-P* | *F crítico* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Entre grupos | 16783,68 | 5 | 3356,737 | **0,981149** | **0,437778** | **2,38607** |
| Dentro dos grupos | 184746,5 | 54 | 3421,231 | | | |
| Total | 201530,2 | 59 | | | | |

RESUMO

| *Grupo* | *Contagem* | *Soma* | *Média* | *Variância* |
|---|---|---|---|---|
| F100 | 10 | 59 | 5,9 | 36,99 |
| F20 | 10 | 176 | 17,6 | 1114,49 |
| F05 | 10 | 68 | 6,8 | 40,62 |
| M05 | 10 | 288 | 28,8 | 1491,29 |
| M20 | 10 | 322 | 32,2 | 1236,4 |
| M100 | 10 | 544 | 54,4 | 16607,6 |

**Tabela 7: ANOVA aplicada ao número de morfotipos para todas as faixas amostradas**

| *Fonte da variação* | *SQ* | *gl* | *MQ* | *F* | *valor-P* | *F crítico* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Entre grupos | 22,53333 | 5 | 4,506667 | **1,013156** | **0,419045** | **2,38607** |
| Dentro dos grupos | 240,2 | 54 | 4,448148 | | | |
| Total | 262,7333 | 59 | | | | |

RESUMO

| *Grupo* | *Contagem* | *Soma* | *Média* | *Variância* |
|---|---|---|---|---|
| F100 | 10 | 24 | 2,4 | 3,16 |
| F20 | 10 | 24 | 2,4 | 3,38 |
| F05 | 10 | 35 | 3,5 | 12,94 |
| M05 | 10 | 35 | 3,5 | 1,39 |
| M20 | 10 | 40 | 4 | 4,67 |
| M100 | 10 | 36 | 3,6 | 1,16 |

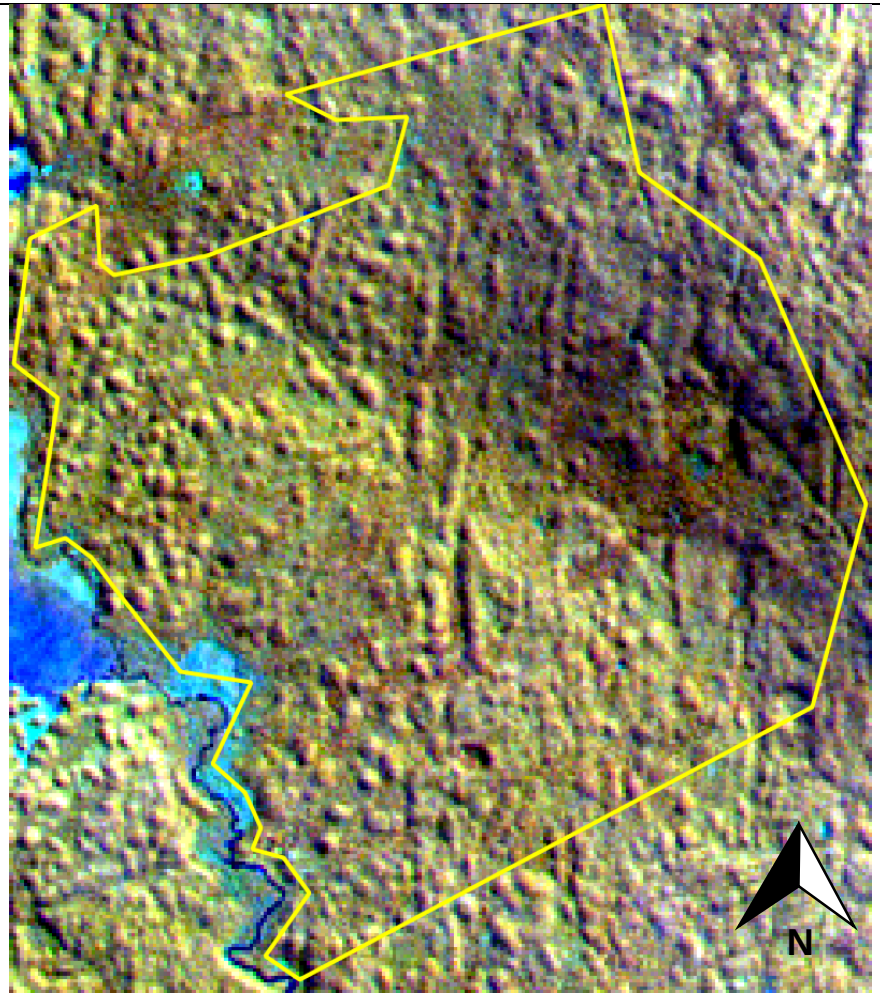
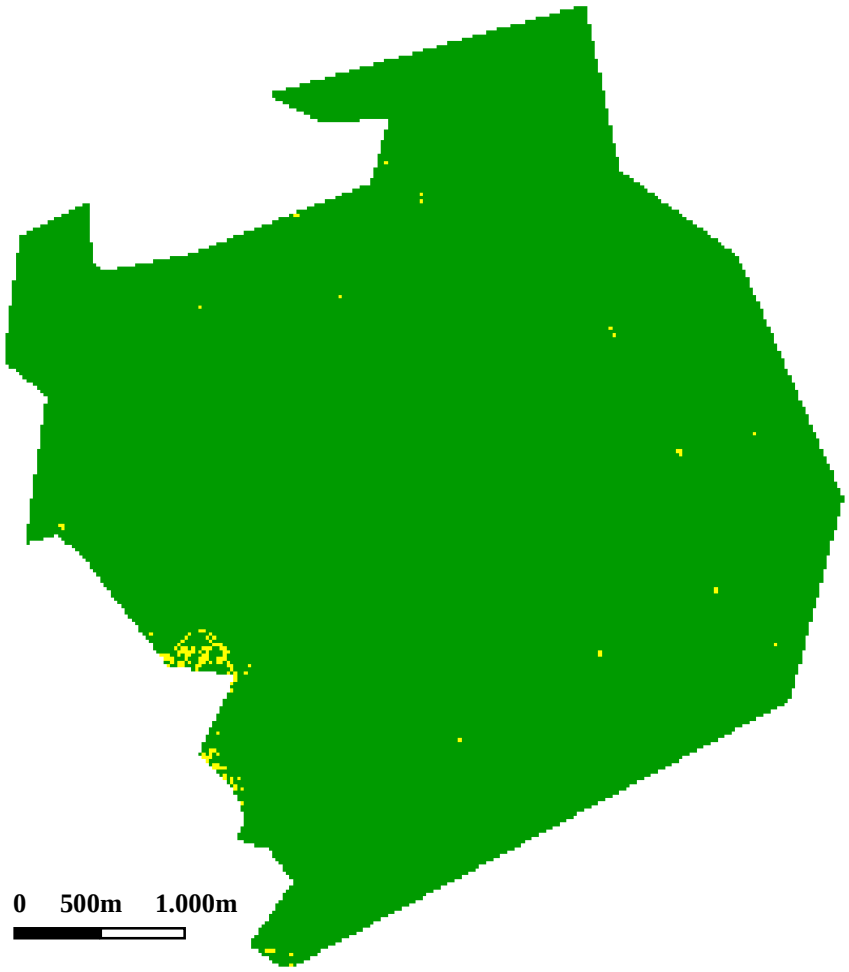
**Tabela 8: ANOVA aplicada ao índice de diversidade de Shannon para todas as faixas amostradas**

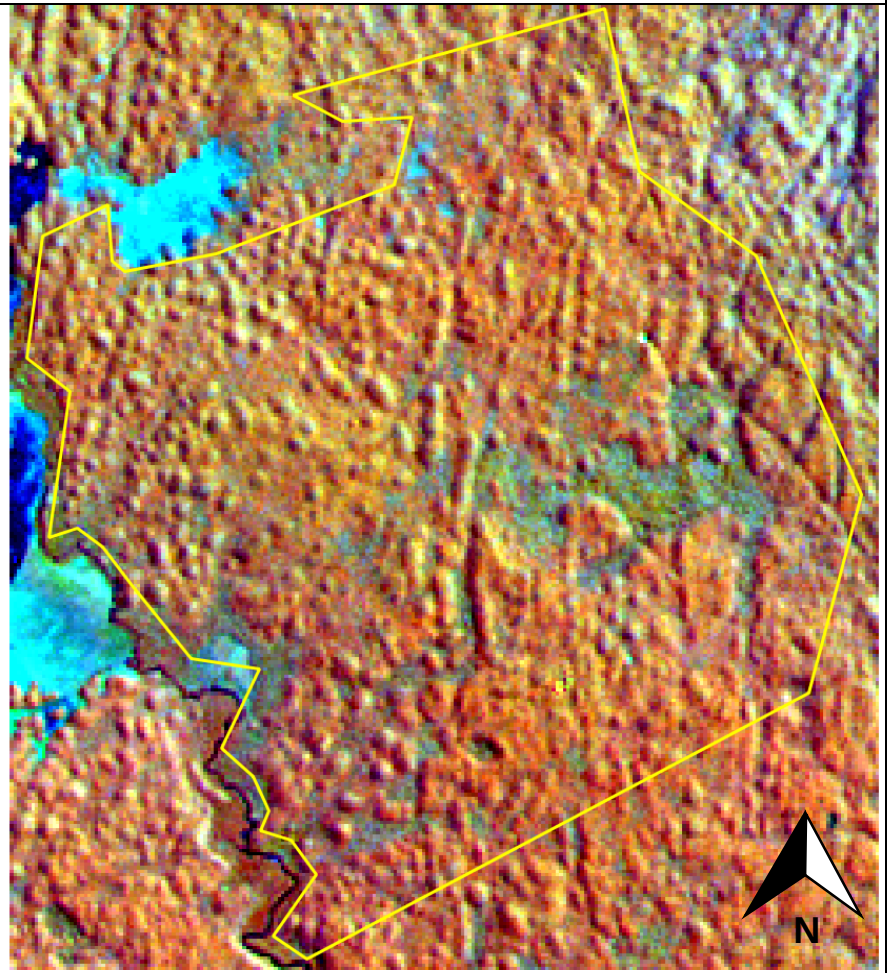
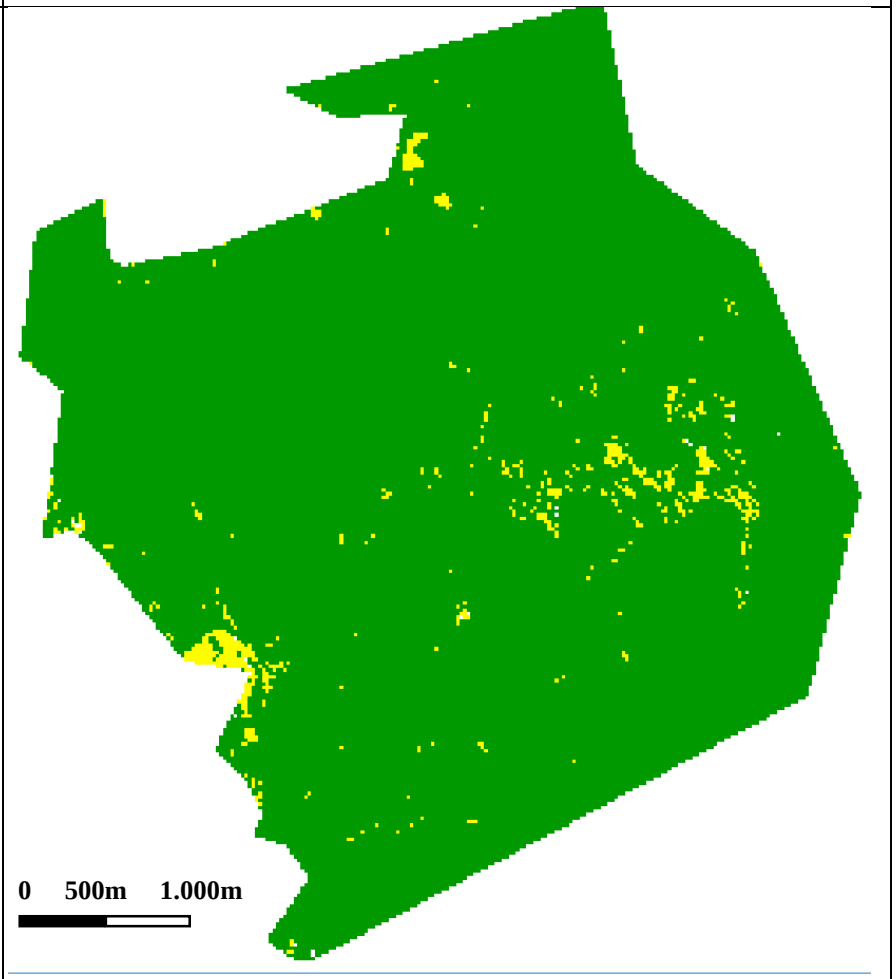
| *Fonte da variação* | *SQ* | *gl* | *MQ* | *F* | *valor-P* | *F crítico* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Entre grupos | 1,072743 | 5 | 0,214549 | **0,87608** | **0,503386** | **2,38607** |
| Dentro dos grupos | 13,22439 | 54 | 0,244896 | | | |
| Total | 14,29713 | 59 | | | | |

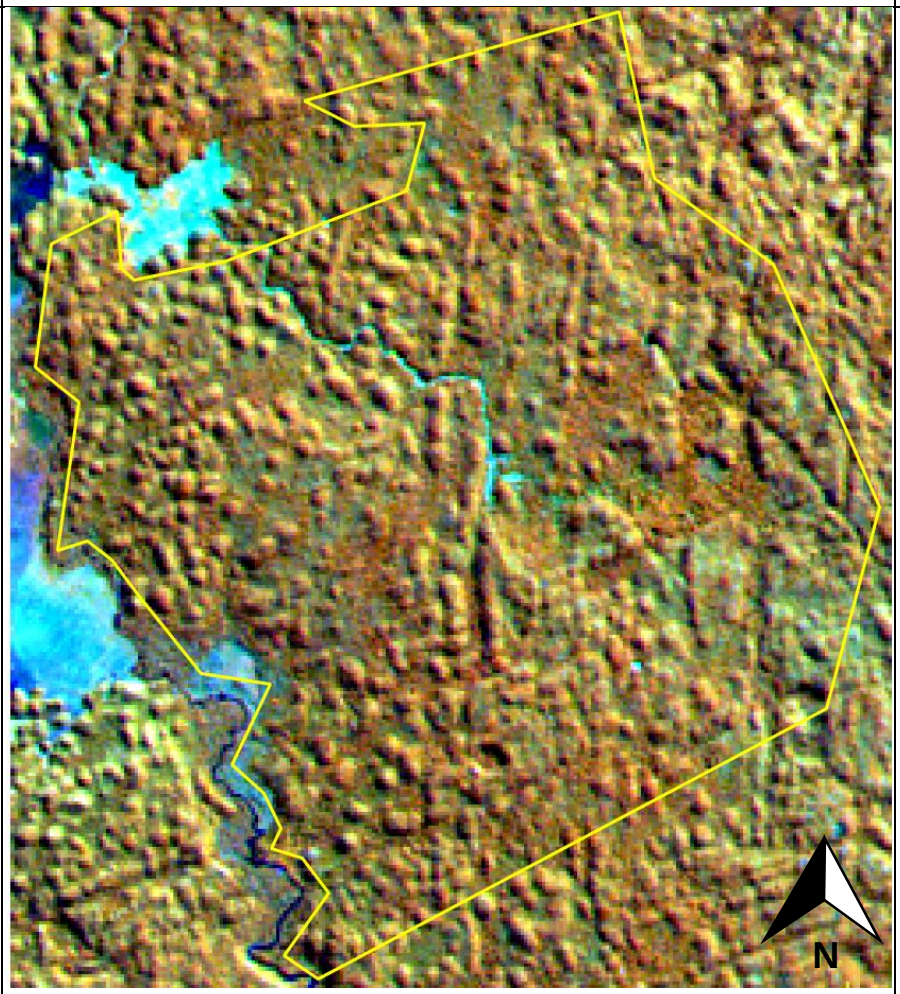
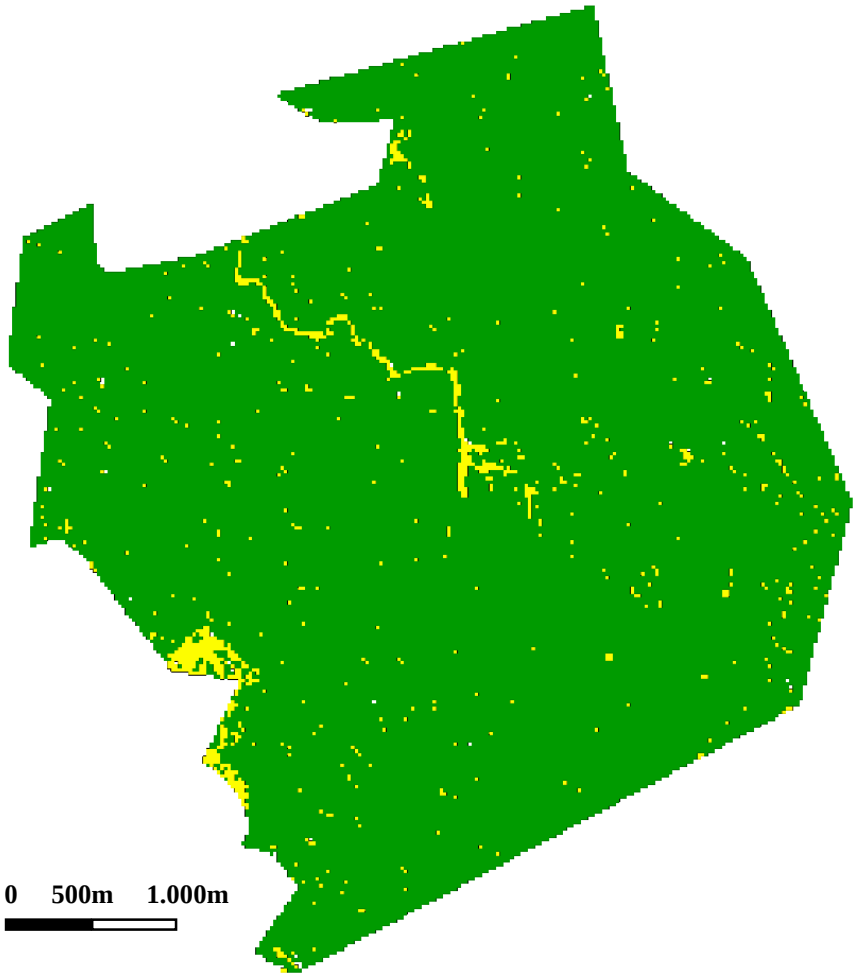
RESUMO

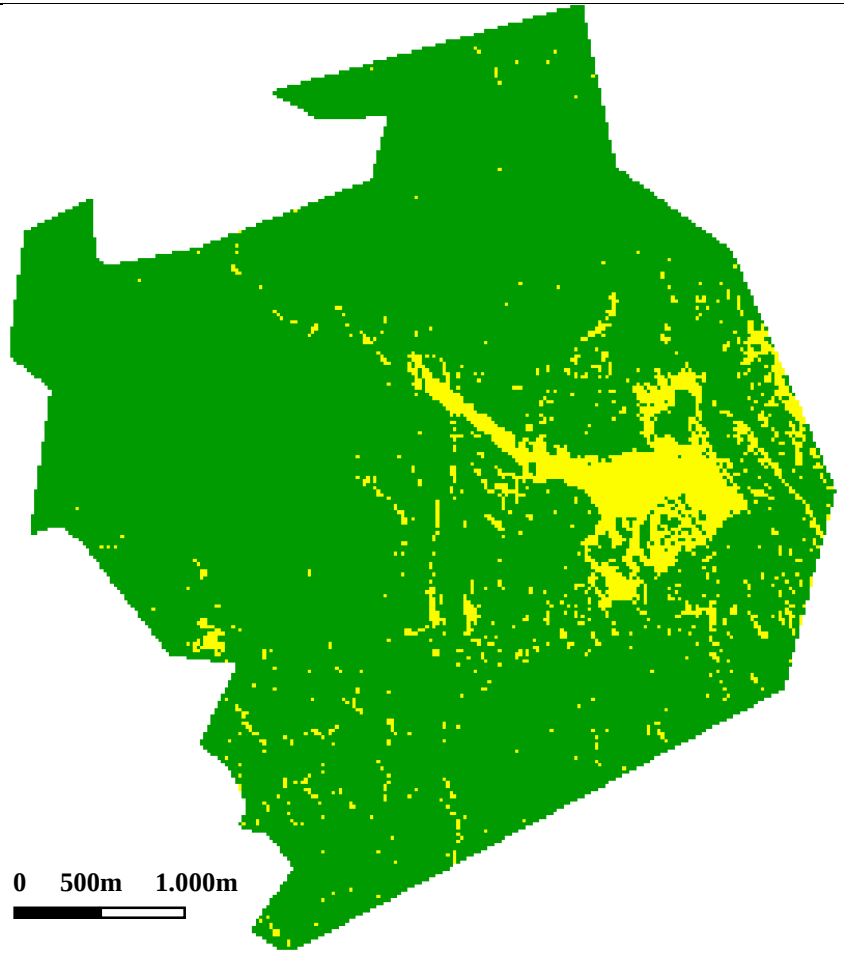
| *Grupo* | *Contagem* | *Soma* | *Média* | *Variância* |
|---|---|---|---|---|
| F100 | 10 | 7,284048 | 0,728405 | 0,268039 |
| F20 | 10 | 4,967715 | 0,496771 | 0,268744 |
| F05 | 10 | 8,341357 | 0,834136 | 0,563962 |
| M05 | 10 | 8,923449 | 0,892345 | 0,028584 |
| M20 | 10 | 7,96136 | 0,796136 | 0,206909 |
| M100 | 10 | 8,754863 | 0,875486 | 0,133139 |

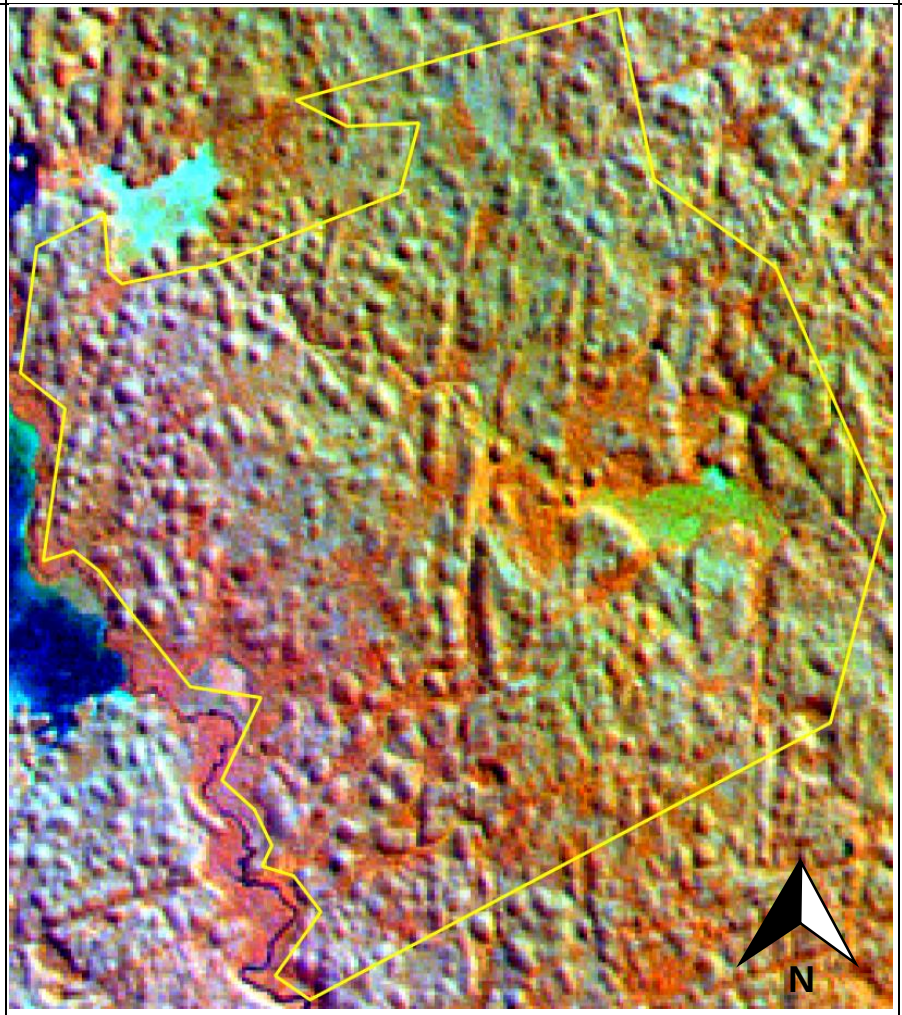
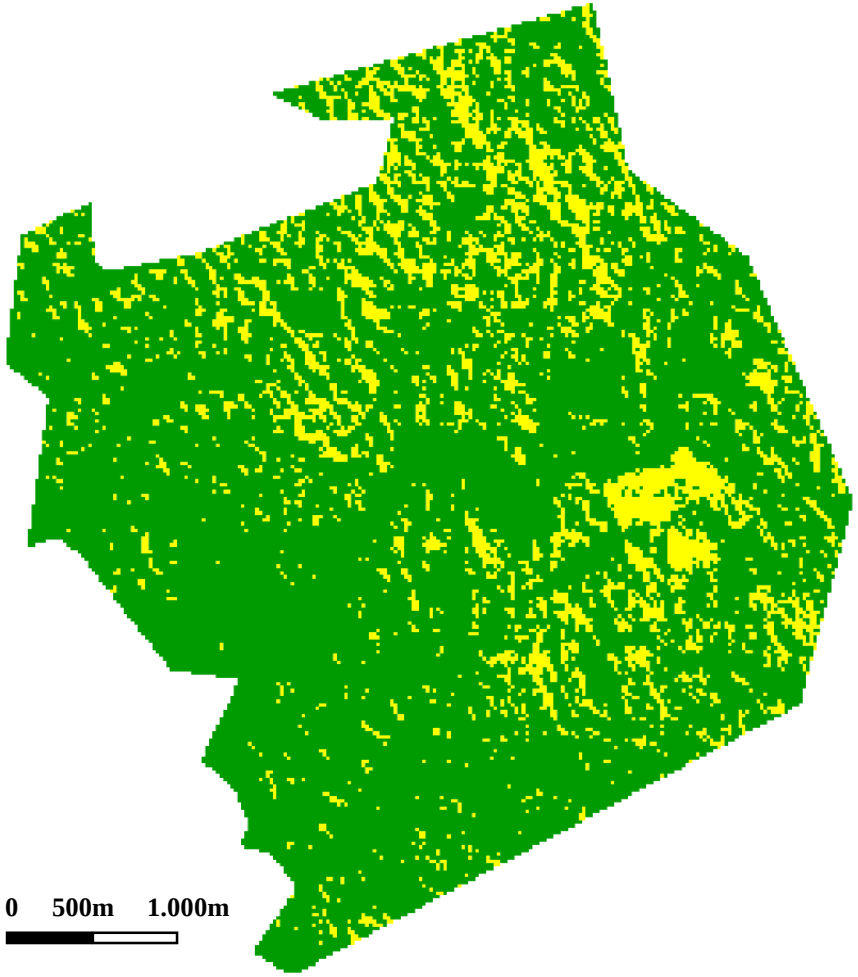
**ANEXO B – Imagens da área de estudo com respectivas classificações (floresta remanescente em verde e pastagem em amarelo)**

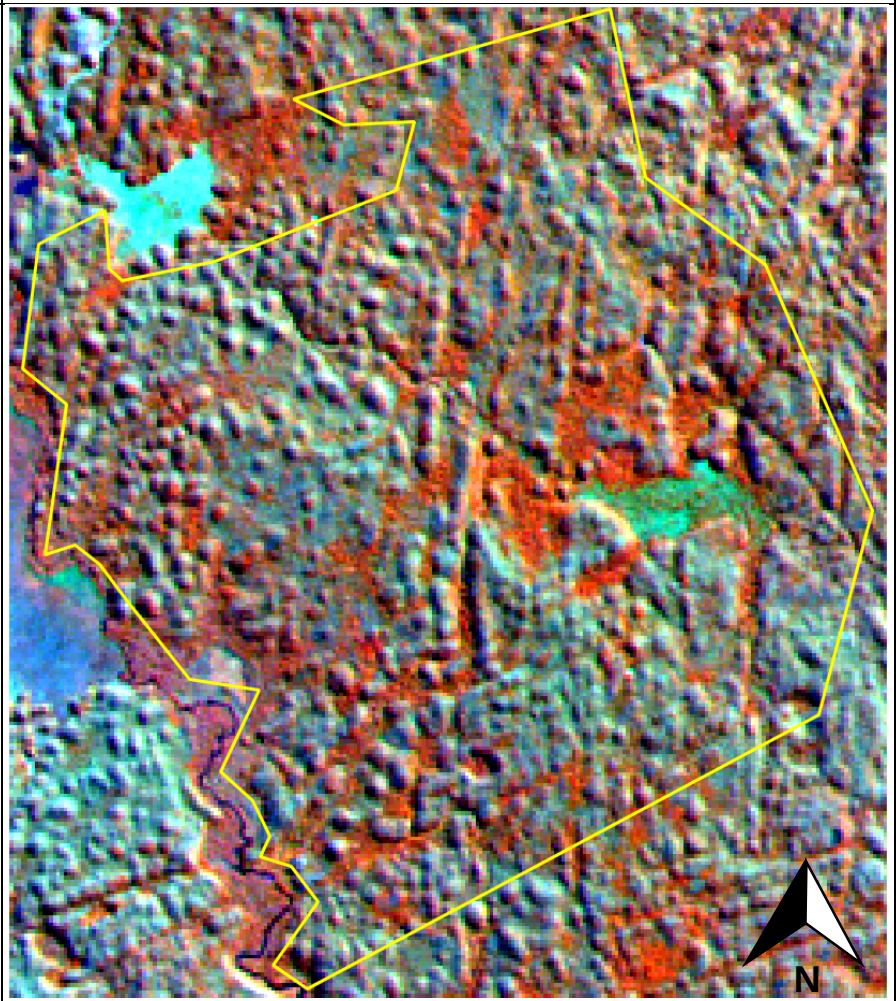
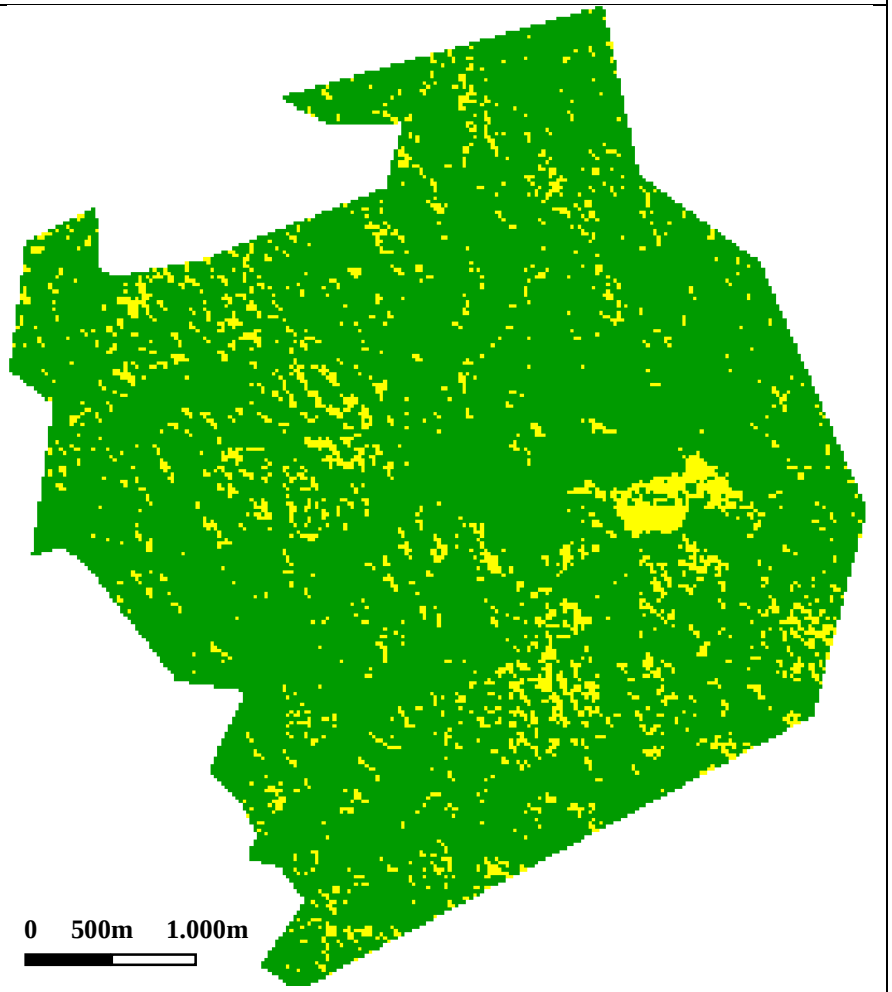
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 1984 (abril) |   |   |

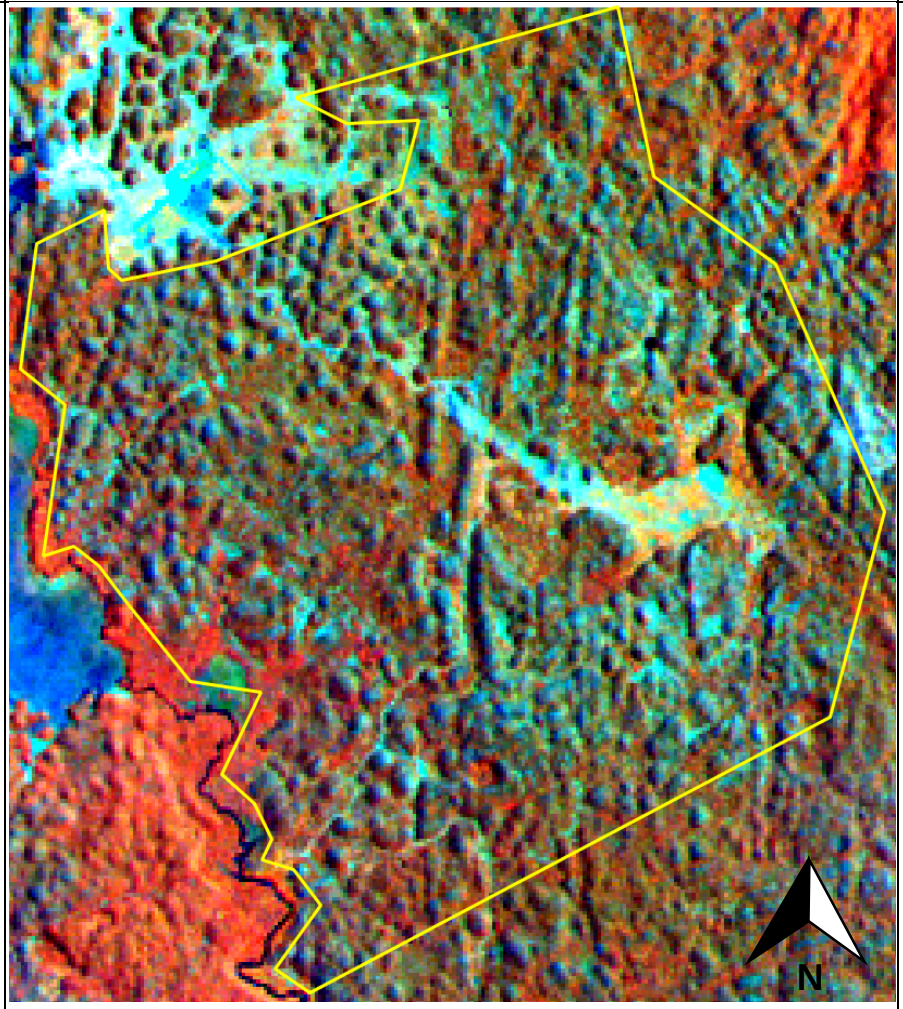
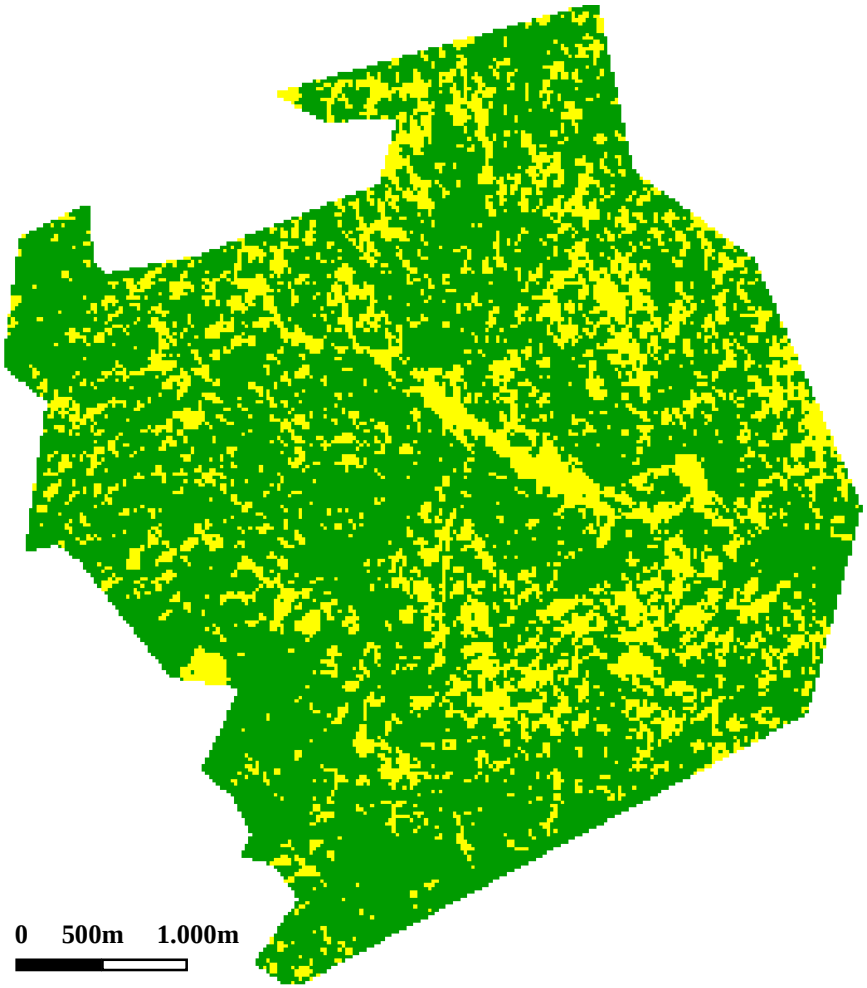
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 1984 (setembro) |   |   |

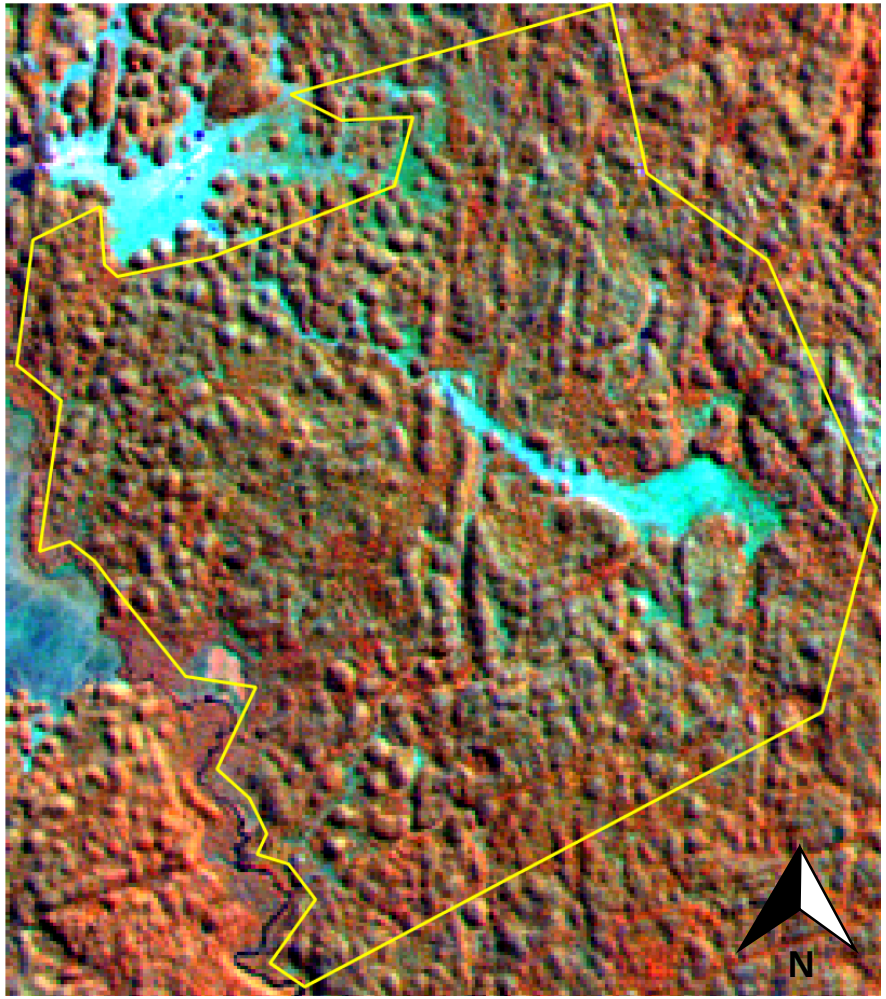
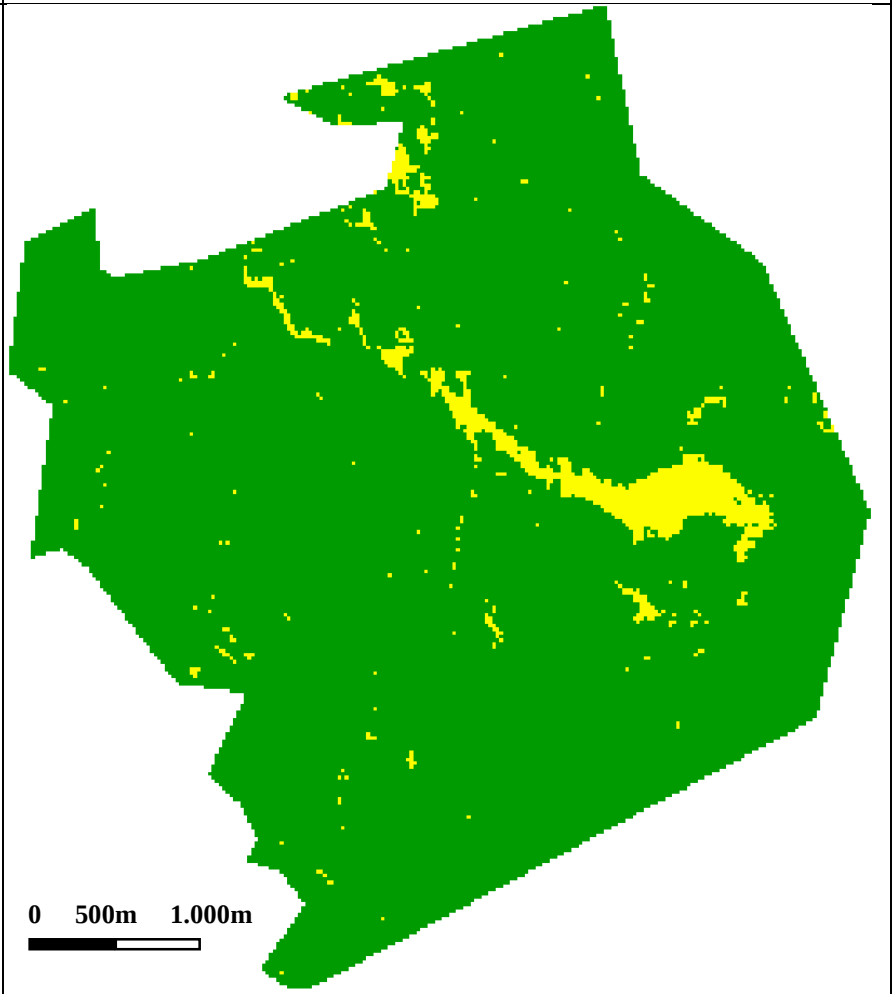
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 1985 (maio) |   |   |

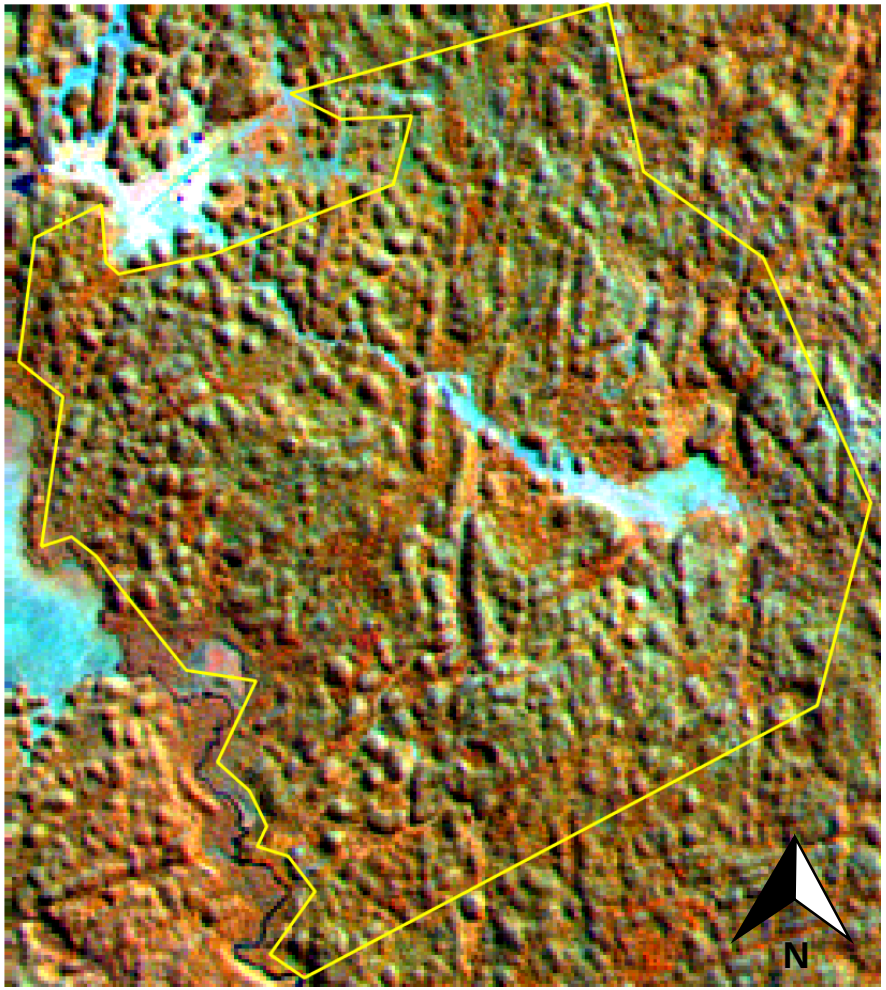
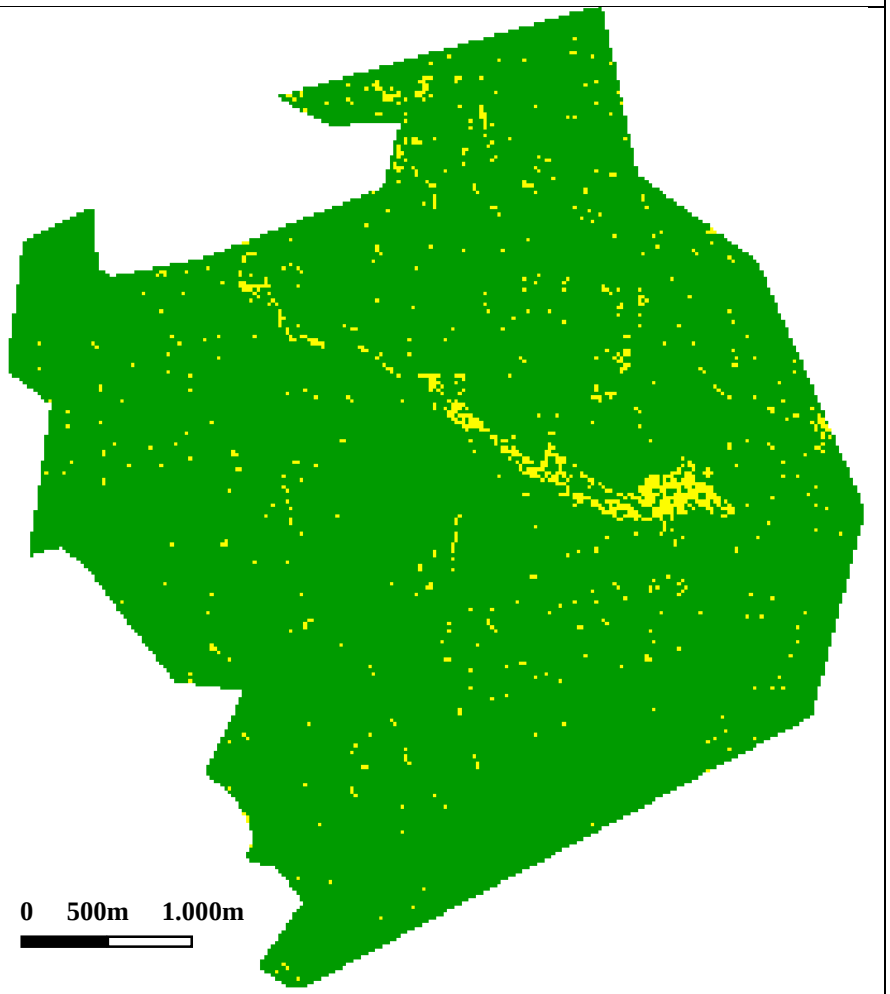
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 1986 (junho) | |   |

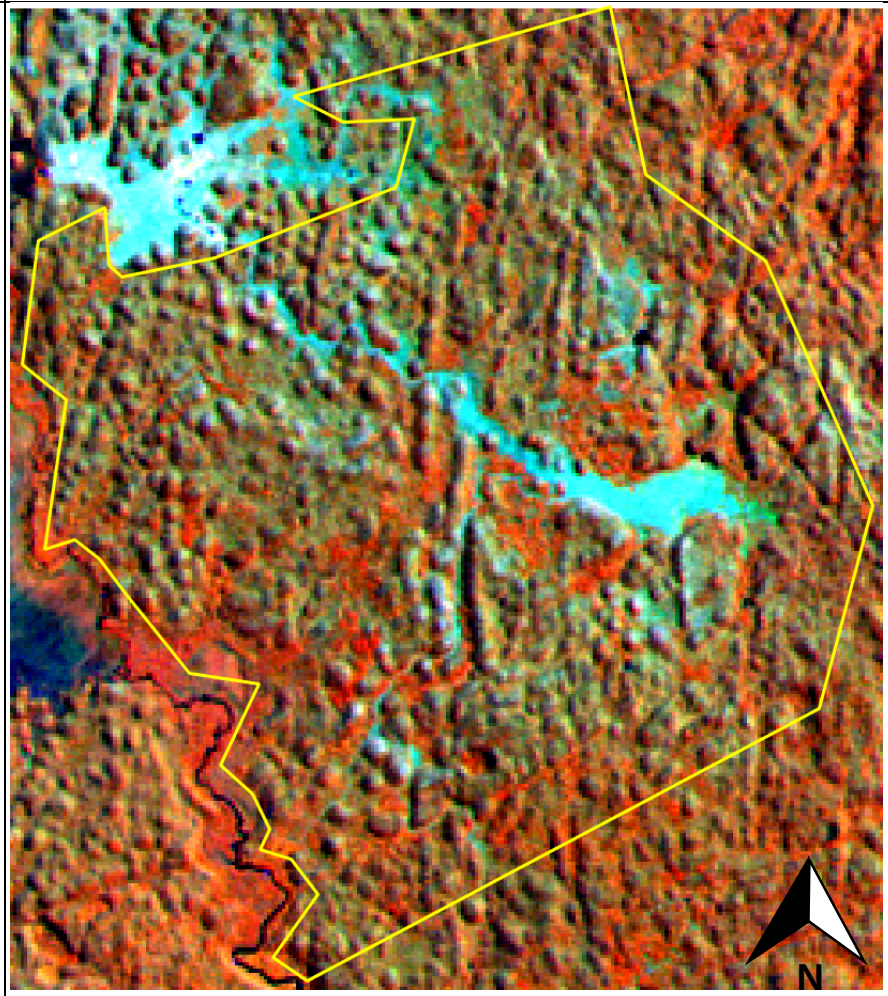
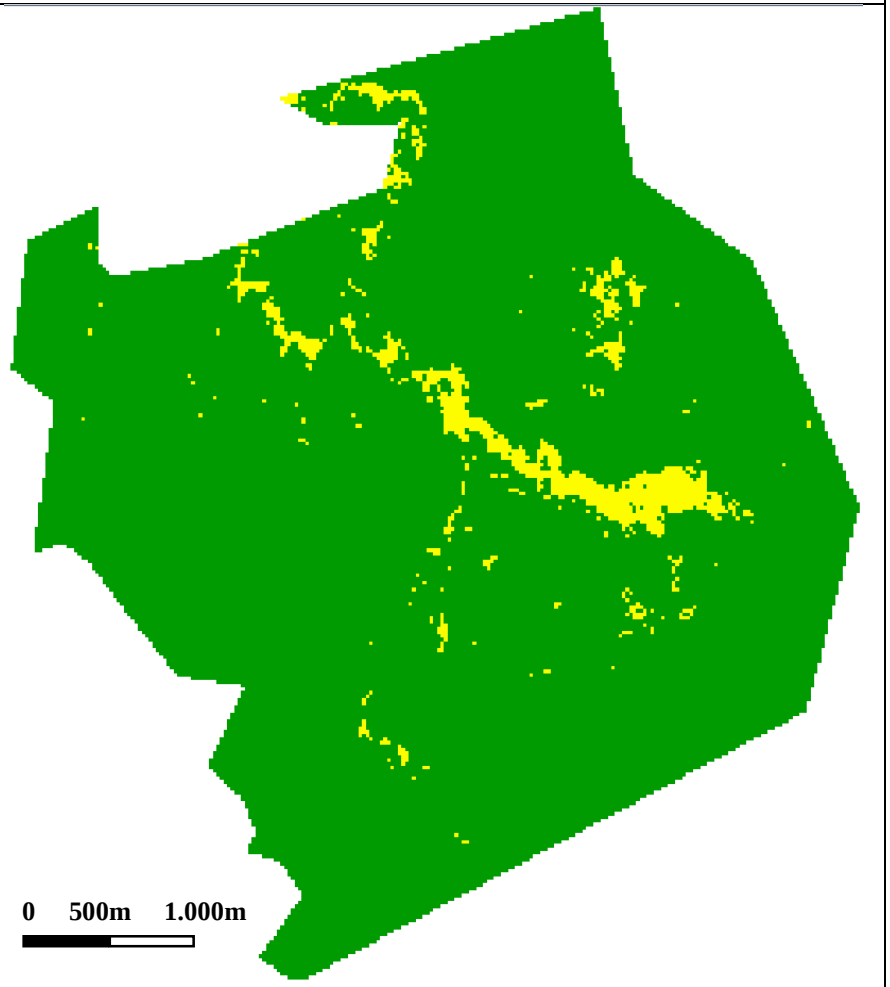
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 1987 (agosto) |   |   |

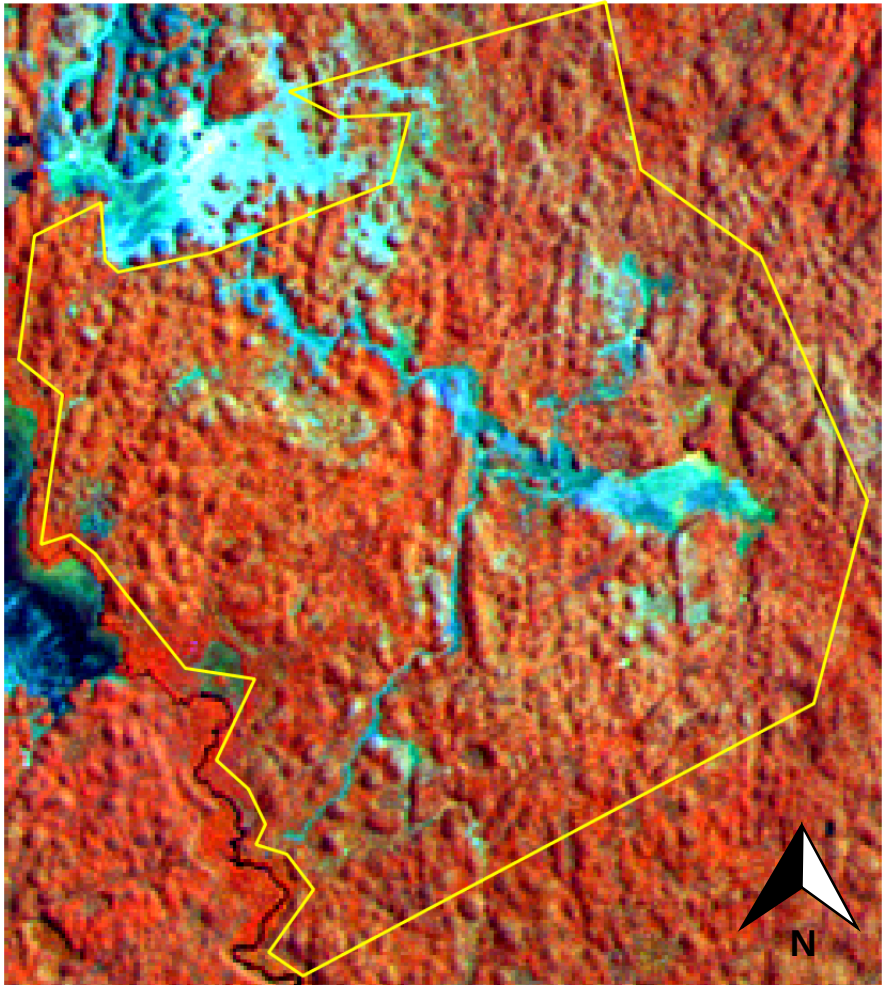
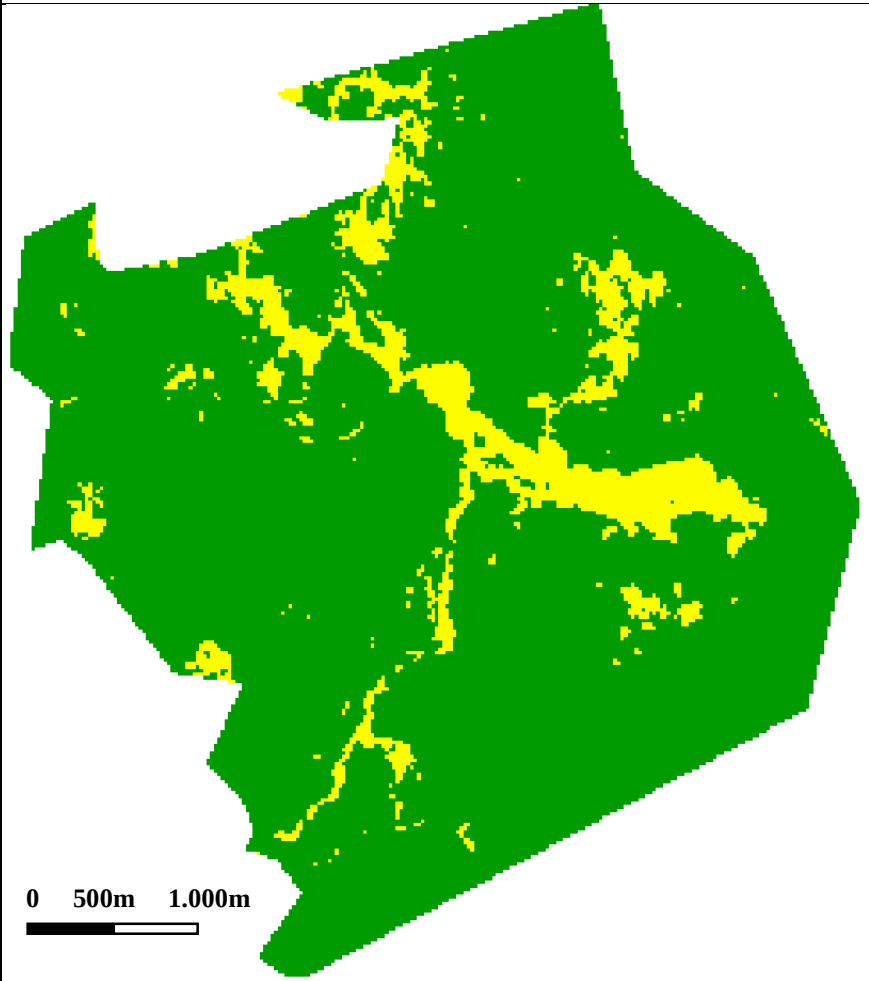
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 1988 (julho) |   |   |

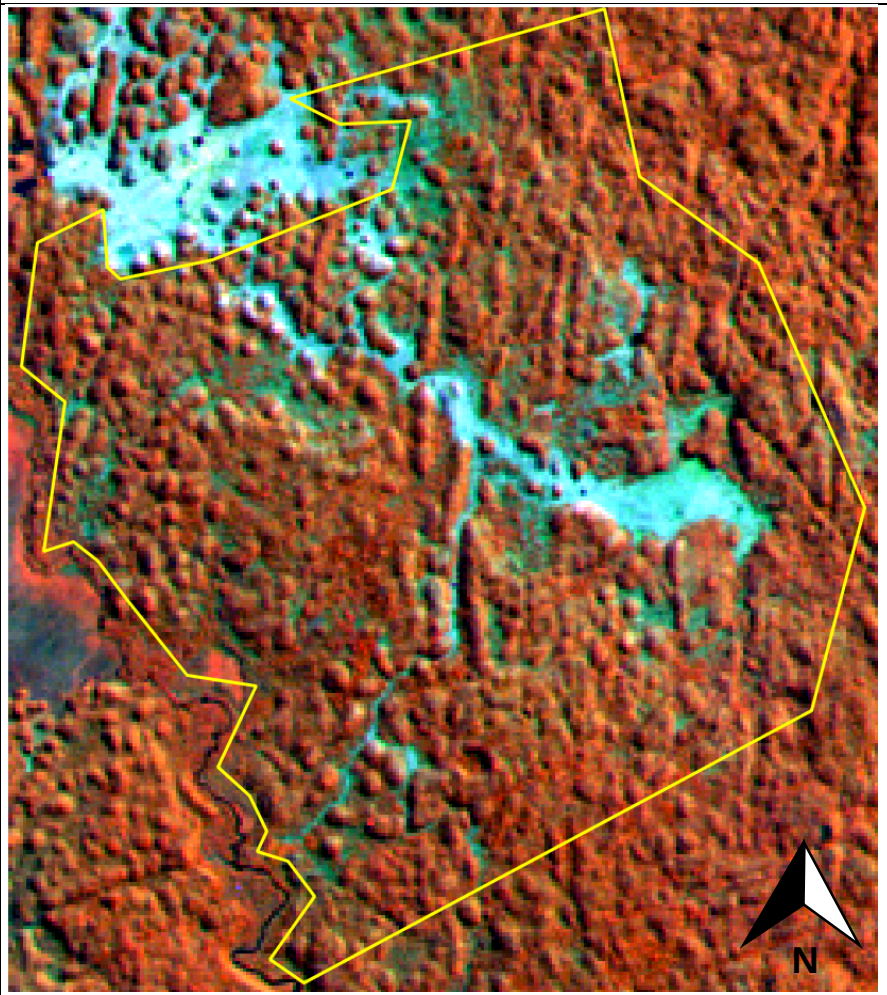
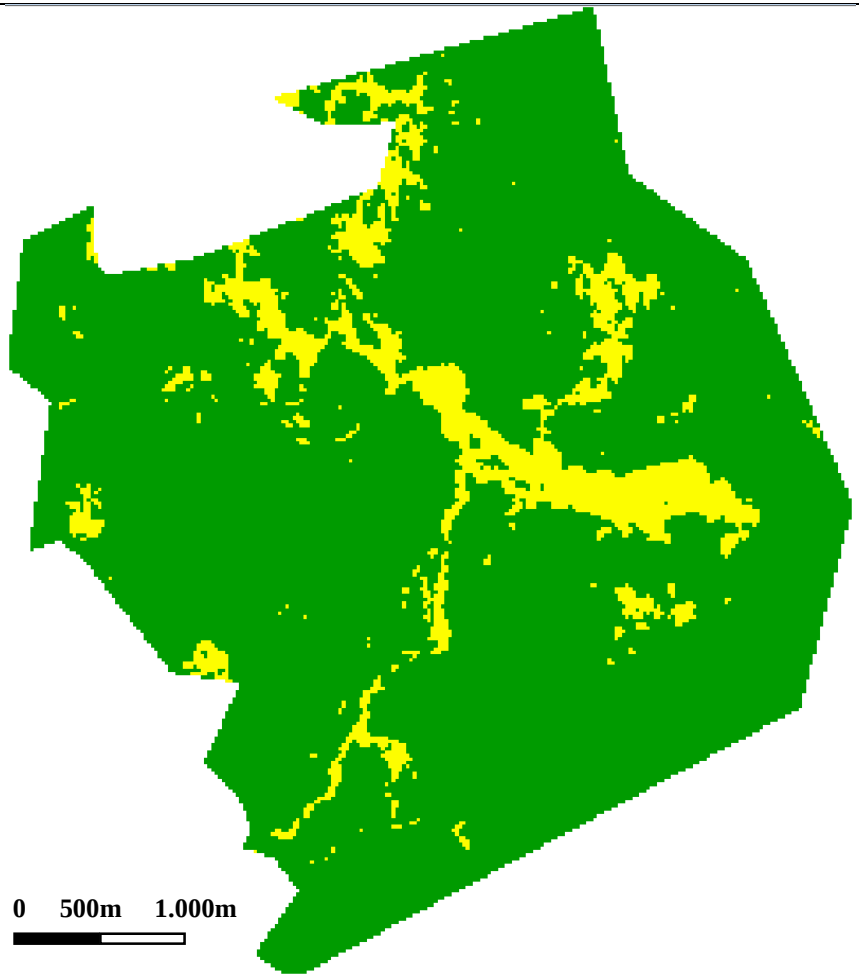
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 1989 (outubro) |   |   |

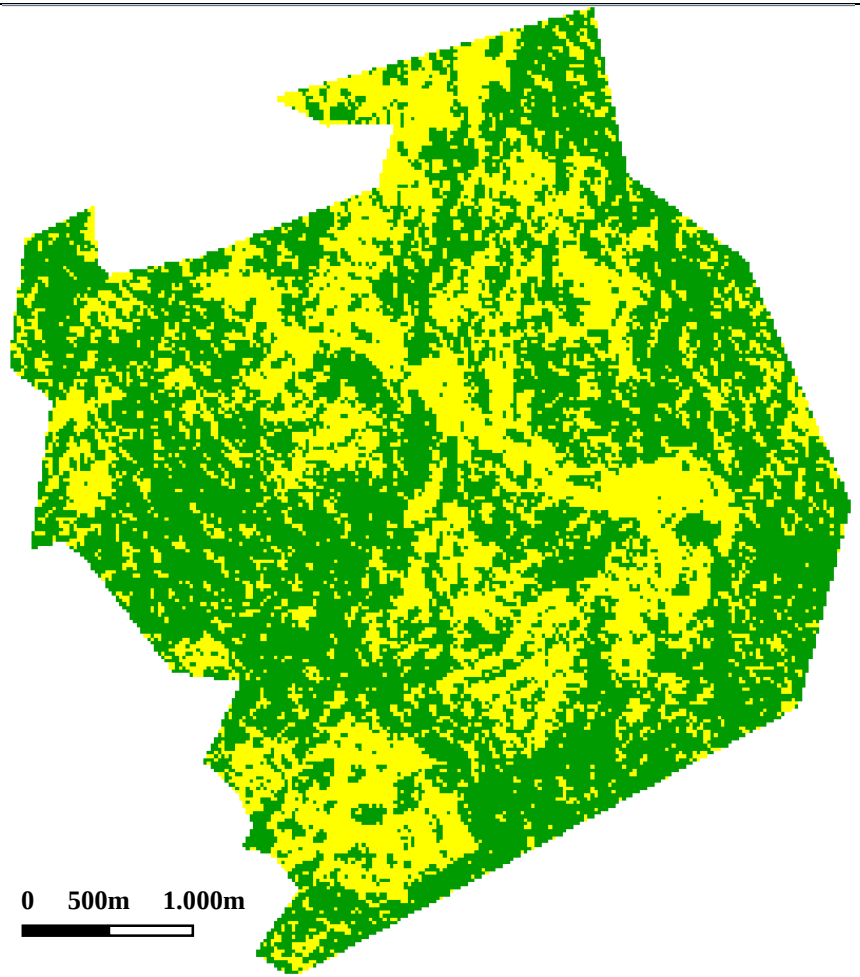
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 1990 (agosto) |   |   |

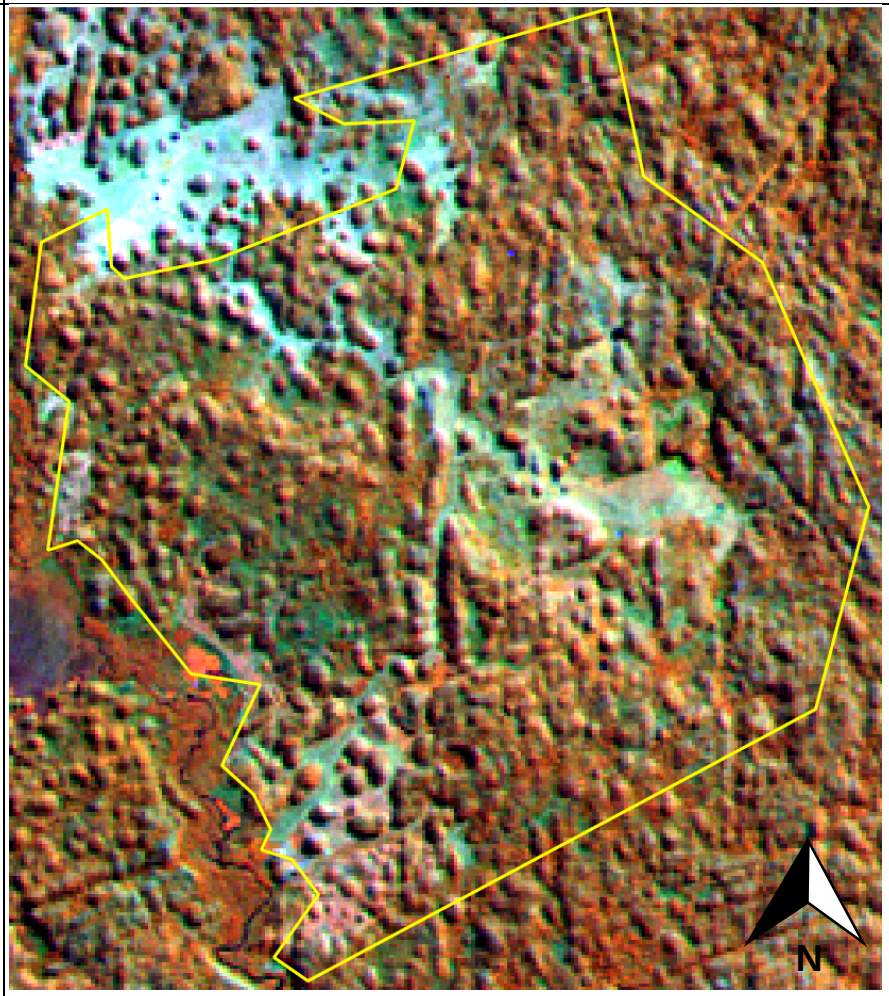
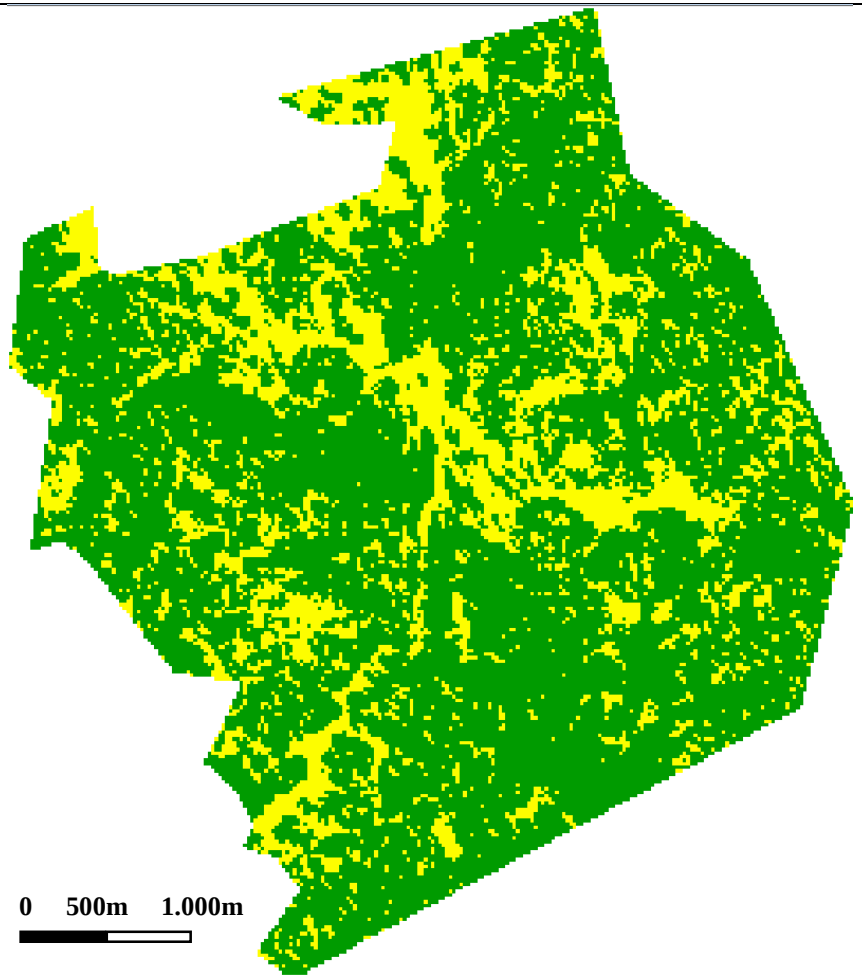
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 1991 (julho) |   |   |

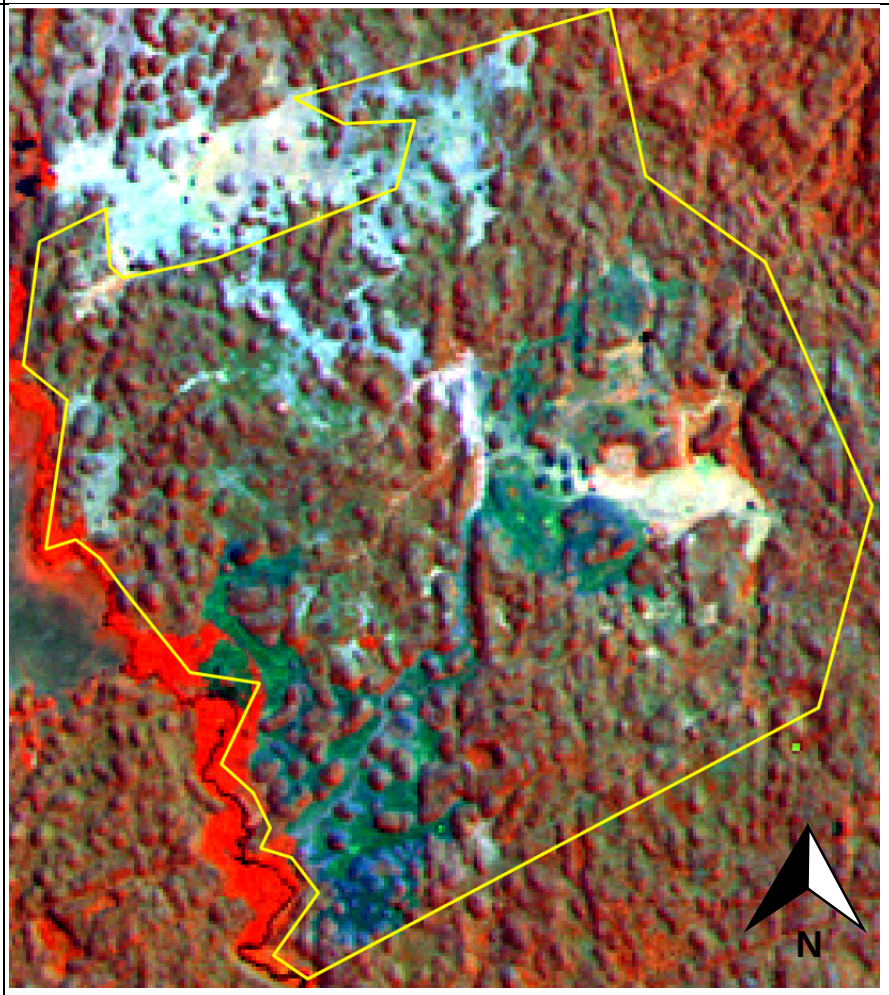
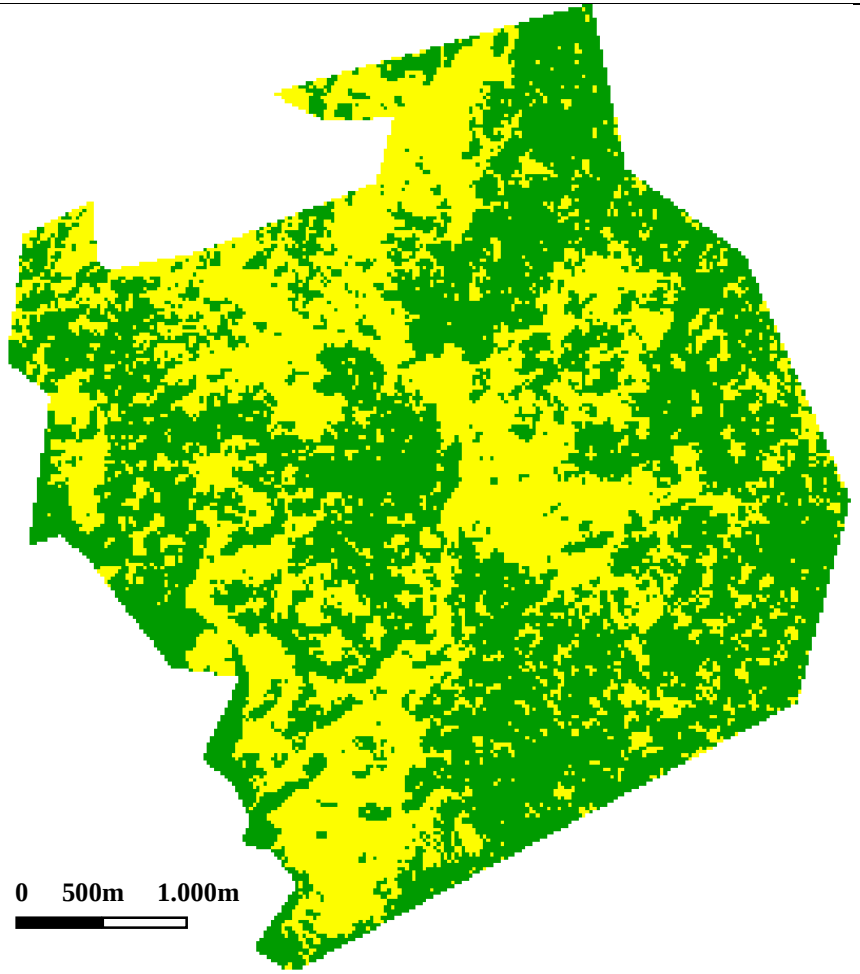
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 1992 (setembro) |   |   |

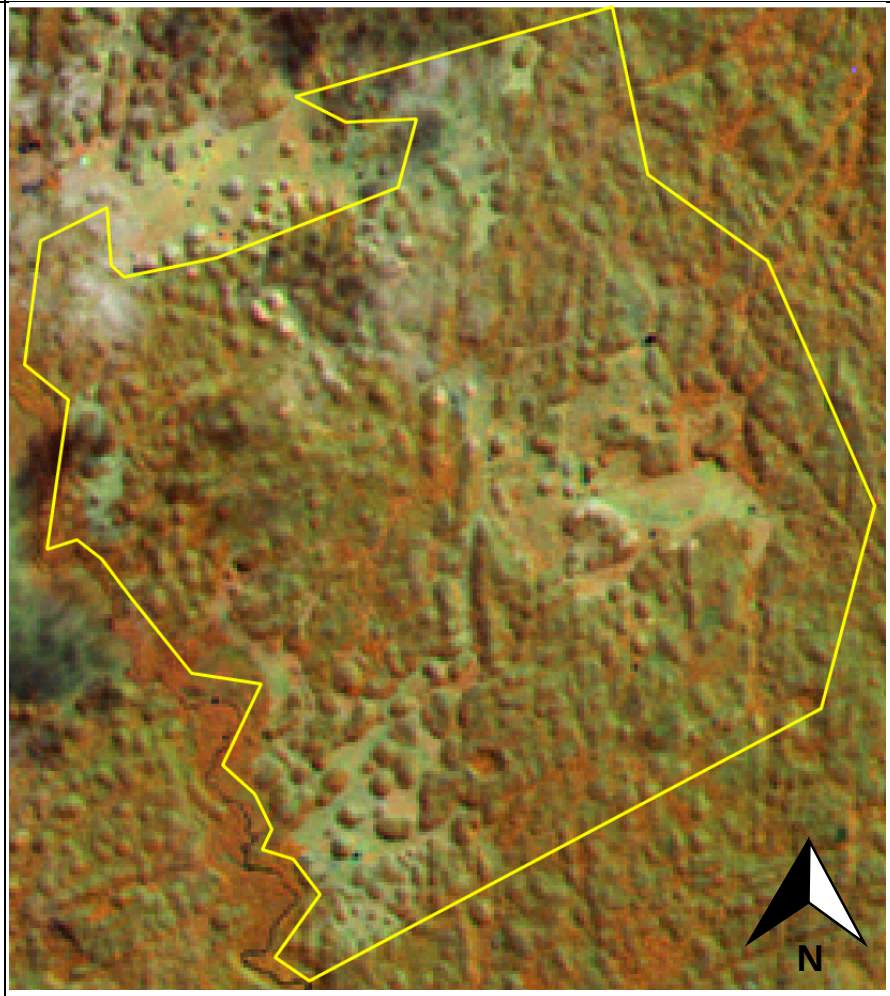
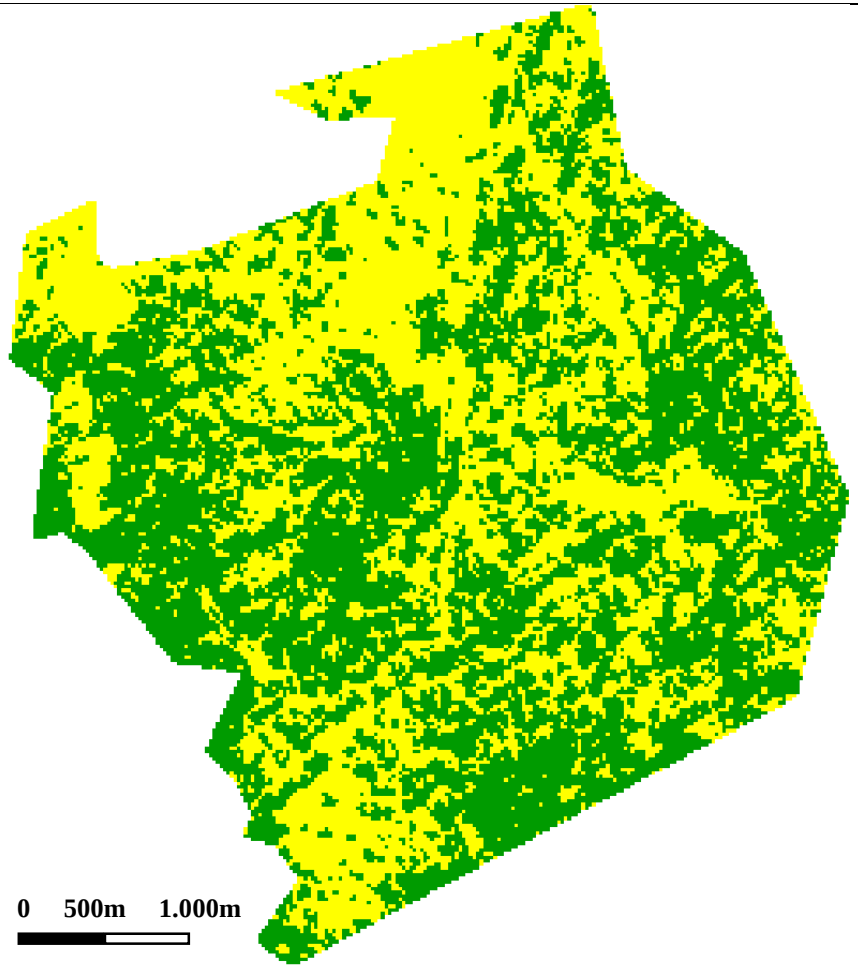
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 1993 (setembro) |   |   |

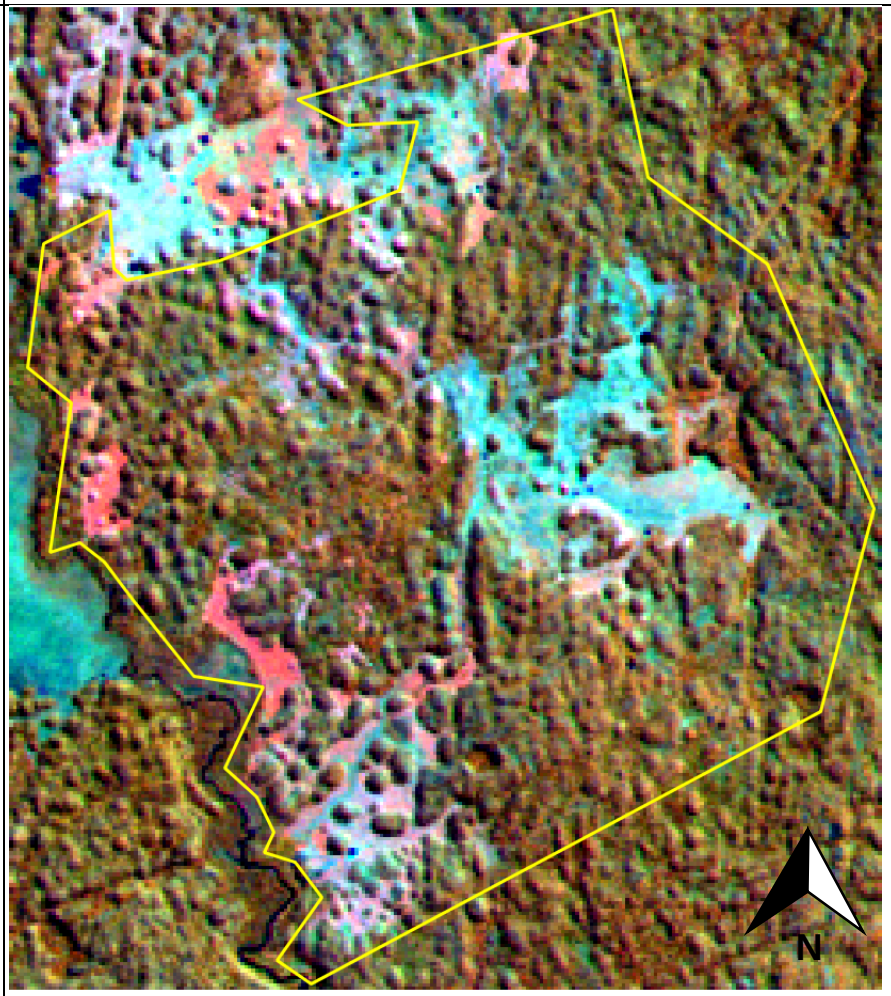
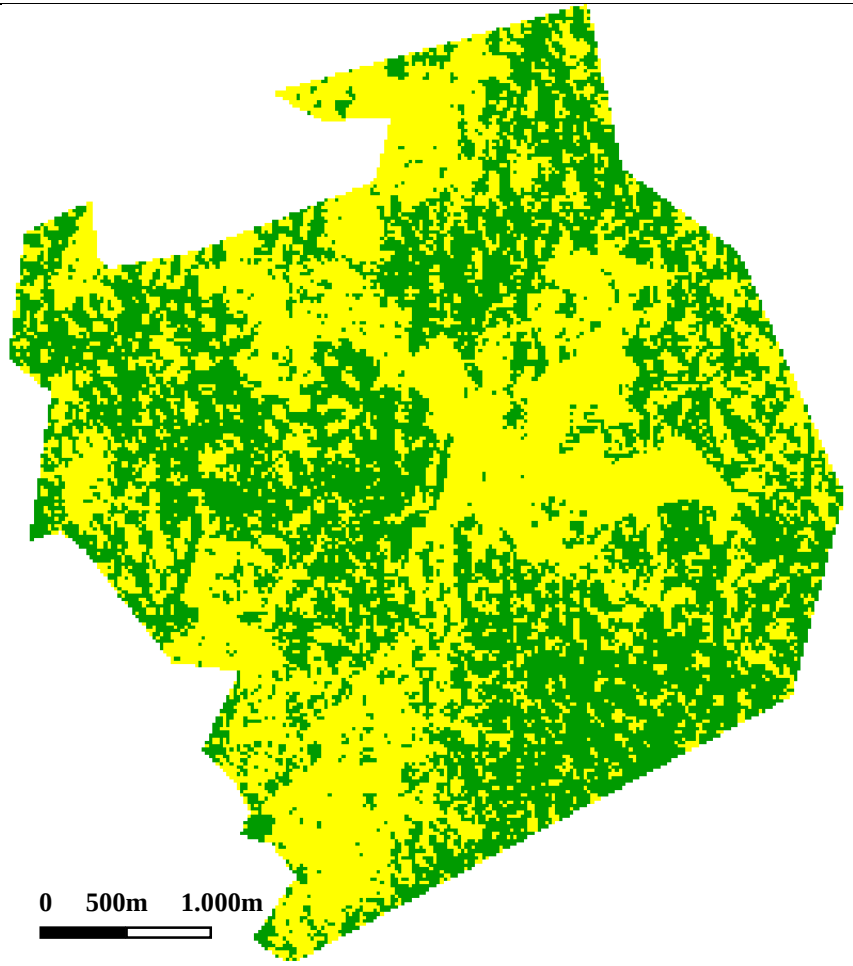
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 1994 (julho) |   |   |

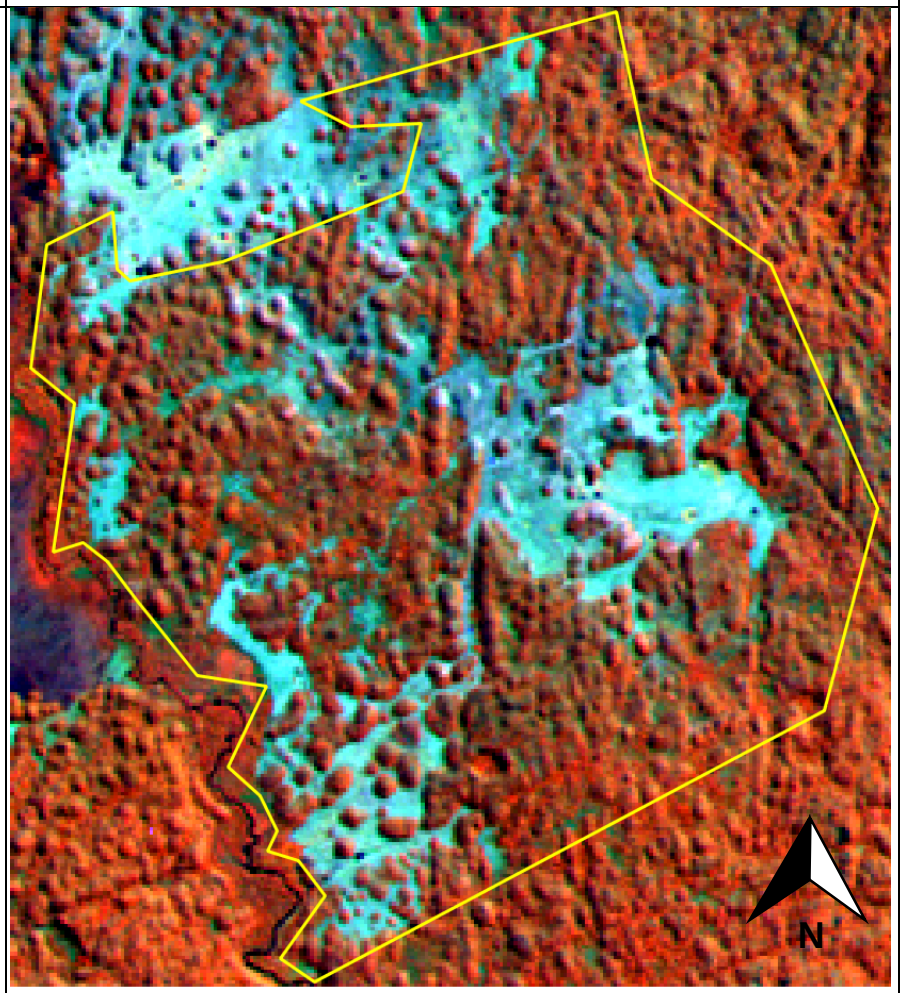
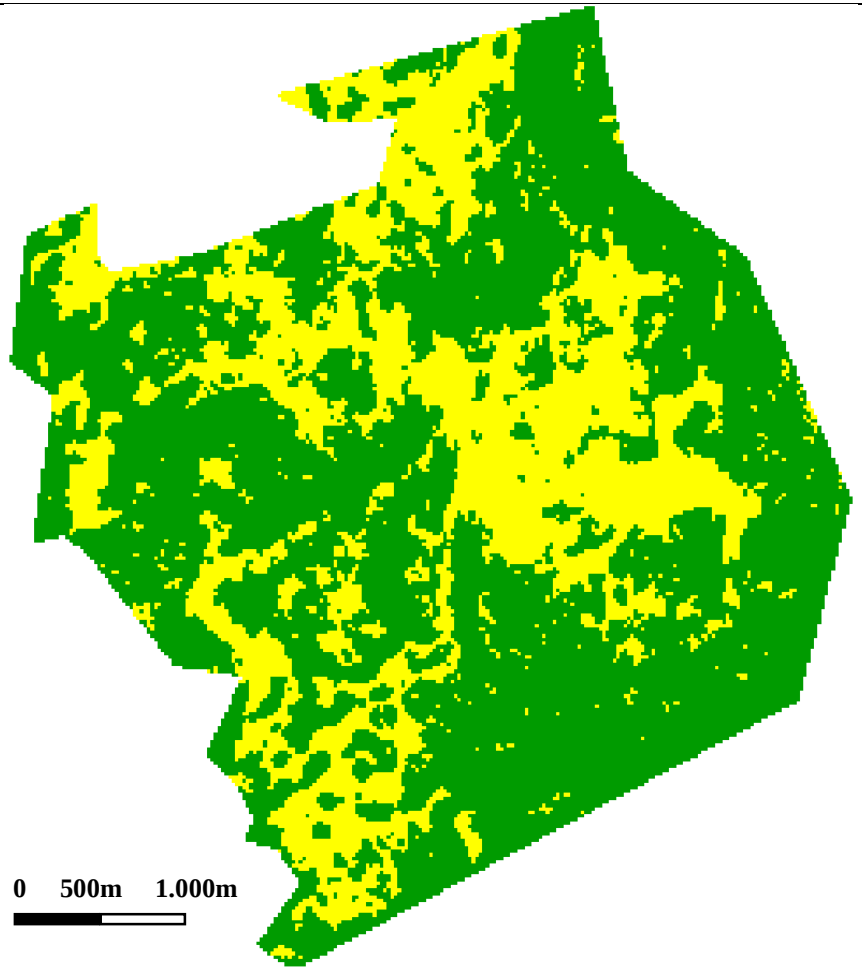
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 1995 (maio) | |   |

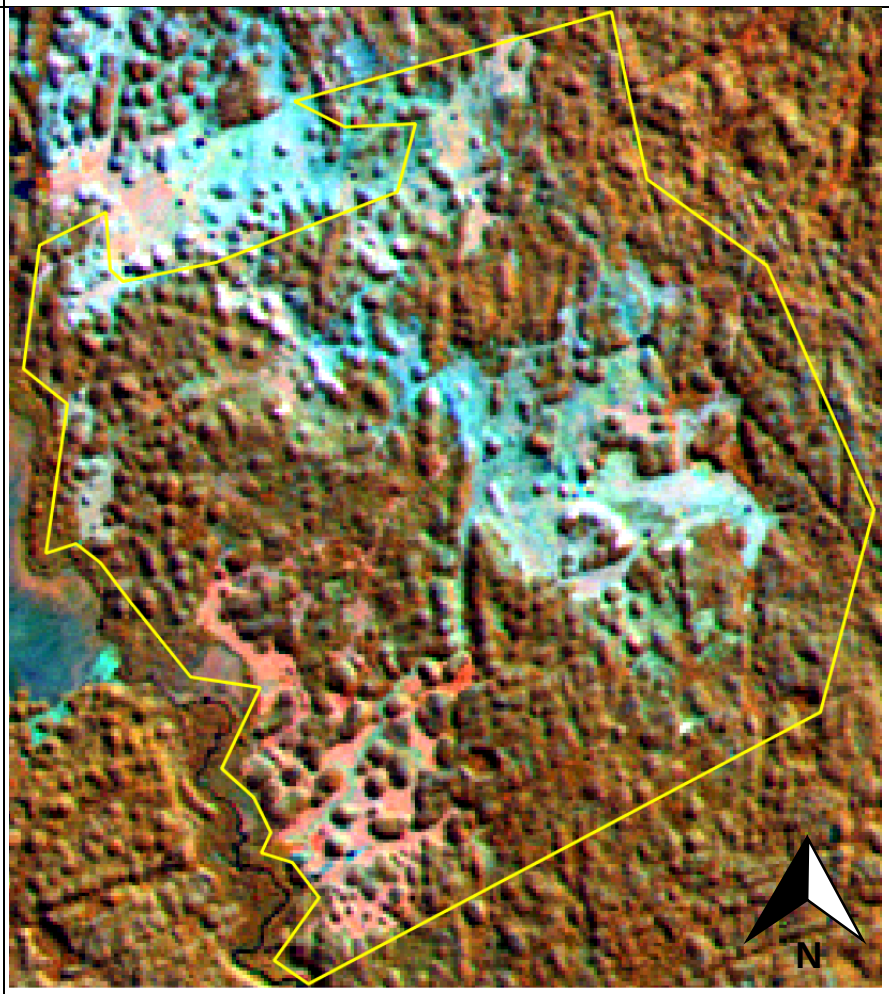
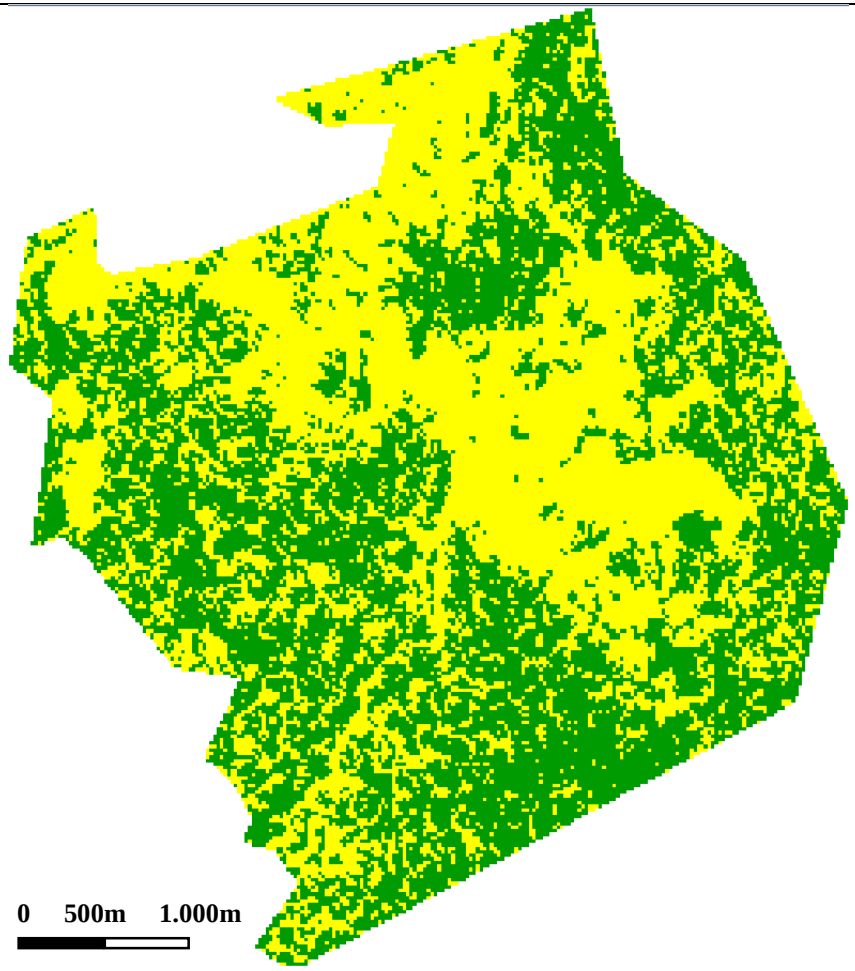
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 1996 (julho) |   |   |

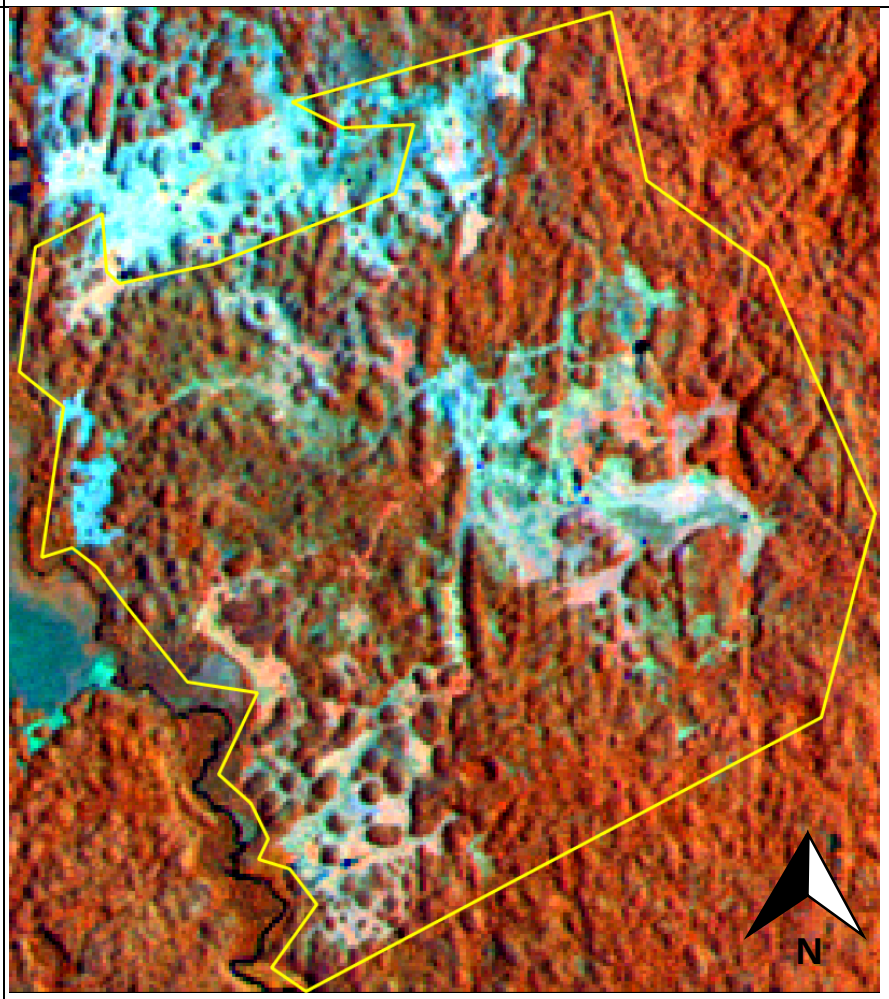
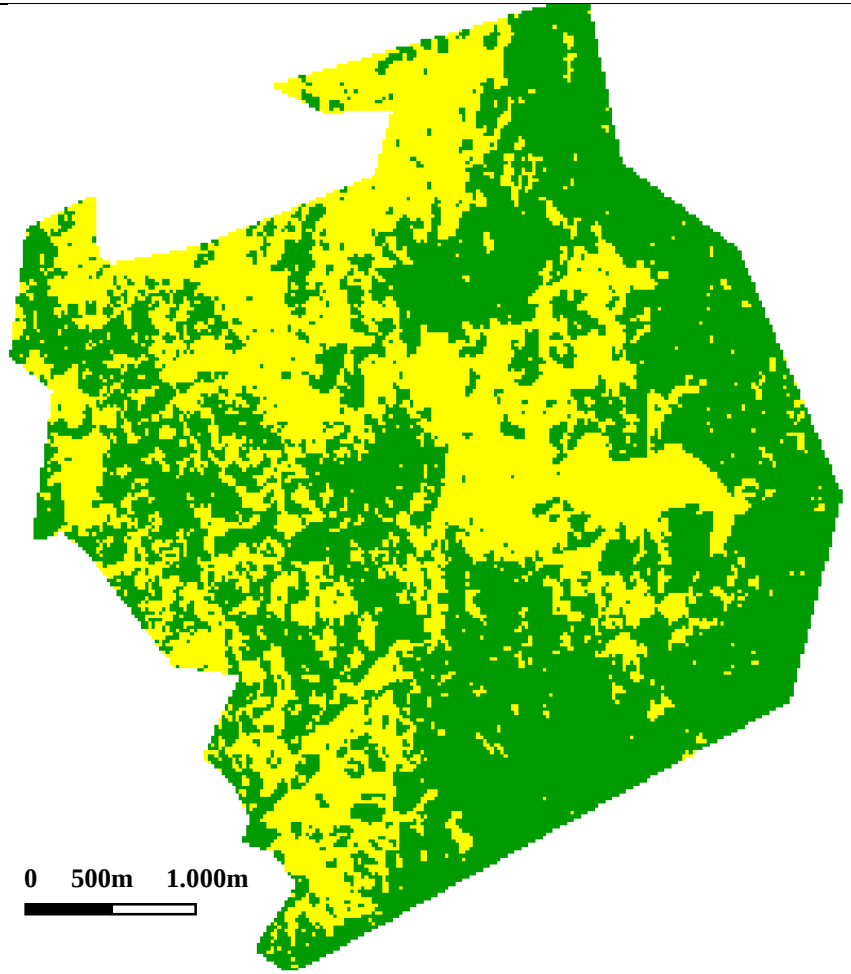
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 1997 (setembro) |   |   |

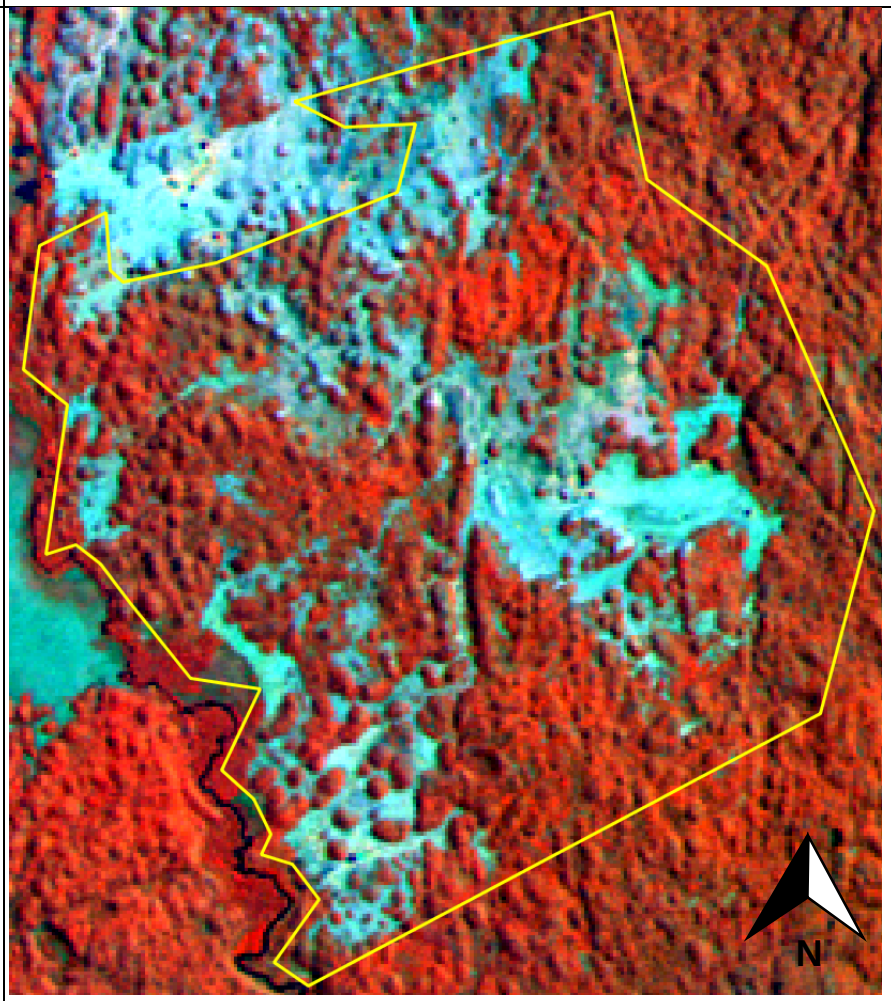
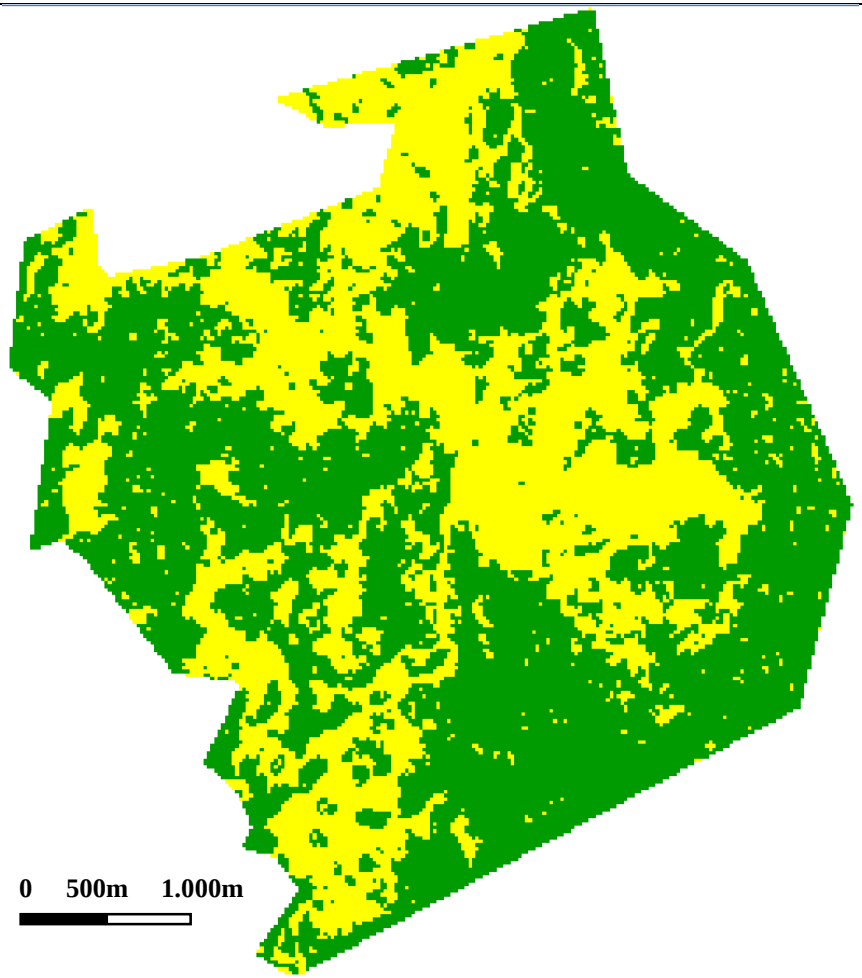
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 1998 (julho) |   |   |

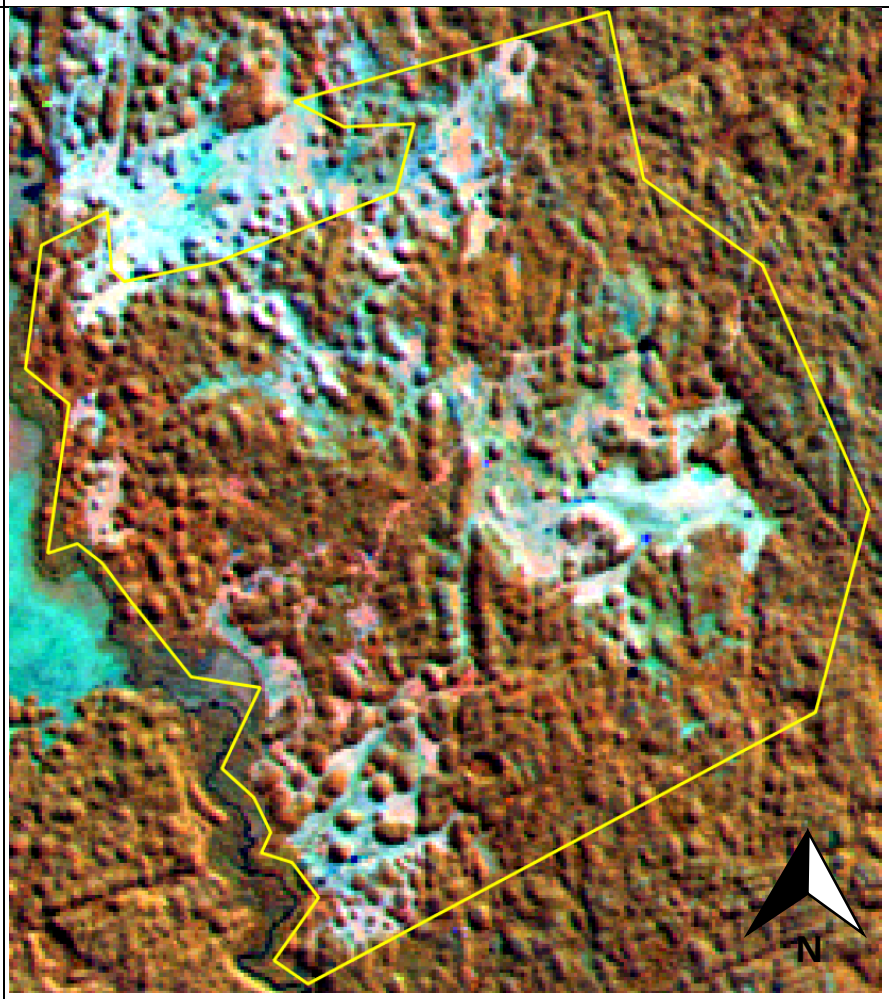
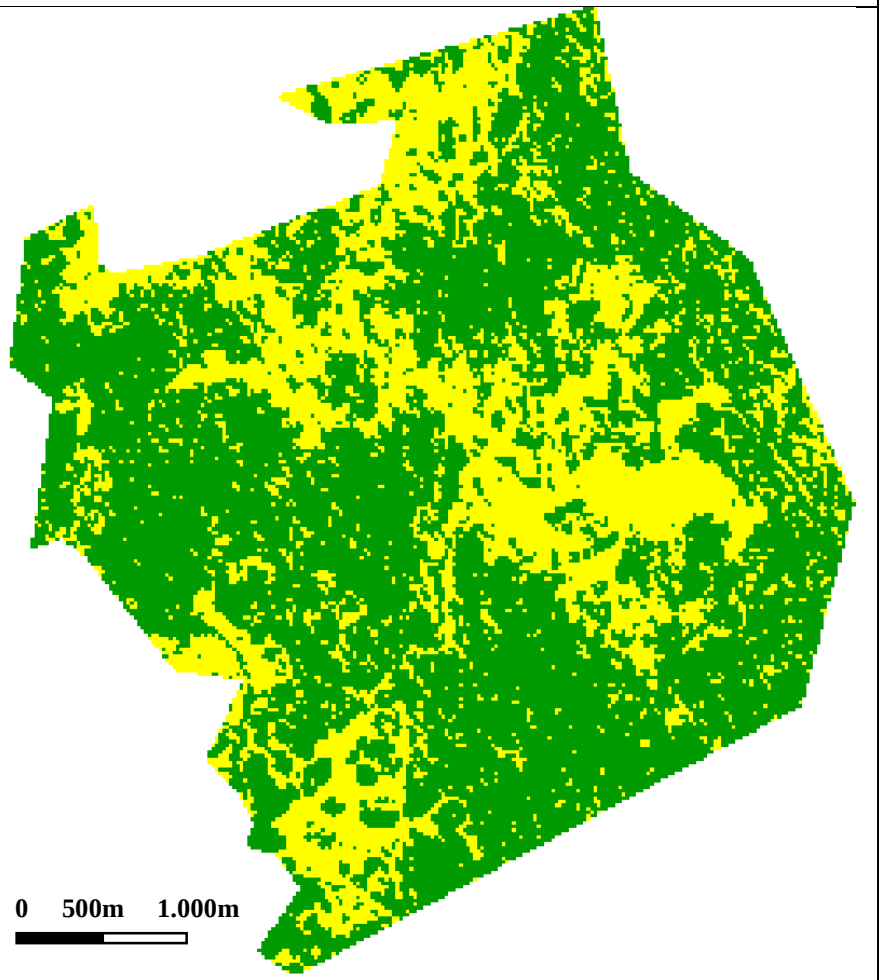
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 1999 (abril) |   |   |

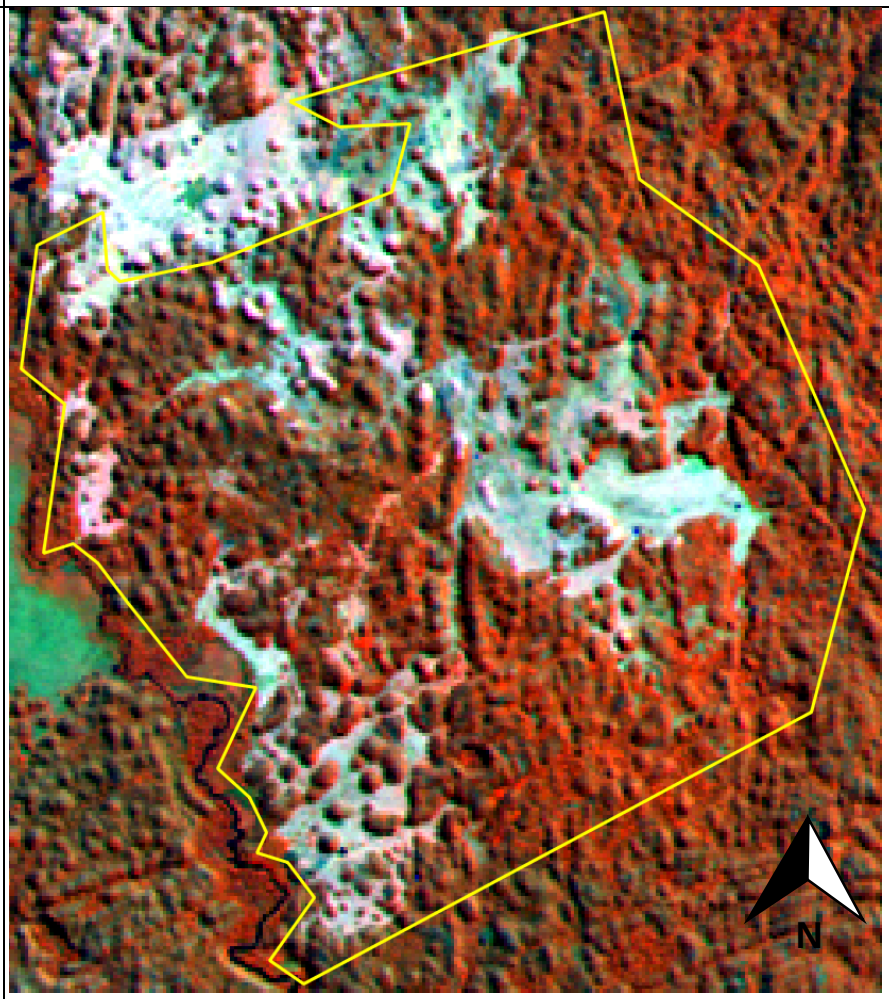
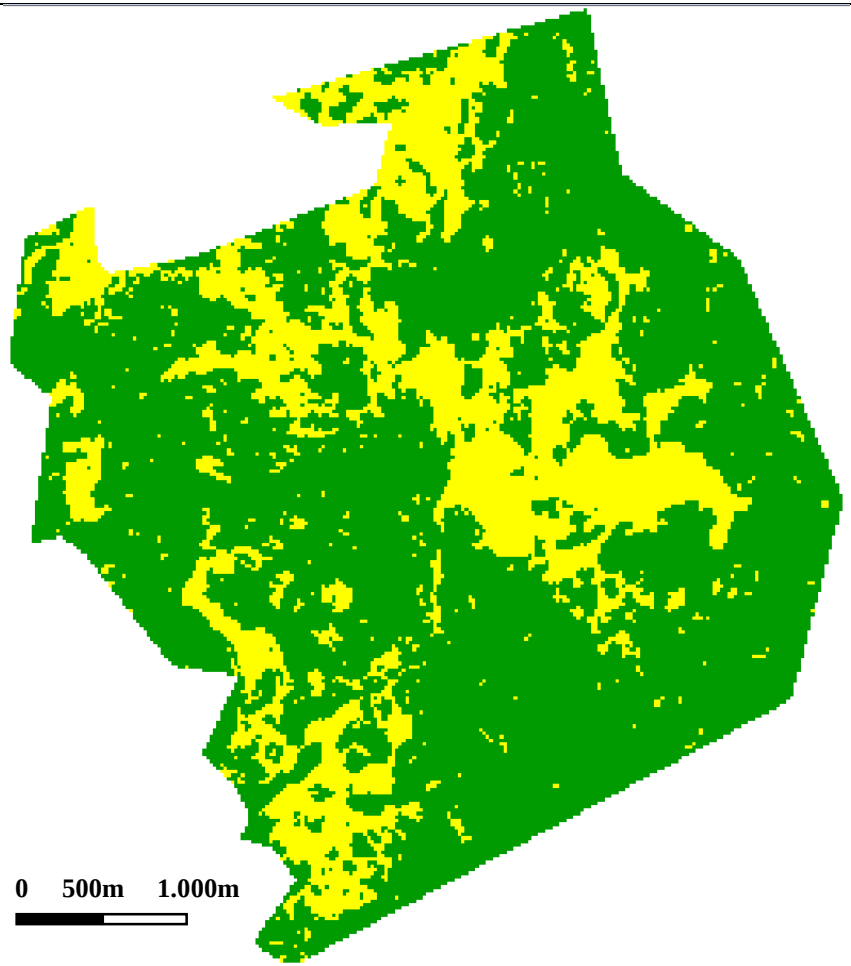
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 2000 (agosto) |   |   |

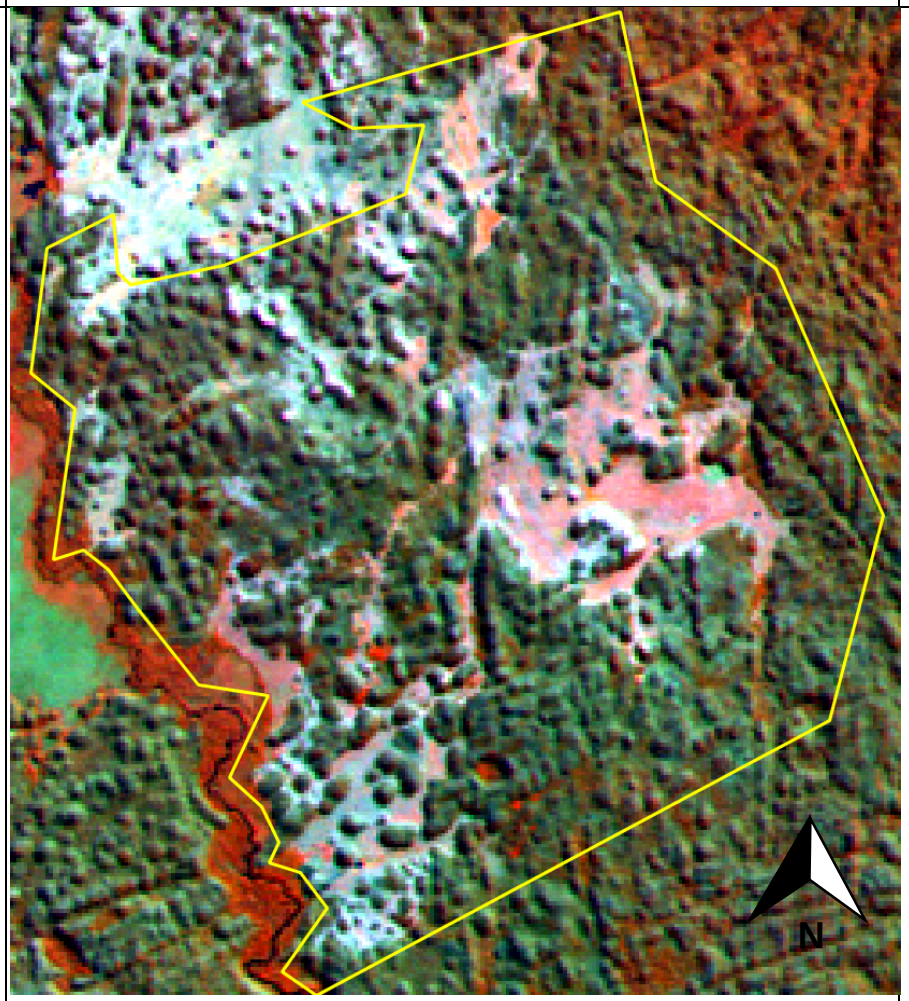
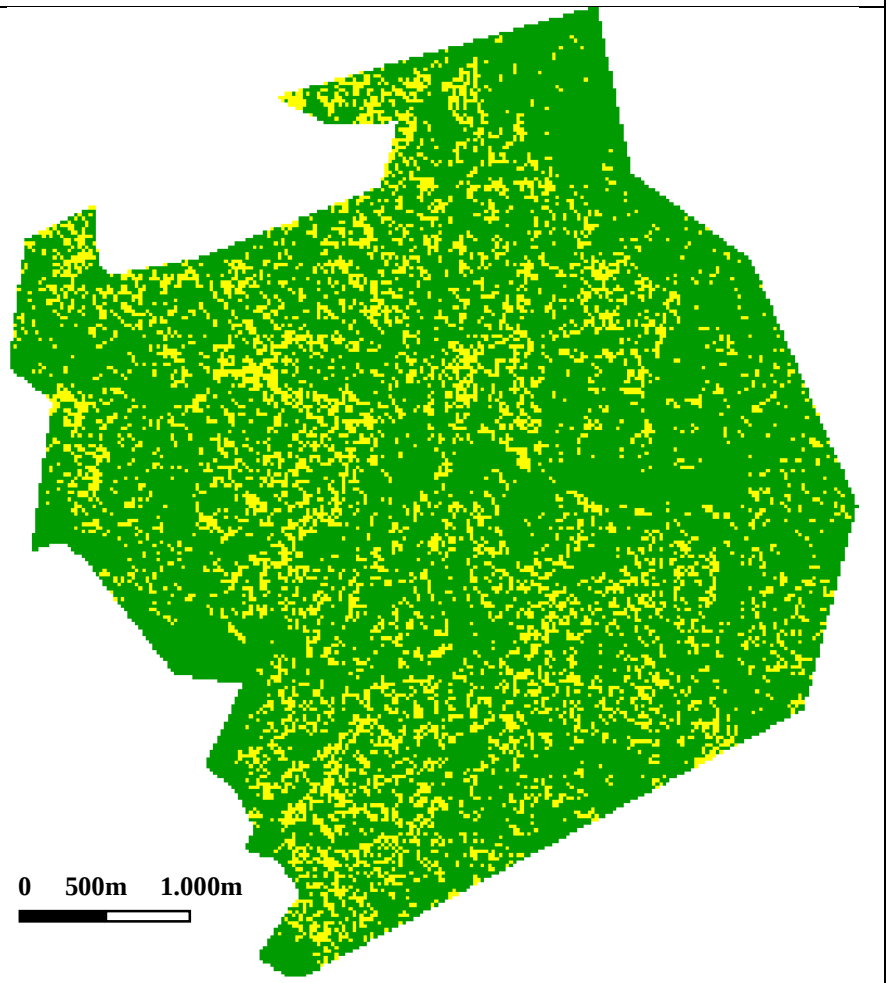
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 2001 (junho) |   |   |

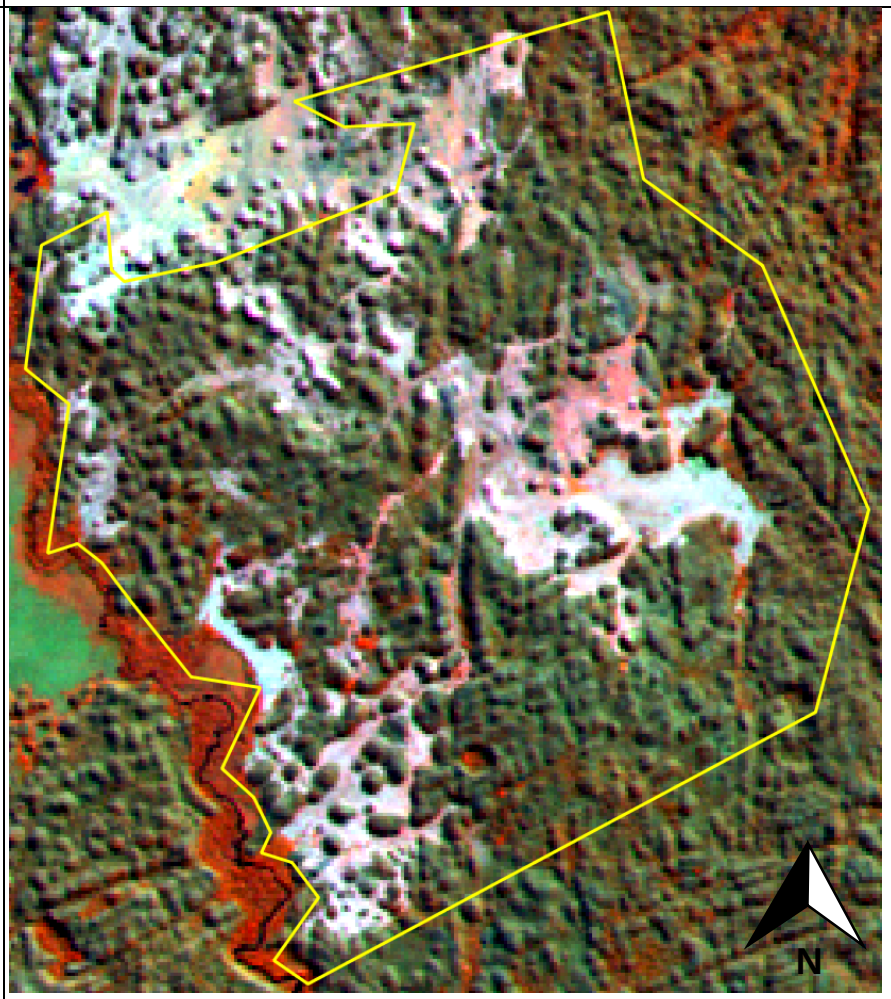
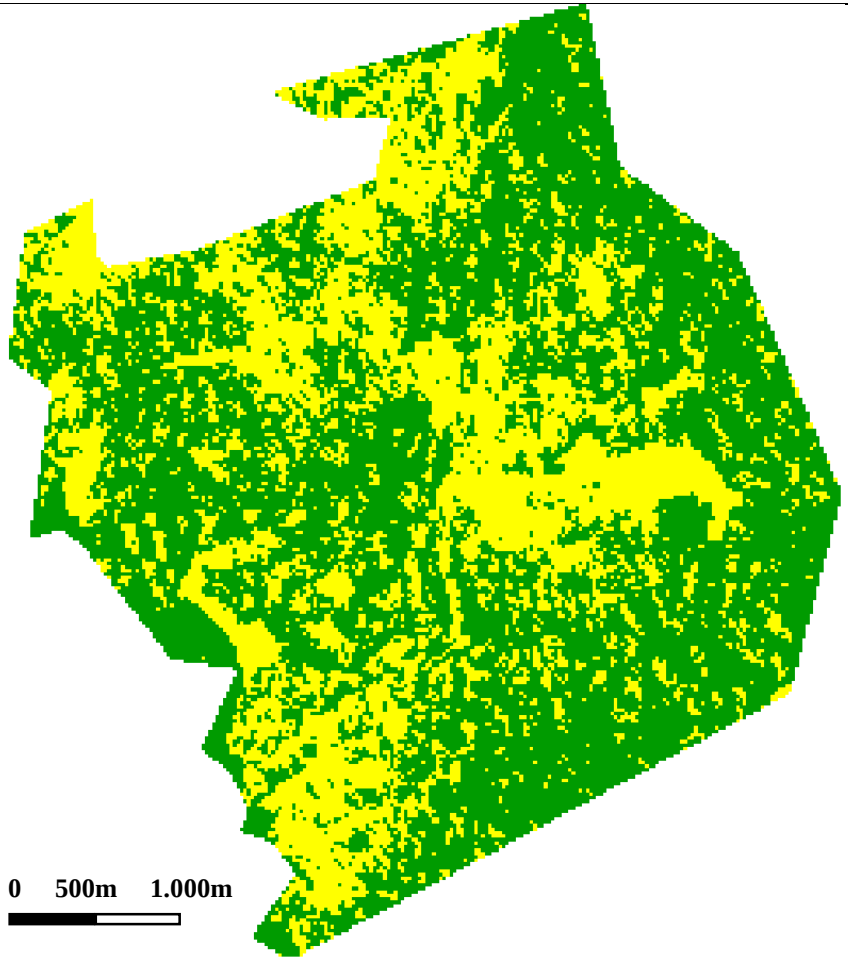
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 2002 (fevereiro) |   |   |

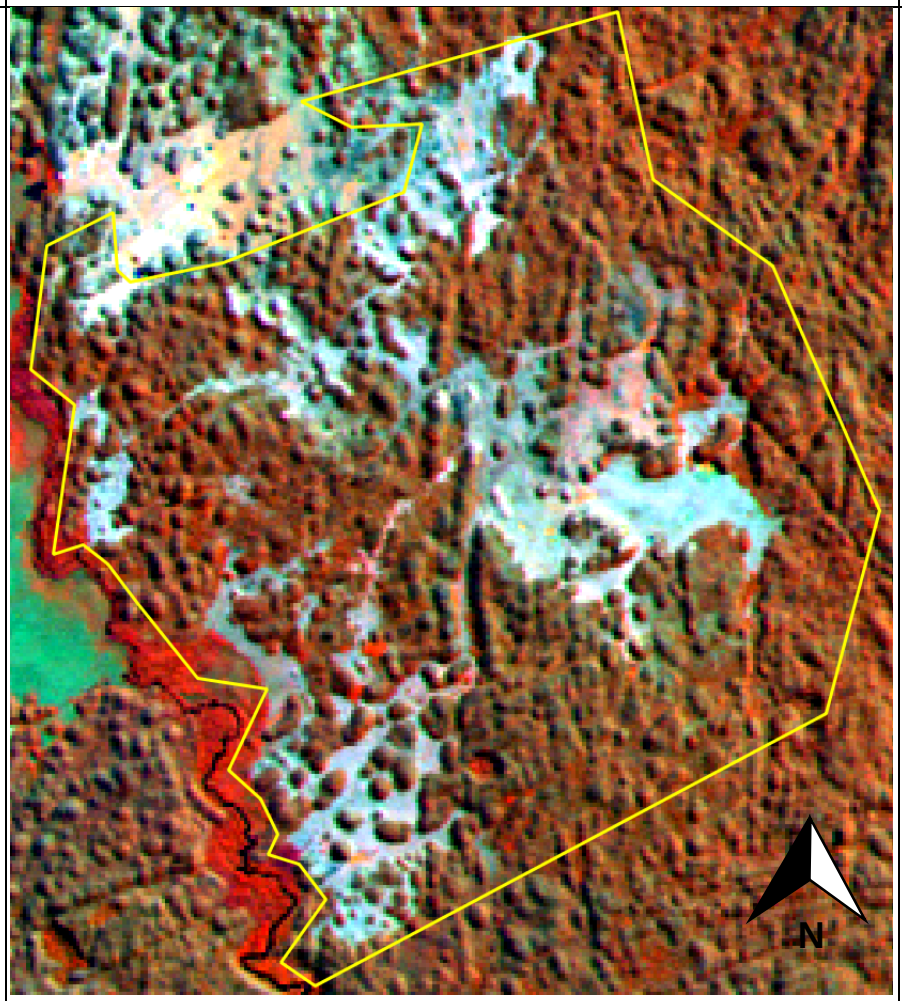
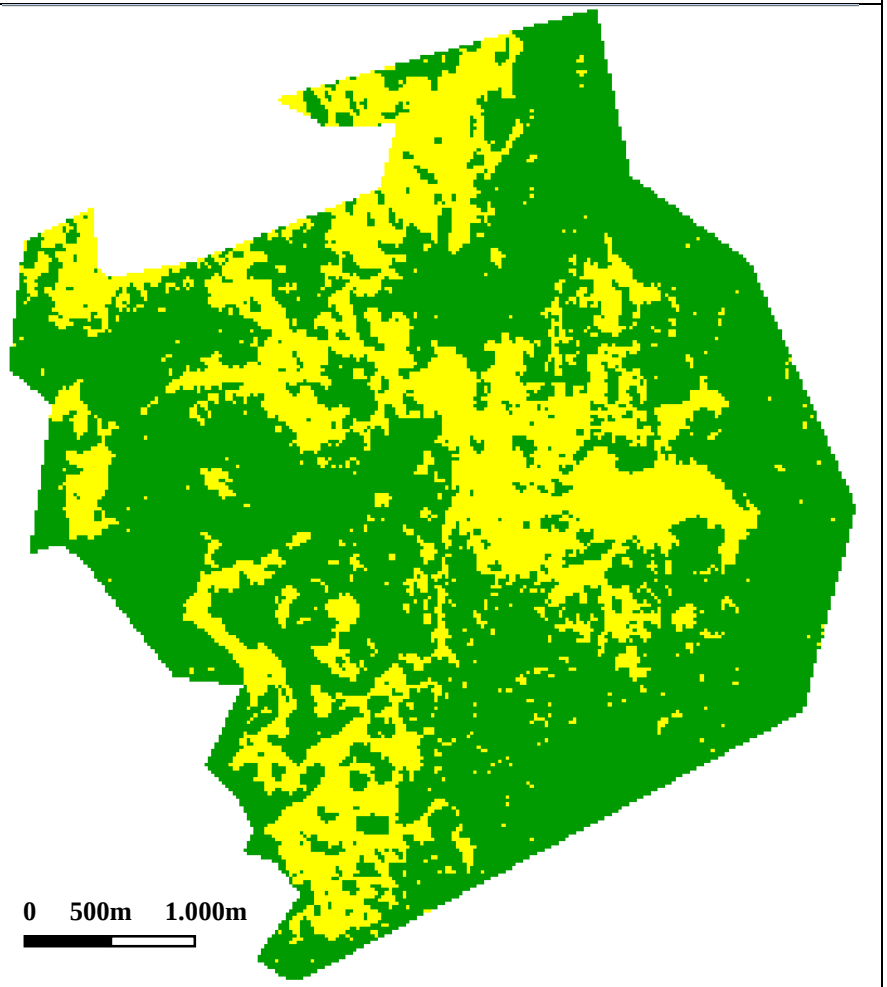
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 2003 (setembro) |   |   |

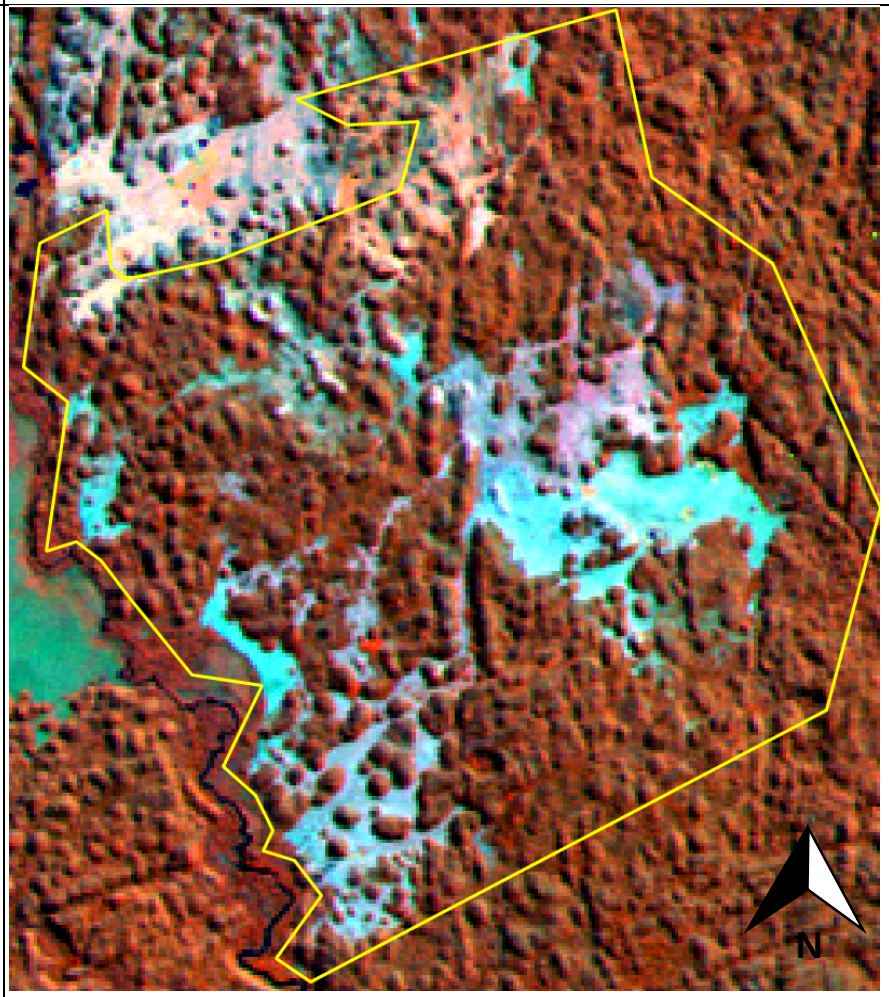
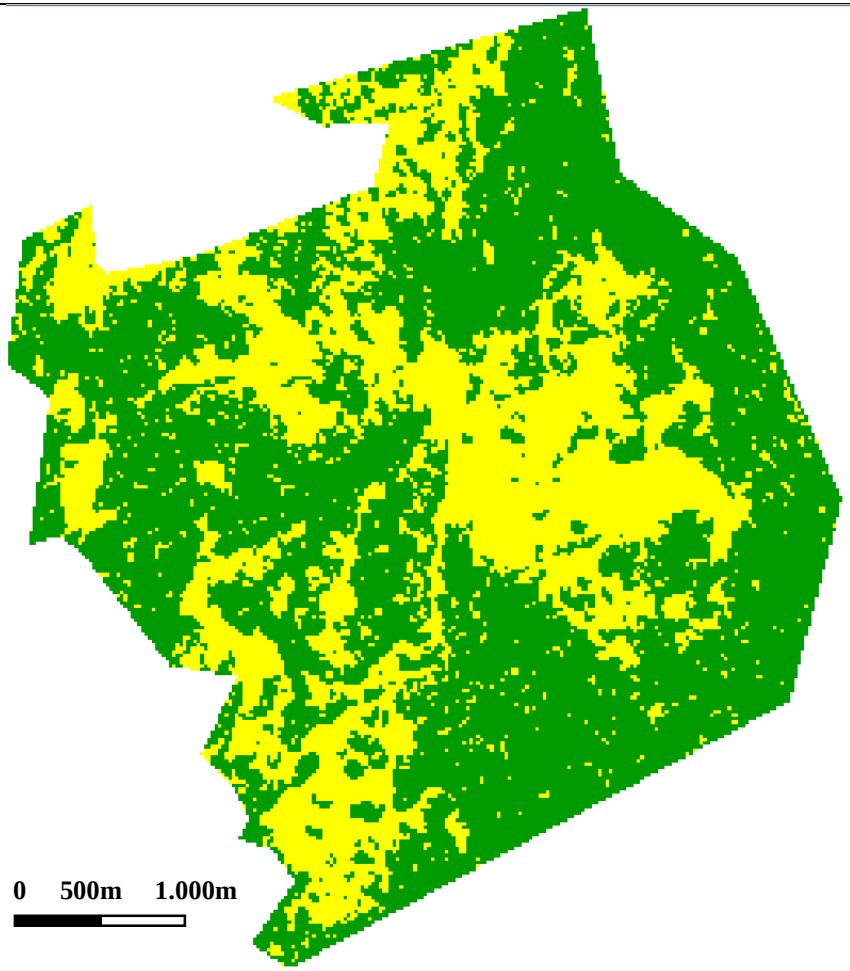
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 2004 (junho) |   |   |

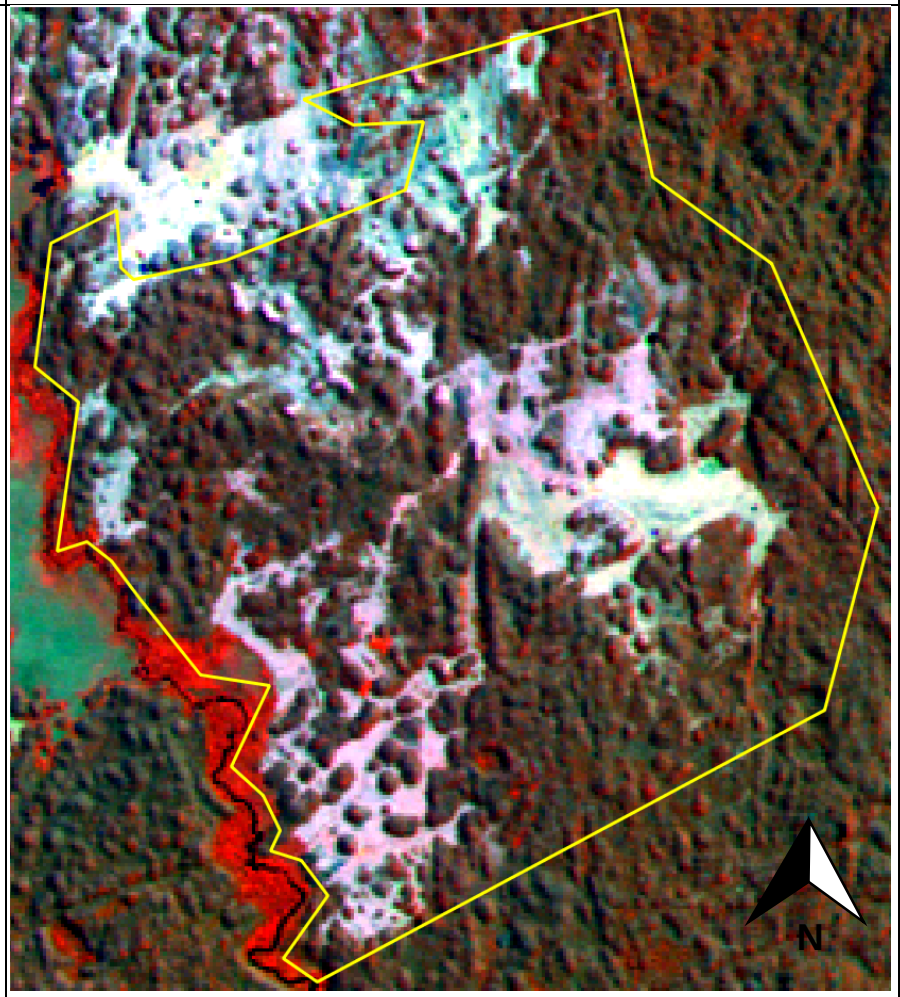
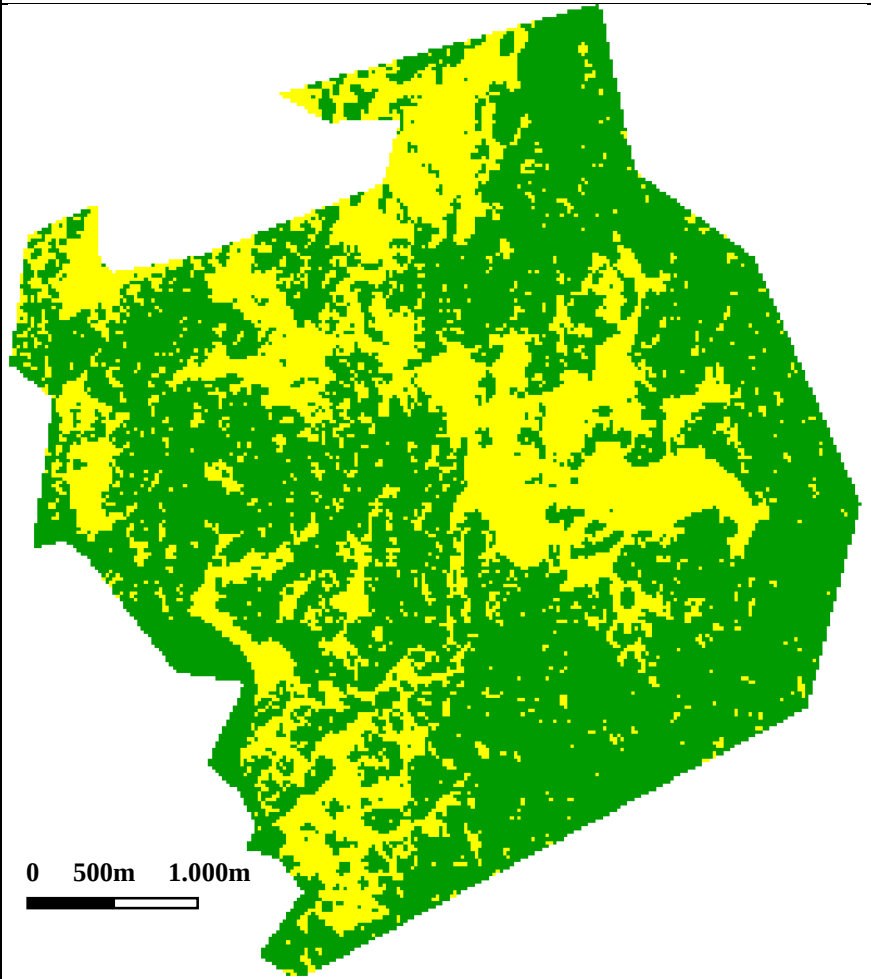
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 2005 (agosto) |   |   |

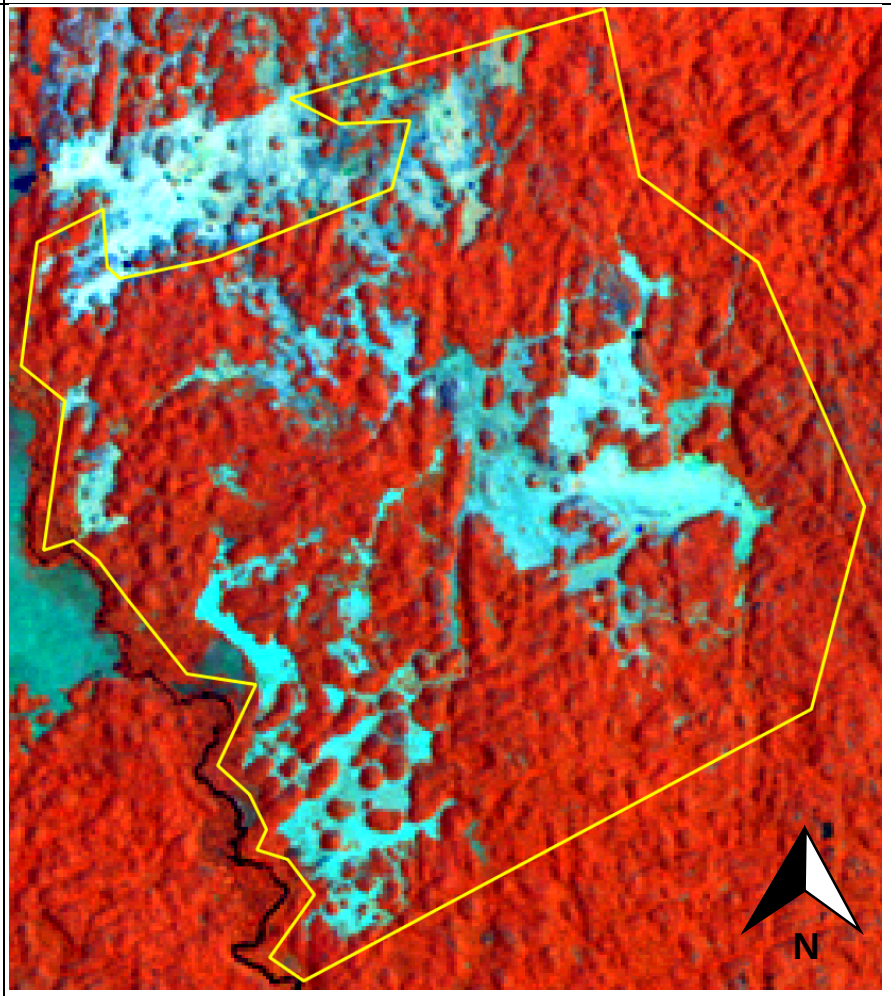
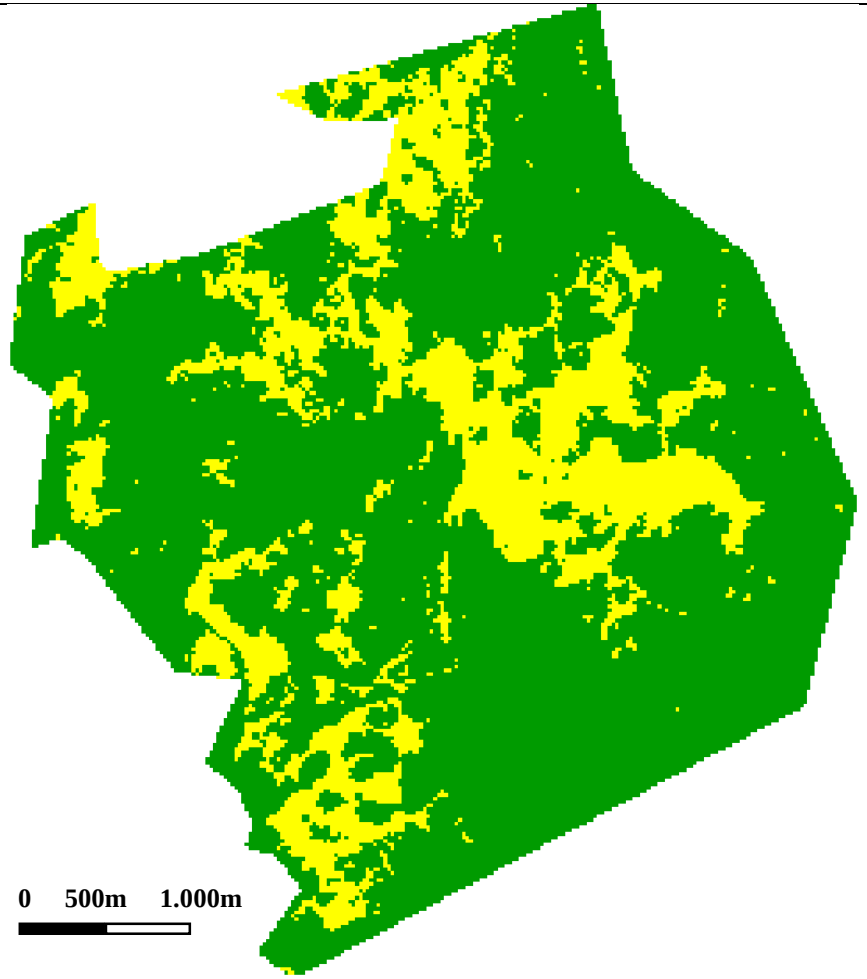
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 2006 (julho) |   |   |

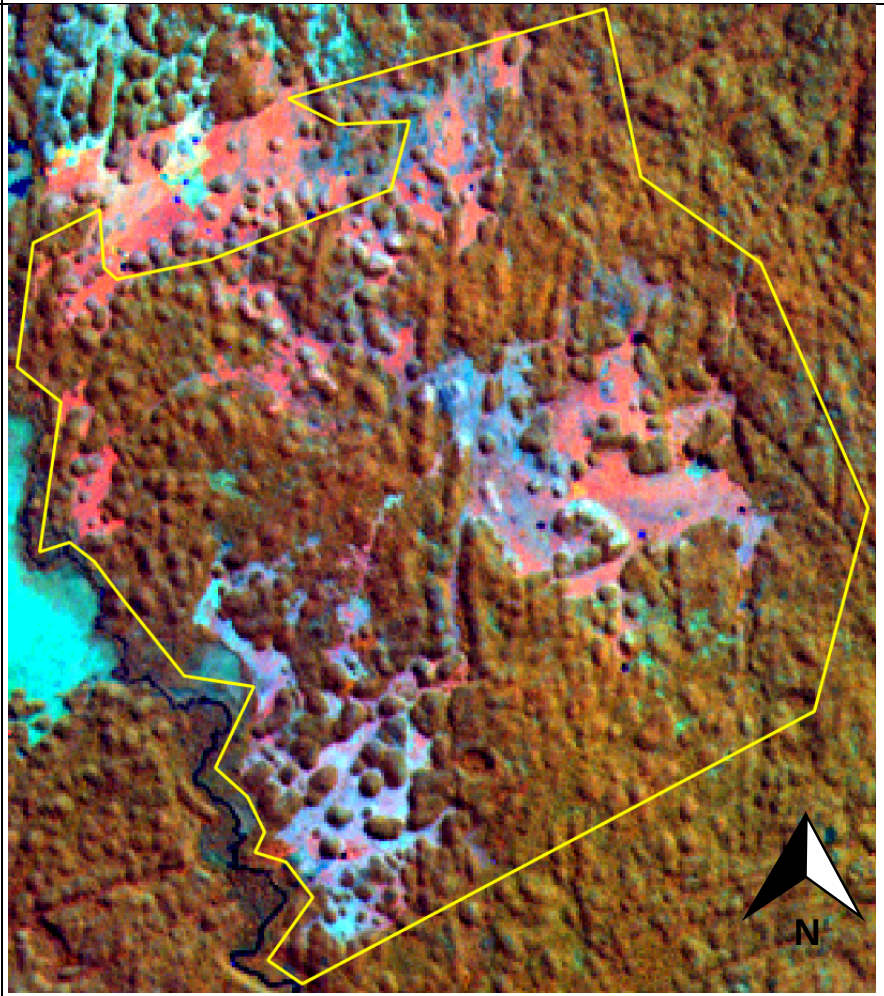
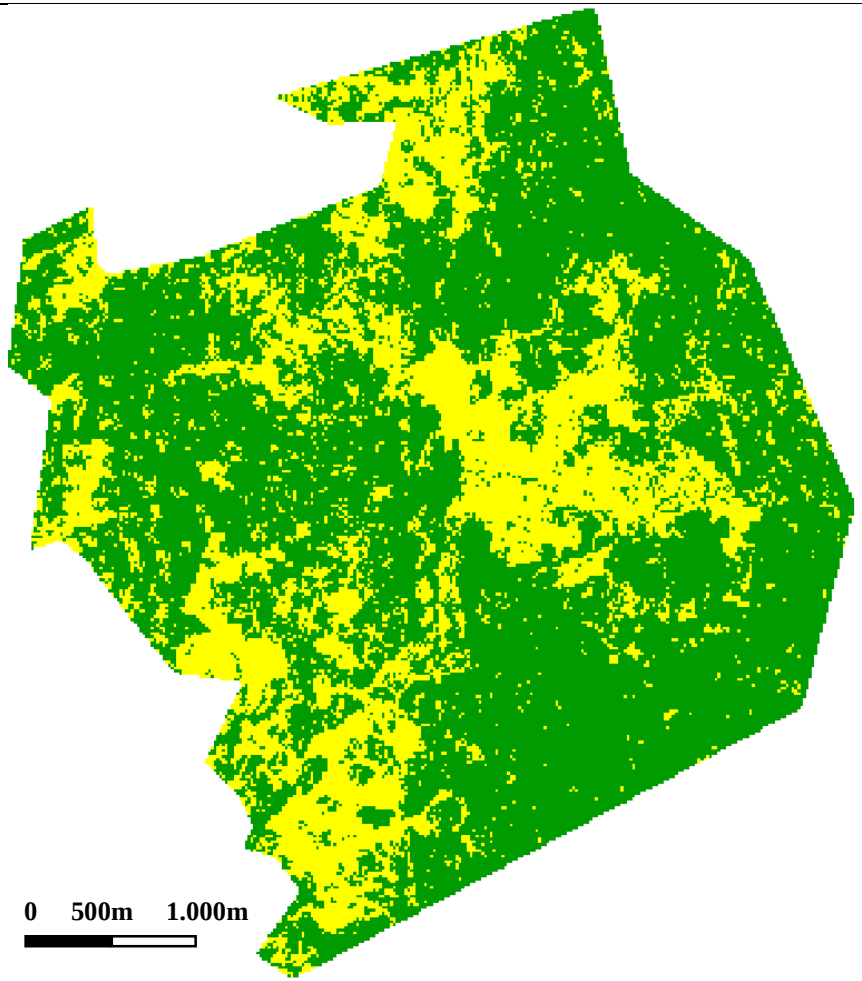
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 2007 (junho) |   |   |

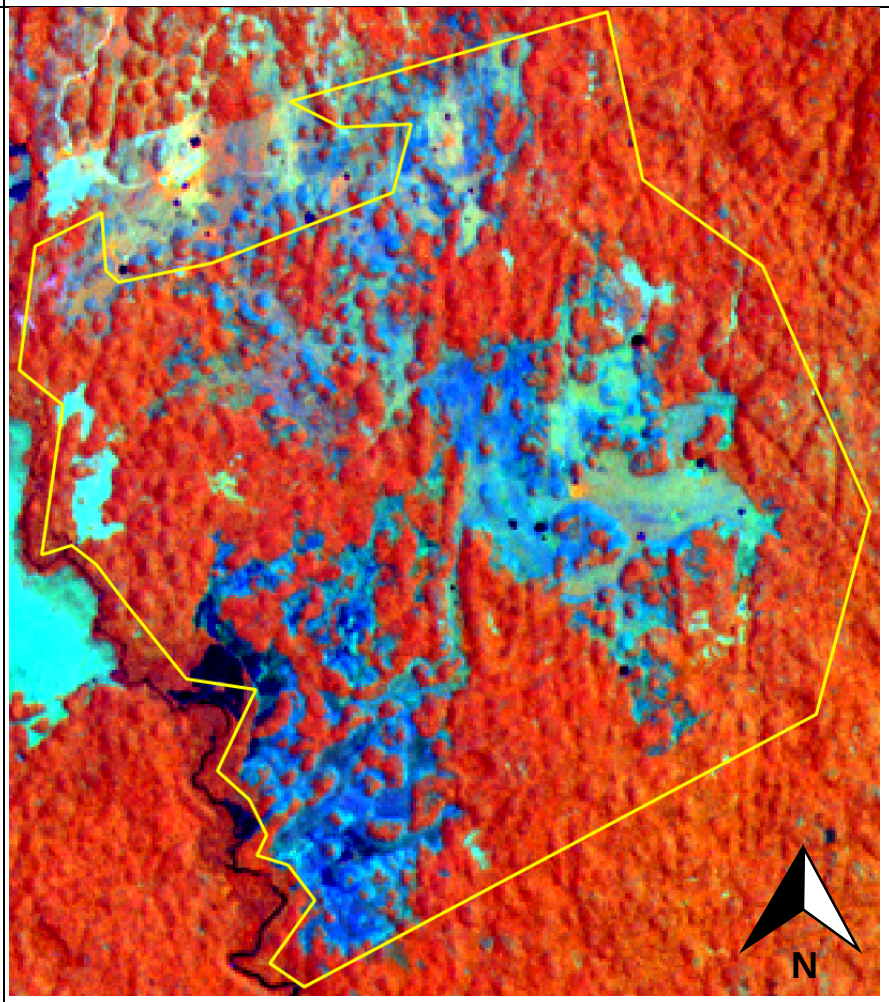
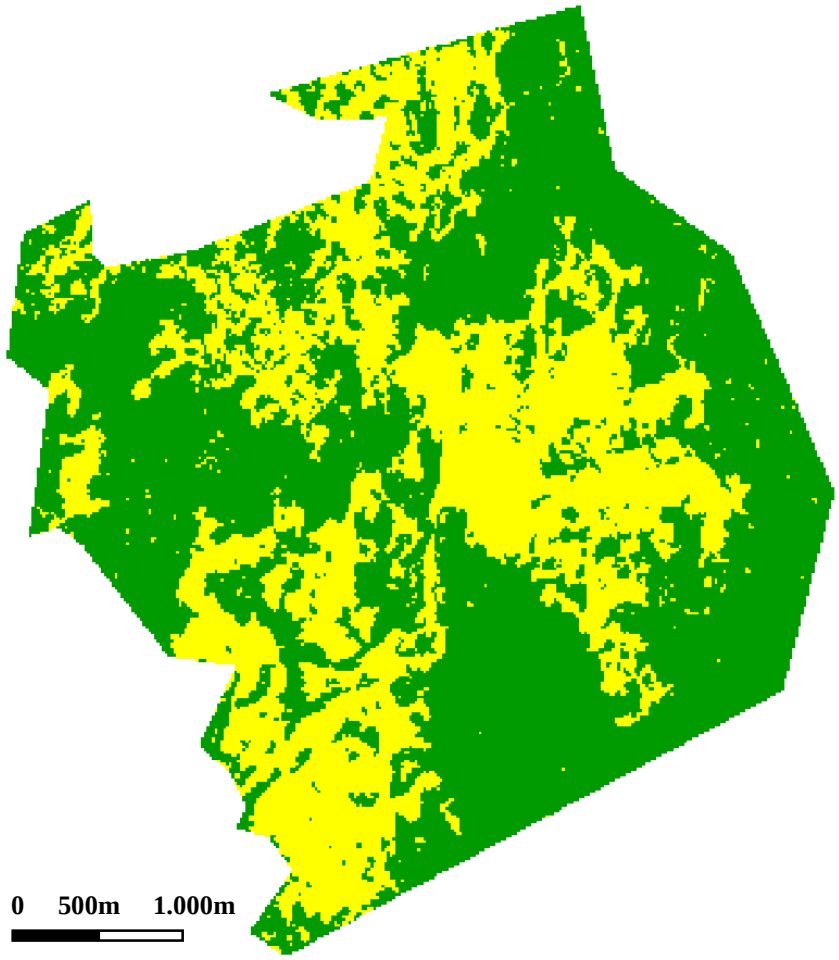
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 2008 (agosto) |   |   |

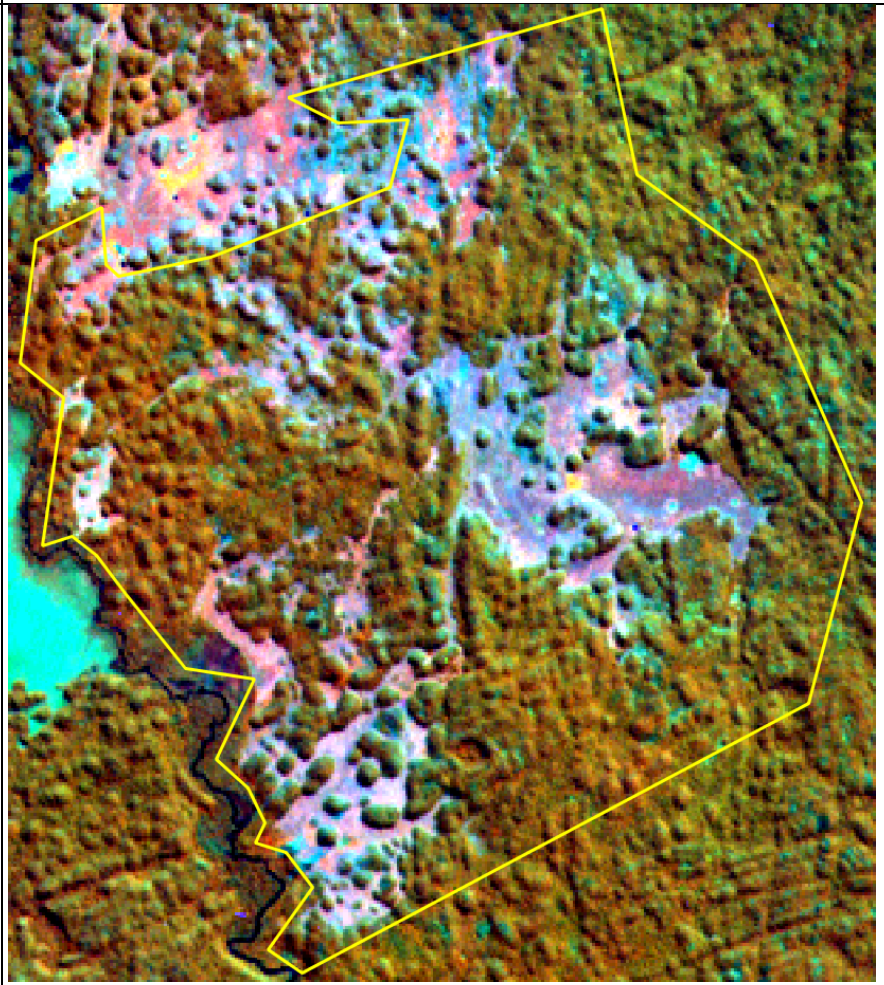
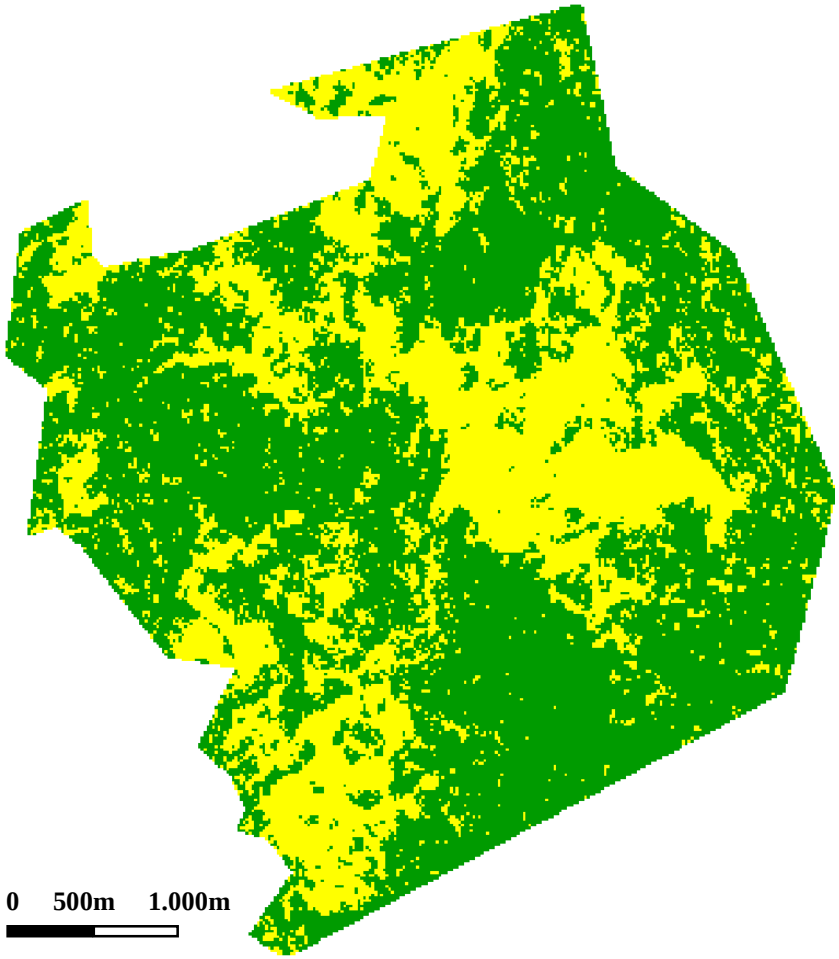
| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 2009 (agosto) |   |   |

| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 2010 (setembro) |   |   |

| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 2011 (novembro) |   |   |

| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 2012 (abril) |   |   |

| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 2012 (outubro) |   |   |

| Ano (mês) | Imagem | Classes |
|---|---|---|
| 2013 (maio) |  |   |

ANEXO C – Morfotipos

**Figura 01: Espécime do morfotipo 4 colado em folha de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4)**

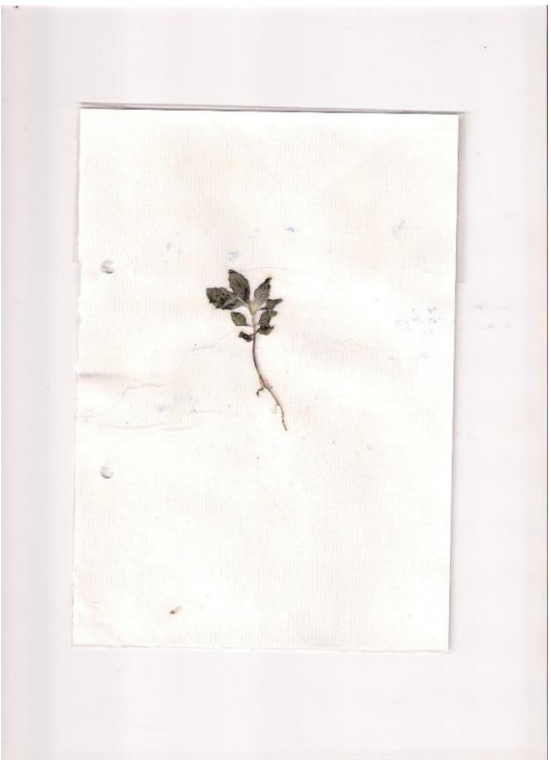


**Figura 02: Espécime do morfotipo 10 colado em folha de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4)**

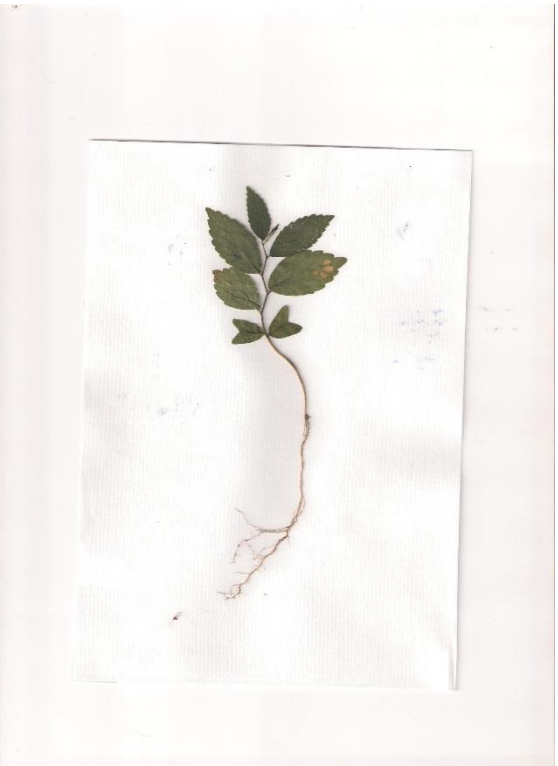


**Figura 03: Espécime do morfotipo 12 colada em folha de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4)**

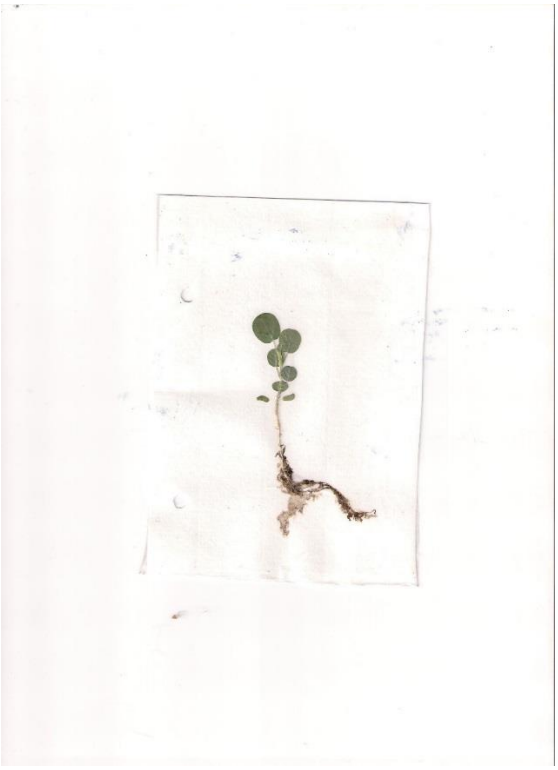


**Figura 04: Espécime do morfotipo 14 colada em folha de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4)**

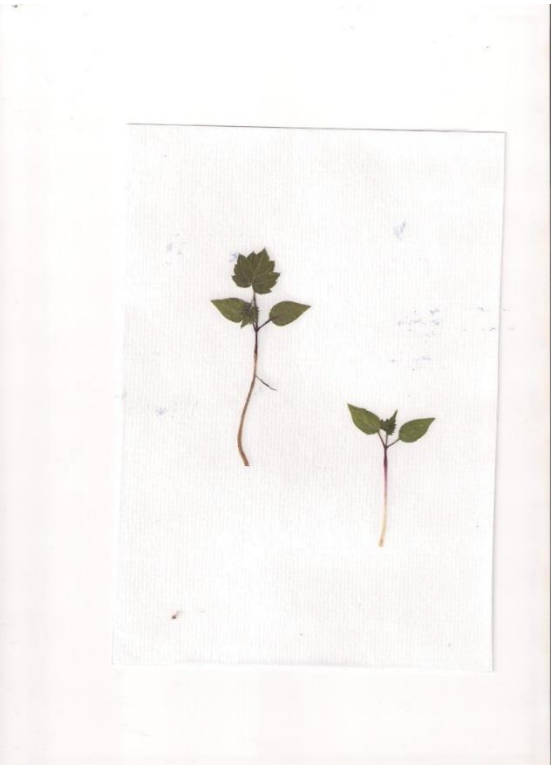


**Figura 05: Plântulas do morfotipo 16 coladas em papel de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4)**

**Figura 06: Espécime do morfotipo 17 colado em papel de cartolina com plástico transparente (imagem tamanho A4).**

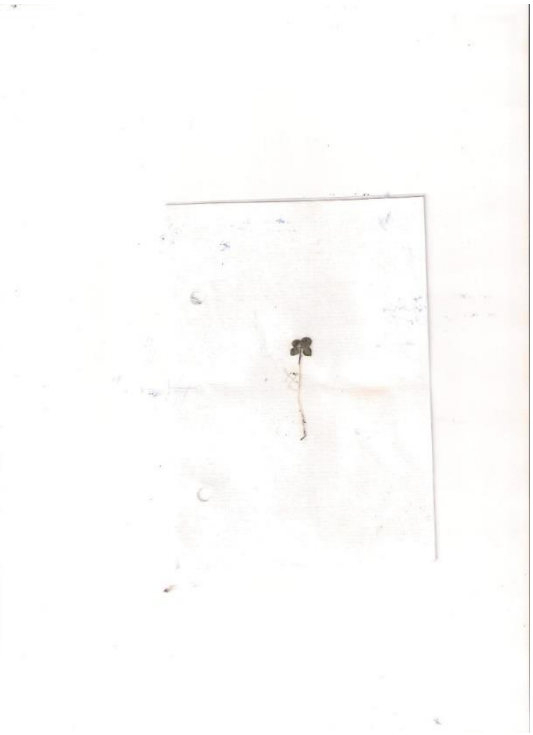


**Figura 07: Exemplar do morfotipo 20 colado em papel de cartolina com plástico adesivo (tamanho da imagem A4)**

**Figura 08: Espécime do morfotipo 21 colado em papel de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4)**

**Figura 09: Espécime do morfotipo 22 colado em papel de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4)**

**Figura 10: Plântula do morfotipo 23 colado em papel de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4)**

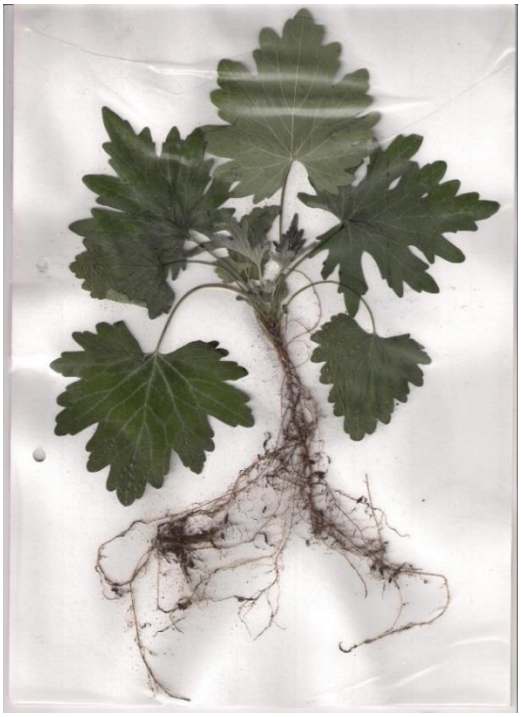


**Figura 11: Espécime do morfotipo 23 colado em papel de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4)**

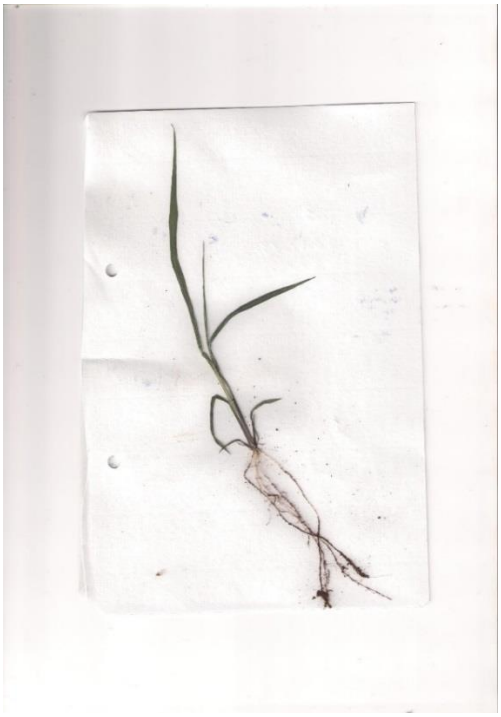


**Figura 12: Espécime do morfotipo 24 colado em papel de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4)**

**Figura 13: Espécime do morfotipo 25 na amostra do ponto F100T05**

**Figura 14: Espécime do morfotipo 26 colado em folha de cartolina com plástico adesivo**

**Figura 15: Espécime do morfotipo 27 na amostra do ponto F100T09**

**Figura 16: Plântula do morfotipo 30 na amostra do ponto F20T03**

**Figura 17: Espécime do morfotipo 35 na amostra do ponto F20T08**

**Figura 18: Plântula do morfotipo 36 na amostra do ponto F20T10**

**Figura 19: Plântula do morfotipo 37 na amostra do ponto F05T01**

**Figura 20: Espécime do morfotipo 38 colado em papel de cartolina com plástico adesivo.**

**Figura 21: Plântula do morfotipo 39 na amostra do ponto F05T03**

**Figura 22: Plântula do morfotipo 41 na amostra do ponto F05T04**

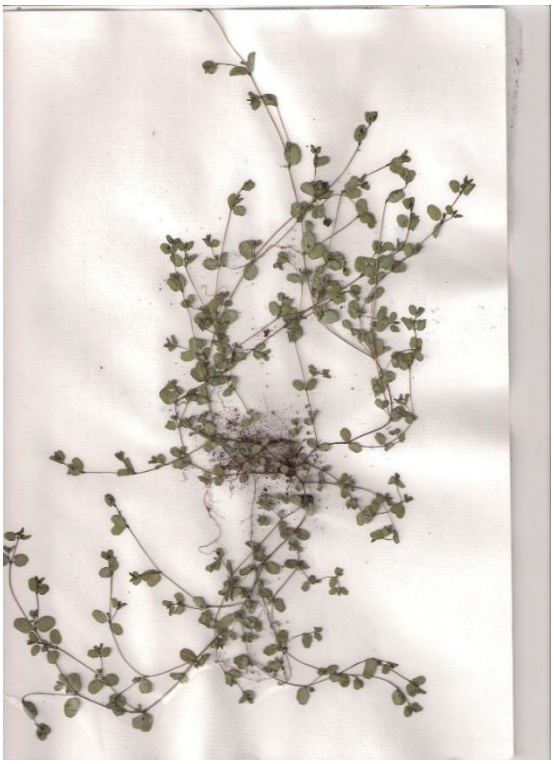


**Figura 23: Espécime do morfotipo 43 colado em folha de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4)**

**Figura 24: Espécime do morfotipo 44 colado em folha de cartolina com plástico adesivo**

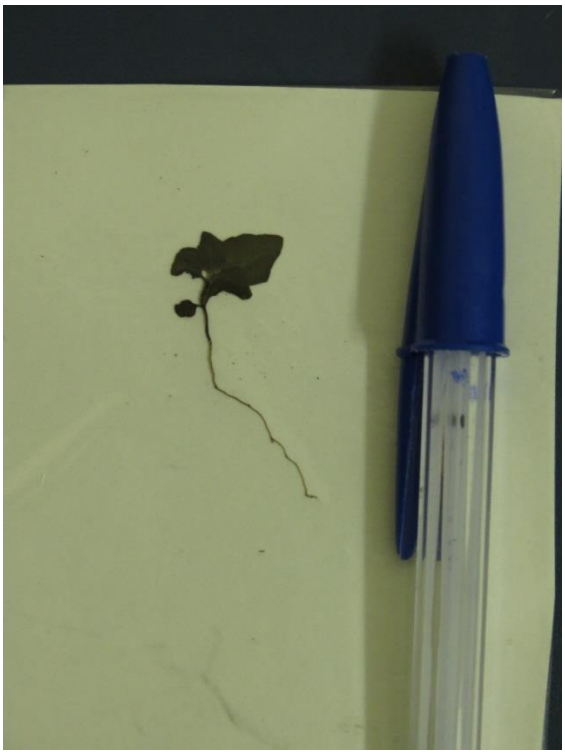


**Figura 25: Espécime do morfotipo 45 colado em folha de cartolina com plástico adesivo**

**Figura 26: Espécime do morfotipo 46 colado em papel cartolina com plástico adesivo**

**Figura 27: Plântula do morfotipo 47 na amostra do ponto F05T10**

**Figura 28: Espécime do morfotipo 49 colado em folha de cartolina com plástico adesivo (tamanho A4).**

**Figura 29: Espécime do morfotipo 50 colado em papel cartolina com plástico adesivo**

**Figura 30: Plântula do morfotipo 54 na amostra do ponto M20T01**

**Figura 31: Espécime do morfotipo 60 colado em folha de cartolina com plástico adesivo**

**Figura 32: Espécime do morfotipo 61 colado em folha de cartolina com plástico adesivo**

**Figura 33: Plântula do morfotipo 63 na amostra do ponto M100T04**

**Figura 34: Plântula do morfotipo 65 na amostra do ponto M100T07**

**Figura 35: Plântula do morfotipo 68 na amostra do ponto F05T10**

**Figura 36: Plântula do morfotipo 69 na amostra do ponto F100T03**

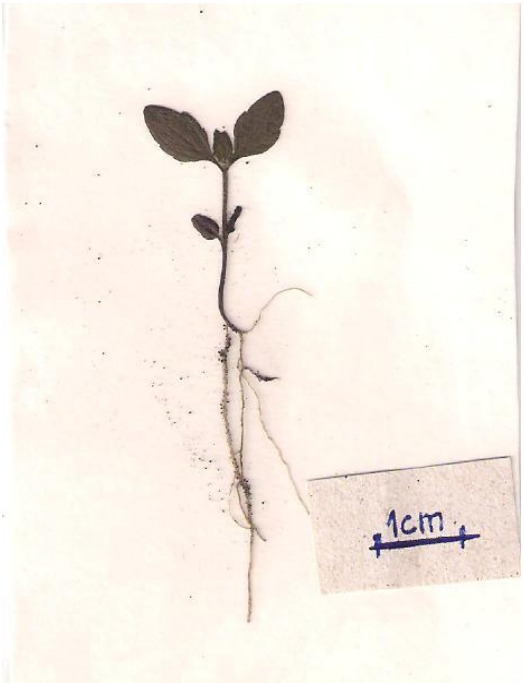



**Figura 37: Plântula do morfotipo 76 colada em folha de cartolina com plástico adesivo**

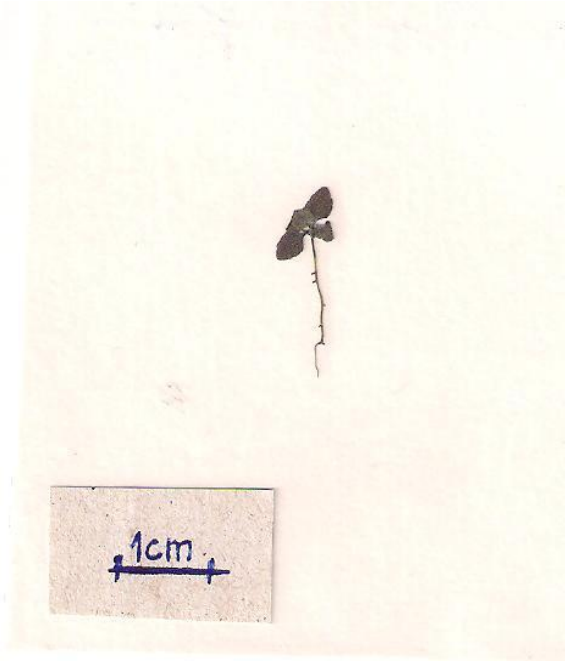



**Figura 38: Plântula do morfotipo 78 colada em papel de cartolina com plástico adesivo**

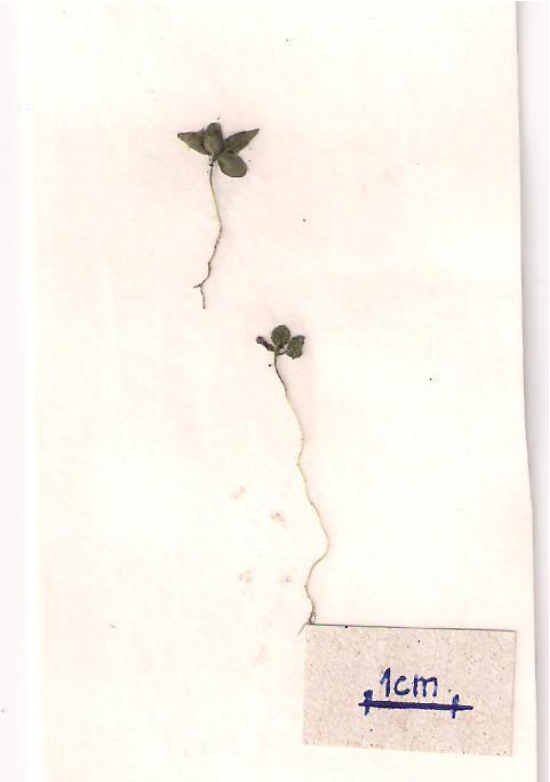



**Figura 39: Espécimes do morfotipo 79 (no alto) e 80 (mais abaixo) colados em folha de cartolina com plástico adesivo**

**Figura 40: Plântula do morfotipo 81 na amostra do ponto F05T07**

**Figura 41: Plântula do morfotipo 82 colada em folha de cartolina com plástico adesivo**

**Figura 42: Plântulas do morfotipo 86 coladas em folha de cartolina com plástico adesivo**

**Figura 43: Espécime do morfotipo *Amaranthus viridis* colado no papel de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4)**

**Figura 44: Espécime do morfotipo *Commelina sp* colado em papel de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4)**

**Figura 45: Espécime do morfotipo *Crotalaria sp* colado em papel de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4).**

**Figura 46: Espécime do morfotipo *Cyperus sp* colado em papel de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4)**

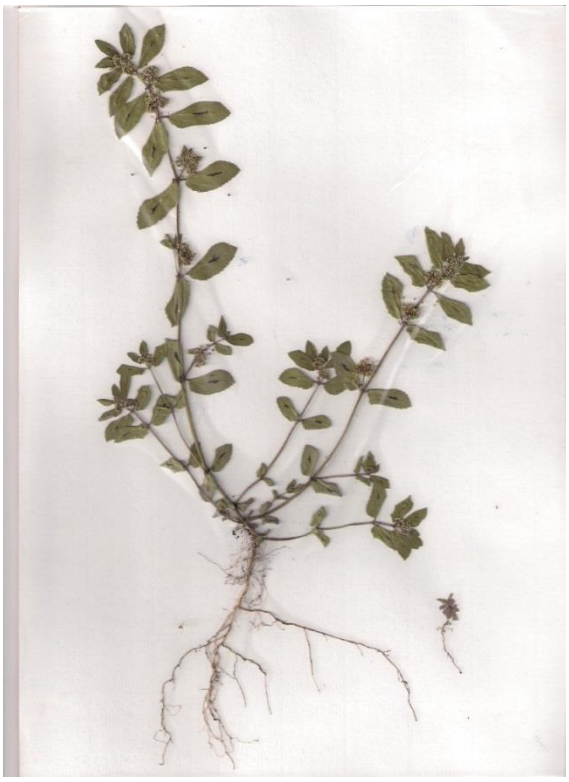


**Figura 47: Espécime do morfotipo *Euphorbia hirta* colado em papel de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4)**

**Figura 48: Espécime do morfotipo *Ichnanthus inconstans* colado em papel de cartolina com plástico adesivo (imagem no tamanho A4)**

**Figura 49: Espécime do morfotipo *Odontocarya tamoides* colada em papel de cartolina com plástico adesivo (imagem no tamanho A4)**

**Figura 50: Espécime do morfotipo *Solanum cf tumeroides* colado na folha de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4)**

**Figura 51: Espécime do morfotipo *Solanum sp1* colado em folha de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4)**

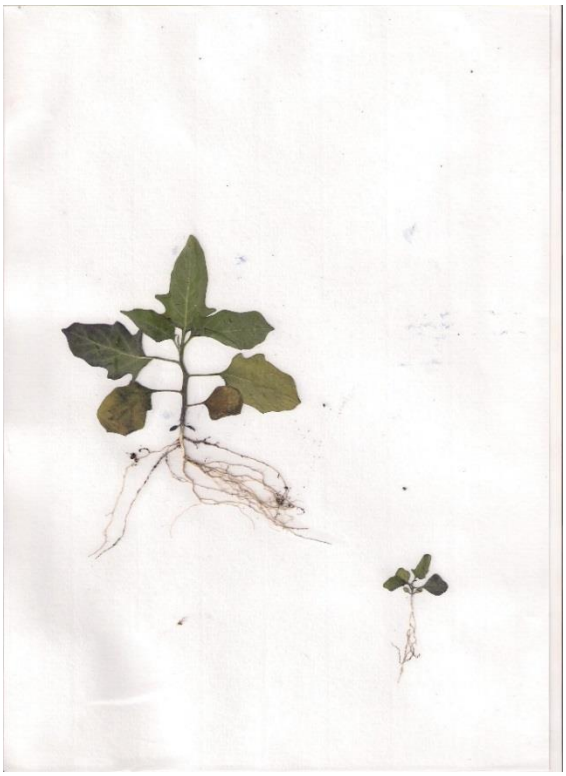


**Figura 52: Espécime e plântula do morfotipo *Solanum sp2* colados em folha de cartolina com plástico adesivo**

**Figura 53: Espécime e plântula do morfotipo *Trema micanthra* colados em folha de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4)**

**Figura 54: Espécimes do morfotipo *Urochloa decumbens* colados em folha de cartolina com plástico adesivo (imagem tamanho A4)**