

**MAPEAMENTO DE FORMAÇÕES SAVÂNICAS DE ASPECTO  
FLORESTAL NO SETOR OESTE DA BACIA SEDIMENTAR DO  
PARAÍBA DO SUL, SÃO PAULO, BRASIL.**

**RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA  
(PIBIC/CNPq/INPE)**

**Guilherme Pereira Cambre Añon (Fatec Jacareí, Bolsista  
PIBIC/CNPq)**

E-mail: [guilherme.anon@fatec.sp.gov.br](mailto:guilherme.anon@fatec.sp.gov.br)

**Evlyn Márcia Leão de Moraes Novo (DSR/INPE, Orientador)**

E-mail: [evlyn.novo@inpe.br](mailto:evlyn.novo@inpe.br)

**Vivian Fróes Renó (DSR/INPE, Co-orientador)**

E-mail: [vivian.reno@inpe.br](mailto:vivian.reno@inpe.br)

São José dos Campos - SP

2019

## SUMÁRIO

### Conteúdo

RESUMO .....	4
INTRODUÇÃO .....	5
OBJETIVOS .....	6
Projeto Inicial .....	7
Caracterização da Área de Estudo .....	7
ATIVIDADES REALIZADAS .....	8
Aquisição de Dados .....	8
Materiais e Métodos .....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	11
CONCLUSÃO .....	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Delimitação da área de estudo, Depressão do Paraíba do Sul segundo o Mapa Geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL, 1983.....	8
<b>Figura 2.</b> Composição de bandas utilizada para o mapeamento dos fragmentos de Savana Florestada.....	11
<b>Figura 3.</b> Fragmentos obtidos com a intersecção de Inventários .....	14
<b>Figura 4.</b> Municípios com fragmentos detectados pelo produto deste trabalho (Autor, 2019).....	15

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Tabela de dados matriciais adquiridos.....	9
<b>Tabela 2.</b> Dados Inventário Florestal de 2001.....	12
<b>Tabela 3.</b> Dados Inventário Florestal 2010.....	13
<b>Tabela 4.</b> Dados da intersecção dos Inventários Florestais de 2001 e 2010.....	15
<b>Tabela 5.</b> Quantidade de Fragmentos averiguados por mapeamento, entre os Inventários Florestais de 2001, 2010 e o Mapeamento atualizado de 2019.....	16
<b>Tabela 6.</b> Dados sobre proximidade de fragmentos em Áreas de Preservação Permanente .....	16

Programa Institucional de Bolsas - PIBIC/CNPQ – Relatório Final de Atividades

## **MAPEAMENTO DE FORMAÇÕES SAVÂNICAS DE ASPECTO FLORESTAL NO SETOR OESTE DA BACIA SEDIMENTAR DO PARAÍBA DO SUL, SÃO PAULO BRASIL.**

*Aluno: Guilherme Pereira Cambre Añon*  
*Orientação: Evlyn Márcia Leão de Moraes Novo*  
*Coorientação: Vivian Fróes Renó*

---

### **RESUMO**

As primeiras formações de Savana (Cerrado) no Vale do Paraíba do Sul remontam ao último período Glacial, durante o qual o Cerrado preencheu o Planalto Ocidental Paulista e avançou pela Bacia do Paraíba do Sul. Os remanescentes dessa formação ocorrem como enclaves no bioma de Mata Atlântica, e situam-se em solos bem drenados da bacia sedimentar, cujo clima caracteriza-se por seis meses de seca criando ambiente propício para o desenvolvimento deste tipo de vegetação. Para a realização desse estudo, foram utilizados os mapeamentos produzidos pelo Instituto Florestal e pelo Ministério do Meio Ambiente, os quais fazem parte do programa de Inventários Florestais. Este programa visa a gestão e conservação das florestas do Território Paulista, fornecendo o diagnóstico da vegetação no Estado de São Paulo, quantificando os remanescentes e classificando-os de acordo com suas características. Os dados levantados tiveram como foco a região oeste da denominada Depressão do Paraíba do Sul, por concentrar 97% dos fragmentos mapeados de Savana Florestada na região pelo Inventário Florestal de 2010. Este relatório descreve as atividades realizadas visando a verificação de fragmentos florestais mapeados pelo Inventário Florestal nos anos de 2001 e 2010, com o auxílio de ferramentas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, na tentativa de aferir melhor resultado em um mapeamento atualizado.

O objetivo do projeto de Iniciação Científica é a aplicação de técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento remoto para a identificação e mapeamento de fragmentos de Savana florestal a partir da integração de informações extraídas de imagens ortorretificadas das missões SENTINEL 2 e LANDSAT 8 e mapas disponíveis, anteriores a 2018. A partir dessa integração de informações ao longo do tempo, o projeto produziu dados estatísticos sobre a evolução espaço-temporal da área ocupada por esses fragmentos na depressão formada pela Bacia Sedimentar no setor paulista do Vale do Paraíba do Sul. As primeiras configurações vegetacionais de Savana (Cerrado) remontam ao último período Glacial, durante o qual o Cerrado preencheu o Planalto Ocidental Paulista e avançou pela Bacia do Paraíba do Sul. Os remanescentes dessa formação situam-se em solos bem drenados da bacia sedimentar, cujo clima caracteriza-se por seis meses de seca criando ambiente propício para o desenvolvimento deste tipo de vegetação.

## INTRODUÇÃO

A distribuição global das savanas teve origem no Mioceno, cerca de dez milhões de anos atrás, quando as cordilheiras em ascensão interromperam os padrões mundiais de precipitação, fazendo com que as vastas florestas continentais retrocedessem, deixando em seu rastro as savanas, desertos e pastagens que persistem até hoje. Mais recentemente houve um novo avanço de formações savânicas sobre terras antes ocupadas por florestas tropicais. Devido às flutuações climáticas da passagem para uma fase mais seca e fria durante o Pleistoceno terminal, a biota de florestas tropicais ficou restrita às exíguas áreas de maior umidade, formando o que se convencionou chamar de refúgios. Durante este período a cobertura vegetal higrófila sofreu um grande impacto com a perda de sua capacidade competitiva em relação às plantas xerófitas (VIADANA, 2002; AB'SÁBER, 1992; AB'SÁBER, 1977).

Ocorrendo em todos os continentes, exceto na Antártida, as savanas tendem a se desenvolver em regiões tropicais e subtropicais, principalmente em interiores continentais ou em planícies abertas. Atualmente existem duas escolas de pensamento para agrupar definições de savana, a europeia que trata a savana como uma “formação tropical com domínio de gramíneas, contendo uma proporção maior ou menor de vegetação lenhosa aberta e árvores associadas” e a americana que possui a mesma definição fisionômica, no entanto expande o conceito para além das formações tropicais. Pela classificação da escola americana incluem-se formações vegetais subtropicais como algumas formas que ocorrem na América do Norte, Patagônia ou o Chaco sul-americano, as quais também são consideradas savana. No entanto há um consenso entre as diferentes correntes de pensamento que a ocorrência de savanas está associada à presença histórica do fogo, muito mais do que condicionada por fatores climáticos, hidrologia, herbivoria e fatores edáficos (ALEMAN & STAVEN, 2018; WALTER, 2006).

Eiten (1982) agrupou as savanas do Brasil em cinco categorias climático-geográficas: Brasil sul, região de campos limpos; Floresta Atlântica, onde ocorrem os campos de altitude e/ou rupestres; Brasil central, nos domínios de Cerrado e Pantanal; Brasil nordeste, no domínio da Caatinga; e Amazônia, onde ocorrem as savanas amazônicas.

O Cerrado ou “savana brasileira” é o segundo maior bioma do território brasileiro, abrangendo 12 estados e compreendendo uma área de 2.036.448 km<sup>2</sup>. O Cerrado inclui um conjunto de formações tipicamente savânicas, possuindo semelhanças e relações com as formações savânicas da África e Austrália, relacionadas à flora, relevo e presença de certos minerais no solo. Possuem também diferenciações em relação às outras savanas do planeta, como a ausência de grandes mamíferos e solo potencialmente pobre de bases e minerais. Possui a mais rica flora dentre as savanas do mundo, com mais de 7.000 espécies vegetais. (KLINK, 2005).

Além de sua distribuição pelo Planalto Central, compoendo 22% do território nacional, as

formações savânicas encontram-se distribuídas também em forma de fragmentos isolados. No Estado de São Paulo ocorre ao norte na Cuesta Basáltica, e a Leste no Planalto Atlântico. Neste último, observam-se encraves de vegetação de Cerrado na região do Vale do Paraíba, cujo diversificado relevo e geografia, condicionaram em certas áreas as propriedades edafoclimáticas necessárias para o desenvolvimento e permanência destas formações, em localidades onde o clima, geologia e outros fatores são favoráveis ao desenvolvimento do bioma (FERREIRA, 2007).

Segundo Klink (2000) a atual visão sobre o bioma cerrado está voltada para seu uso econômico, voltado ao aproveitamento de seu território para a agricultura o que deve continuar em ritmo acelerado devido às demandas do agronegócio. Assim, o mapeamento exercido pelo Instituto Florestal (KRONKA, 2010), atua como um importante adendo para a gestão ambiental no estado de São Paulo, com o registro da classificação fitofisionômica dos remanescentes de vegetação natural. Contudo, ambos os inventários possuíam diferenças metodológicas para o mapeamento; além de haver uma escassez de material similar, anterior a estes Inventários.

As intensas modificações antrópicas na paisagem natural no vale do Paraíba ao longo dos sucessivos ciclos econômicos exerceu uma grande pressão sobre as extensas savanas que cobriam quase a totalidade da porção paulista da unidade geomorfológica depressão do médio vale do Paraíba e hoje seus remanescentes ainda podem ser encontrados em pequenos fragmentos florestais e campestres, incrustados dentro e ao redor de zonas urbanas, com predominância em alguns municípios, como Caçapava, São José dos Campos, Taubaté e Pindamonhangaba.

Este trabalho visa analisar a dinâmica espaço-temporal dos principais fragmentos remanescentes de formações savânicas de aspecto florestal em seis municípios do Vale do Paraíba Paulista, entre os anos de 2001 e 2018, por meio de sensoriamento remoto e geoprocessamento de dados secundários de inventários oficiais pretéritos do Estado de São Paulo.

## **OBJETIVOS**

Os objetivos alcançados pelo projeto até o presente momento deste relatório foram:

- Aquisição e processamento digital de imagens adquiridas por provedores online;
- Elaboração de mapeamento atualizado dos fragmentos de savana presente em seis municípios da Depressão do Paraíba do Sul, na porção oeste do Vale do Paraíba.
- Aquisição da planimetria dos fragmentos mapeados, revelando a dinâmica espaço-temporal destes fragmentos.

## **Projeto Inicial**

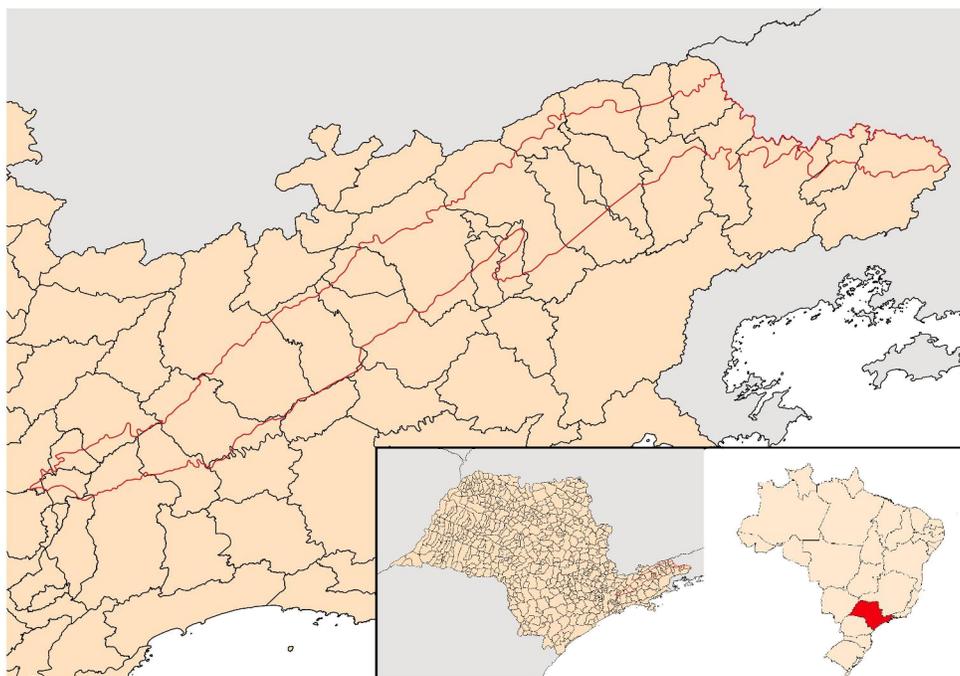
O projeto inicial proposto no âmbito dessa bolsa de Iniciação científica, buscava mapear as principais manchas de remanescentes de cerrado na porção paulista da unidade geomorfológica Depressão do Médio Paraíba do Sul através da interpretação e classificação de ortofotos da base de dados do IGC (Instituto Geográfico e Cartográfico), seguida da verificação em campo e mapeamento detalhado das manchas identificadas nas ortofotos com a utilização de DRONE para a obtenção de imagens atualizadas e com maior resolução espacial.

Como segundo objetivo proposto, o projeto iria avaliar a existência de similaridade florística e estrutural do estrato arbóreo dos principais fragmentos florestais das manchas de cerrado mapeadas, através do método de parcelas de área fixa que é um dos principais métodos utilizados para estudos fitossociológicos. O método de parcelas consiste no estabelecimento em campo de pequenas unidades amostrais distribuídas pela área de estudo, possibilitando uma representação adequada da diversidade local, apresentando as seguintes vantagens: possibilidade de obter todos os estimadores diretamente na unidade amostral, praticidade e simplicidade no estabelecimento das unidades amostrais em campo (Durigan et al., 2003; Péllico Netto & Brena, 1997).

Devido ao tempo de elaboração e averiguação dos resultados das primeiras atividades, o tempo de execução destas se prolongou para que fosse possível adquirir fontes de dados mais precisas, como imagens de melhor resolução para o mapeamento. O projeto proposto baseava-se na premissa de que os mapas disponibilizados pelo Inventário Florestal eram suficientemente precisos. A realização de missão de campo e o cotejo dos mapas disponíveis indicaram que havia necessidade de que os mapas fossem atualizados.

## **Caracterização da Área de Estudo**

A área de estudo abrange o setor oeste da Região Metropolitana do Vale do Paraíba do Sul, focando em seis dos municípios que compõem a zona de menor altitude da Bacia, denominada como Depressão do Paraíba do Sul, como delimitado pelo projeto RADAMBRASIL (Figura 1). Os seis municípios optados para a pesquisa compreendem segundo o Inventário florestal de 2010 (KRONKA, 2011) a zona de maior concentração de fragmentos de savana florestada, um valor de 97% dos fragmentos mapeados, sendo eles: Jacareí, São José dos Campos, Caçapava, Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba.



**Figura 1.** Delimitação da área de estudo, Depressão do Paraíba do Sul segundo o Mapa Geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL, 1983.

Segundo o Inventário Florestal de 2010, o município de Caçapava possui a maior porcentagem de área de savana florestada mapeada (30 %) dentre os municípios do vale do Paraíba (IFSP, 2010; RIBEIRO JR., 2015). Situados em domínio de Mata Atlântica, os fragmentos encontrados apresentam-se como enclaves de formações de savana florestada, predominantemente localizados a direita do curso do rio Paraíba do Sul, com algumas exceções de ocorrência no município de Pindamonhangaba. O clima na região possui invernos secos e verões quentes e úmidos, com chuvas de Outubro a Março e que condicionam uma média pluviométrica de 1500 mm.

## **ATIVIDADES REALIZADAS**

### **Aquisição de Dados**

Com o intuito de adquirir um maior conhecimento sobre o Cerrado, primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o tema, incluindo a terminologia e classificação fitofisionômica das formações savânicas que compõem o Cerrado; além de pesquisar os diversos usos do sensoriamento remoto relativos ao tema, incluindo a presença deste bioma no Vale do Paraíba. Os artigos utilizados para aprofundamento teórico estão listados nas Referências bibliográficas, e os tópicos pertinentes a este trabalho dispostos pelo texto e pela introdução.

Após a delimitação da área de estudo, fez-se a pesquisa e download de imagens de

satélites e ortofotos, disponíveis em servidores online de dados. Abaixo, estão descritos os critérios de avaliação e origem do dado adquirido:

Dados	Fonte	Acesso (Link)	Informação
Ortofotos Leste IGC (2010)	IGC - Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo	<a href="http://geoportal.igc.sp.gov.br:8080/GeoPortalIGC/Internet/">http://geoportal.igc.sp.gov.br:8080/GeoPortalIGC/Internet/</a>	Ortofotos 2010 com resolução de 45 cm do Leste e Oeste do Estado, pertencentes ao IGC, Plano Cartográfico do Estado de São Paulo.
Imagens Landsat (1972 - 2018)	INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	<a href="http://www.dgi.inpe.br/CDSR/">http://www.dgi.inpe.br/CDSR/</a>	Imagens sensor MSS (órbita/ponto: 234/076) - 1973-1980; TM (órbita/ponto: 218/076) - 1984-2011; OLI/TIRS (órbita/ponto: 218/076) - 2014-2018.
Imagens Landsat (1972 - 2019)	USGS - United States Geological Survey	<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>	Imagens sensor MSS (órbita/ponto: 234/076) - 1975, 1983, e 1992; TM (órbita/ponto: 218/076) - 2001 e 2010; OLI/TIRS (órbita/ponto: 218/076) - 2019.
Imagens RapidEye (2011 - 2015)	MMA- Ministério do Meio Ambiente	<a href="http://geocatalogo.mma.gov.br/">http://geocatalogo.mma.gov.br/</a>	Mapeamentos completos dos anos de 2011 e 2012, encontrando lacunas nos anos de 2013, 2014, e 2015.
Imagens Sentinel 2	USGS - United States Geological Survey	<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>	Imagens com posicionamento granular (sem orbira ponto específica), de junho a dezembro de 2018
Imagens Aster/SRTM	IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	<a href="https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm">https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm</a>	Imagens com posicionamento granular (sem orbira ponto específica), de junho a dezembro de 2018

**Tabela 1.** Tabela de dados matriciais adquiridos

A última parte na aquisição de dados foi a de download e processamento de dados vetoriais, que seriam processamentos precedentes que agregariam informações relevantes ao mapeamento atual dos fragmentos de savana florestada. Dentre os dados estão os Inventários florestais de 2001 e 2010, elaborados pelo Instituto Florestal, e adquiridos no site DATAGEO. O primeiro Inventário, sendo um mapeamento e quantificação das diferentes fitofisionomias vegetais (DATAGEO 2003), baseado em imagens de satélite Landsat 5 e 7, bem como o CBERS 2. O arquivo de vetor (Shapefile) estava disponível para edição e download, ao contrário do Inventário Florestal de 2010, cujo arquivo para download via vetor online não era passível de edição (formato WMS). Para superar essa limitação precedeu-se uma vetorização de feições correspondentes as formações fitofisionômicas de savana que compõem a área de estudo.

Outro dado adquirido foi o mapeamento de uso da terra disponibilizado pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS, 2013), que forneceu dados vetoriais de uso para silvicultura e das formações florestais naturais que ocorrem no municípios e os dados vetoriais de área de preservação permanente. Os vetores de Delimitação dos municípios utilizados neste trabalho foram adquiridos pelo site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015).

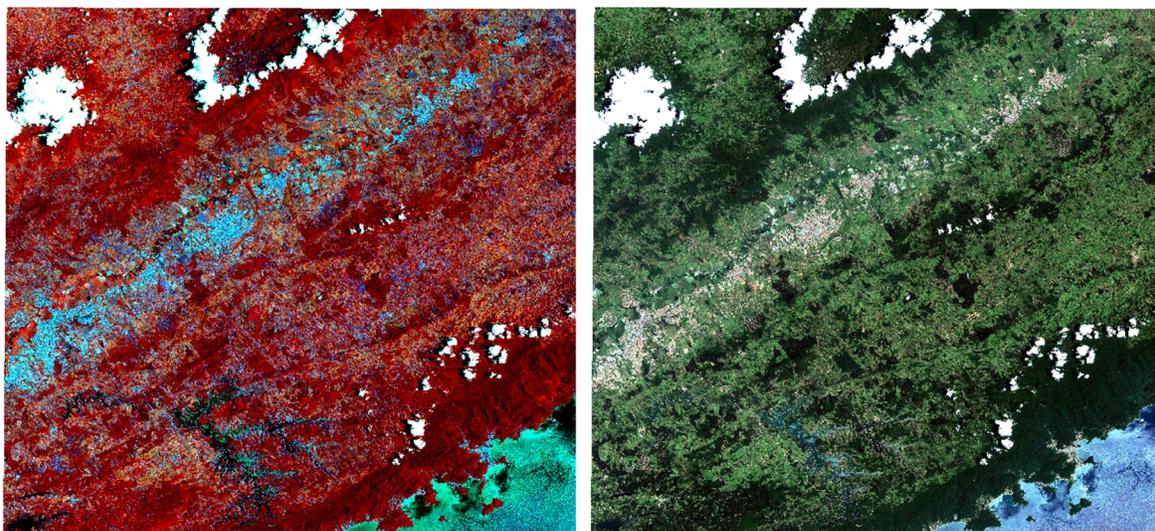
O trabalho desenvolvido até o momento contou com apenas um trabalho de campo, que teve como proposta fotografar possíveis áreas não mapeadas pelos inventários, adquirindo ao mesmo tempo as coordenadas específicas da localidade visitada. Como parte do processamento, foi elaborada uma análise estatística e quantitativa da planimetria dos fragmentos, para representar a quantidade de manchas presentes na Depressão do Paraíba do Sul, bem como área total de manchas e savanas existentes em cada município da região oeste. Computou-se também a área e quantidade de manchas e fragmentos comuns a ambos os inventários, e também a análise temporal, que conta com a evolução em área destes fragmentos, considerando a classificação atualizada.

## **Materiais e Métodos**

Para o início da produção do mapeamento final, os dados matriciais e vetoriais adquiridos foram reamostrados para o Sistema de Coordenadas Geográficas SIRGAS 2000 (EPSG: 4674), estabelecido como padrão para este trabalho; sendo o produto final sendo fornecido pela mesma exigência. Dentre os fragmentos mapeados, buscou-se apenas mapear os fragmentos de savana Florestada, sem distinção de fragmentos como contatos ou se os mesmo estavam com intrusões em meio a outras formações.

Para a vetorização manual empregada na atualização e classificação dos fragmentos, foram confeccionadas grades vetoriais que auxiliaram na localização e orientação em cada local mapeado, segmentando a área de pesquisa em quadriláteros de área de aproximadamente 100 km<sup>2</sup>. Também foi utilizada uma grade vetorial na aquisição das imagens ortorretificadas do IGC, visto que o site disponibiliza o imageamento por formato GeoTiff, mas por orientação em captura de tela.

Para o mapeamento da condição atual dos fragmentos foram utilizadas imagens coloridas de alta resolução obtidas pelo sensor MultiSpectral Imager (MSI)/Sentinel-2 da órbita 38 (descendente), a escala para o mapeamento atualizado foi de 1:25000. A vetorização manual foi baseada em interpretação visual, e foram utilizadas duas composições de bandas para a interpretação dos fragmentos: uma composição em cor verdadeira, a partir das bandas RGB (respectivamente 4, 3, 2) disponíveis. Também foi utilizada uma composição falsa-cor RGB (8, 4, 3), com banda de infravermelho próximo como destaque para interpretação da vegetação.



**Figura 2.** Composição de bandas utilizada para o mapeamento dos fragmentos de Savana Florestada.

No processamento dos dados de Uso e Área de Preservação Permanente, foi empregada uma intersecção dos fragmentos atualizados com as feições classificadas pelo FBDS, para que o resultado fosse utilizado para a validação da classificação dos fragmentos adquiridos pela vetorização. Assim, foi possível distinguir entre feições de Formação natural e silvicultura, bem como relacionar os fragmentos com a proximidade de áreas estabelecidas como APP. Após a atualização dos mapas foram computadas as estatísticas de cada feição e calculada a área de cada fragmento a partir de métodos de geoprocessamento, dispostos pelo software utilizado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Lopes (2014), a colonização europeia foi o marco que deu o início da ampla exploração de terras na Bacia do Rio Paraíba do Sul, que devido a características de solos bem drenados com muitas áreas de meandros e pequenos lagos, atraíram interesses da agricultura para a região. Assim a agricultura condicionou a paisagem do Vale do Paraíba atual, bem como a crescente urbanização ao longo do Rio Paraíba do Sul. Essa ocupação resultou no desmatamento e fragmentação gradual e degradação dos atributos naturais da bacia, incluindo a retificação de trechos do Rio Paraíba do Sul entre Jacareí e Cachoeira Paulista, devido a um programa para o aproveitamento dos recursos hídricos da bacia (NOVO, 2010).

A atividade de campo proposta e executada em Outubro de 2018, teve grande importância para a contextualização do conteúdo pesquisado sobre as savanas no Vale do Paraíba do Sul, principalmente no tocante aos aspectos físicos e biológicos relacionados ao desenvolvimento dessas formações. Foi observado que parte das manchas de cerrado visitadas propagaram-se nas áreas mais altas do relevo, possivelmente pela distância

desta superfície em relação ao nível do lençol freático.

Notou-se que nas regiões mais baixas, onde se situa a parte mais profunda da calha de escoamento da bacia, ocorriam formações mistas de contato entre Cerrado e Mata Atlântica; sendo que tais formações ocorriam nas chamadas zonas de contato, nas quais era nítida a transição de formações mais esparsas para as formações com maior frequência de espécies arbóreas, onde se mesclavam o Cerrado e a Mata Atlântica.

O tipo do solo está diretamente ligado ao sucesso do estabelecimento da vegetação savânica na região do Vale do Paraíba do Sul. No centro desta região, há uma bacia sedimentar do período terciário, constituída predominante de latossolo vermelho amarelo.

Os mapeamentos do Inventário Florestal de 2001 e 2010 mostram que as áreas de maior ocorrência fragmentos remanescentes de cerrado estão justamente situadas nesta faixa de bacia sedimentar que o Vale do Paraíba Paulista apresenta, sendo que boa parte destas são frutos da disseminação recente das espécies vegetais.

O propósito de elaborar um mapeamento de datas anteriores e posteriores ao mapeamento presente nos Inventários florestais é de justamente obter um histórico da disseminação destas manchas e identificar os fatores que explicam essa expansão de manchas de cerrado após um longo período de sua remoção.

O mapeamento dos fragmentos de savana contido nos Inventários foi analisado, quantificando e localizando os fragmentos por município, em cada um dos Inventários, e também em uma terceira tabela (**Tabela 4.**), contendo a área e quantidade de fragmentos de savana mapeados em ambos os inventários, dado adquirido com a intersecção deles.

Inventário Florestal de 2001				
Relativo a área das manchas de savana				
Qtd.	Municípios	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)
37	CAÇAPAVA	3492639	3,492639	24
16	CACHOEIRA PAULISTA	1316038	1,316038	9
2	CRUZEIRO	126252	0,126252	1
4	GUARATINGUETÁ	284548	0,284548	2
1	JACAREÍ	25564	0,025564	0
9	LORENA	1054567	1,054567	7
13	PINDAMONHANGABA	894714	0,894714	6
4	PIQUETE	358324	0,358324	2
46	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	4370246	4,370246	30
21	TAUBATÉ	1277133	1,277133	9
11	TREMEMBÉ	1350272	1,350272	9
164	11 municípios	14550297	14,550297	100

**Tabela 2.** Dados Inventário Florestal de 2001.

No Inventário Florestal de 2001, foram mapeadas 164 manchas e fragmentos de savana distribuídos em 11 municípios dentro da área de estudo; a savana na Depressão do Paraíba do Sul ocupa uma área total de 14,5 km<sup>2</sup>. O município que apresentou o maior número de manchas em sua área foi São José dos Campos, com 46 manchas representando 28% de fragmentos mapeados. O município também possui a maior área coberta por manchas, pouco mais de 4 km<sup>2</sup> que representa 30% da área de savana mapeada e cerca 0,3% da área total do município.

Já no Inventário Florestal de 2010, houve uma grande diferença nos dados levantados. Foram contabilizados 353 fragmentos de savana mapeados, distribuídos por 14 municípios, (com manchas mapeadas nos municípios de Canas, Lavrinhas, Potim e Roseira, municípios que não apareceram no mapeamento de 2001; sendo que o município de Piquete não apresentou nenhuma mancha neste mapeamento). Constatou-se neste Inventário que a área de savana mapeada foi de 17,2 km<sup>2</sup>, ou seja, 2,7 km<sup>2</sup> maior que a do Inventário anterior, aproximadamente 19%.

Inventário Florestal de 2010 - Savana				
Relativo a área das manchas				
Qtd.	Municípios	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)
56	CAÇAPAVA	5197139	5,197139	30
10	CACHOEIRA PAULISTA	98719	0,098719	1
5	CANAS	58781	0,058781	0
6	CRUZEIRO	85732	0,085732	0
5	GUARATINGUETÁ	45958	0,045958	0
4	JACARÉI	236947	0,236947	1
3	LAVRINHAS	25351	0,025351	0
8	LORENA	136348	0,136348	1
104	PINDAMONHANGABA	3570649	3,570649	21
2	POTIM	17252	0,017252	0
3	ROSEIRA	27788	0,027788	0
20	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	2371044	2,371044	14
99	TAUBATÉ	3506255	3,506255	20
28	TREMOMBÉ	1835977	1,835977	11
353	14 municípios	17213940	17,21394	100

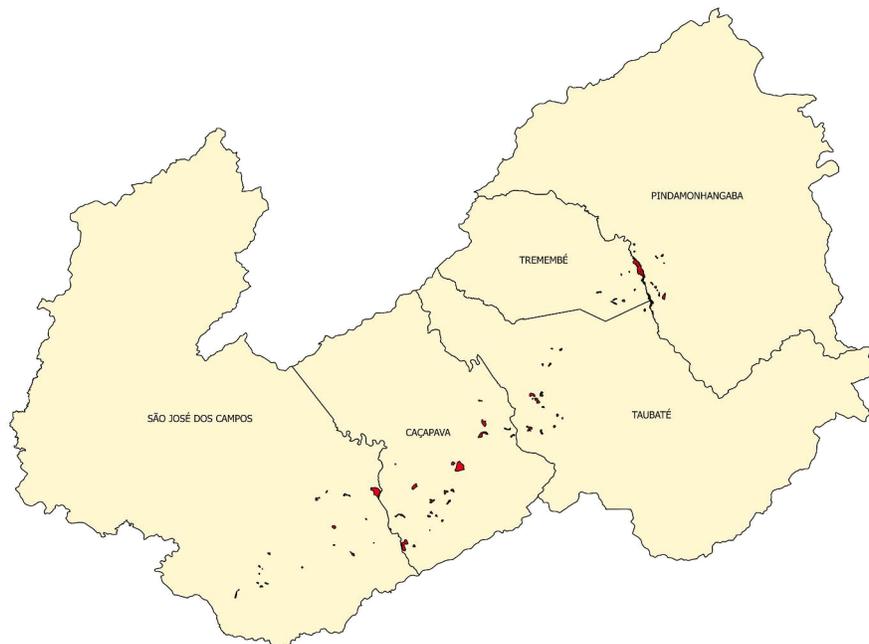
**Tabela 3.** Dados Inventário Florestal 2010.

O município de Pindamonhangaba apresentou o maior número de manchas mapeadas neste Inventário, sendo 104 manchas, que corresponde a 29% do total. Porém, esse total não corresponde a maior área de manchas em município; Caçapava apresentou a maior área de savana mapeada por município ( 5,2 km<sup>2</sup>), o que corresponde a 30% da área de savana levantada na área de estudo e 1,4% da área total do município.

Com a intersecção dos fragmentos e manchas comuns ambos os inventários, foi possível observar quais manchas teriam maior probabilidade de terem sido mapeadas. Dentre as

manchas que aparecem apenas em um dos Inventários há três possíveis razões para não serem constatadas na intersecção:

- Um possível erro no mapeamento de um dos dois inventários;
- Uma melhor avaliação e classificação das imagens utilizadas no mapeamento possibilitou um aumento da quantidade e área de manchas detectadas;
- Aparecimento de manchas de savana recentes, que não estavam presentes no mapeamento anterior, ou o desaparecimento de manchas, que por diversos fatores podem ter sido suprimidas.



**Figura 3.** Fragmentos obtidos com a intersecção de Inventários

A intersecção revelou que apenas 102 manchas foram mapeadas em ambos os inventários, distribuídas em apenas 5 municípios numa área de 5,4 km<sup>2</sup> de savana. Em termos de quantidade, a intersecção representa 62,2 % da quantidade manchas do Inventário Florestal de 2001, e representa apenas 28,9 % da quantidade de manchas averiguadas no Inventário Florestal de 2010. Em relação à área mapeada pelos inventários relativa à área de estudo, os fragmentos e manchas comuns às duas datas correspondem a 38% da área de savana mapeada no IF 2001, e 32% no IF 2010.

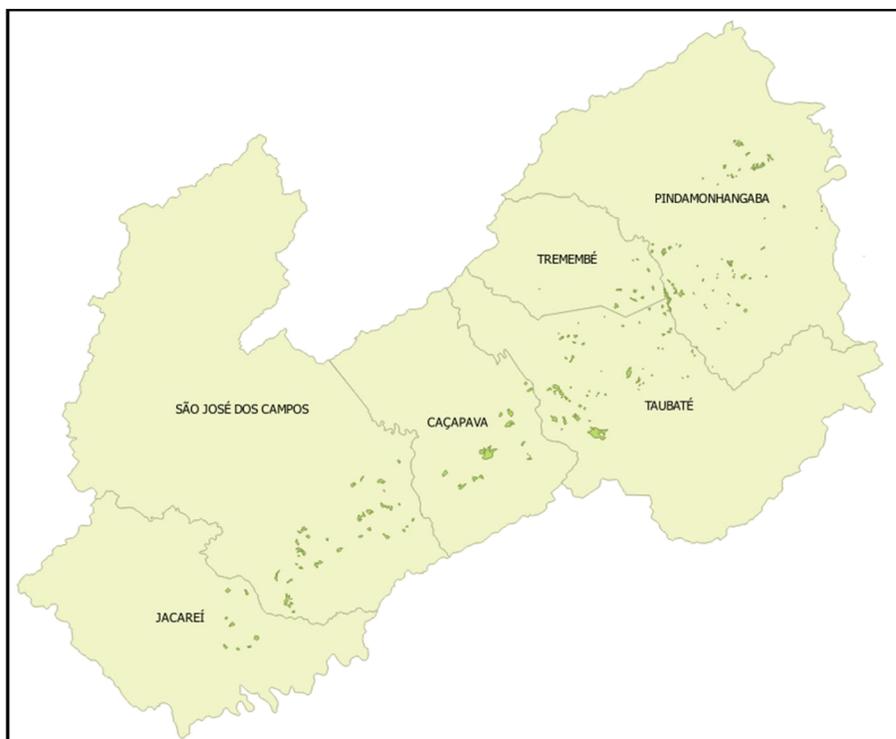
Apenas os municípios de Caçapava, Pindamonhangaba, São José dos Campos, Taubaté e Tremembé (Tabela 4) apresentaram manchas comuns a ambos os Inventários, sendo que Caçapava apresentou 25% de manchas comuns, o que corresponde a uma área de 2,16

km<sup>2</sup> de manchas mapeadas, ou seja, 40% da área total de manchas da intersecção, mas que corresponde a 0,6% da área total do município.

Intersecção dos dados de Savana (IF 2001 e 2010)				
Relativo a área das manchas				
Qtd.	Municípios	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)
26	CAÇAPAVA	2167239	2,167239	40
17	PINDAMONHANGABA	469854	0,469854	9
24	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	1048997	1,048997	19
22	TAUBATÉ	816388	0,816388	15
13	TREMembÉ	963551	0,963551	18
102	5 municípios	5466029	5,466029	100

**Tabela 4.** Dados da intersecção dos Inventários Florestais de 2001 e 2010.

Levando em consideração que estes mesmos municípios apresentavam já no Inventário Florestal de 2010 uma concentração de 96% dos fragmentos mapeados, a área de pesquisa foi reduzida apenas a região oeste, para que fosse averiguada a realidade das classificações proposta pelos mapeamentos pretéritos, acrescentando também o município de Jacareí na classificação.



**Figura 4.** Municípios com fragmentos detectados pelo produto deste trabalho (Autor, 2019).

Segundo os dados adquiridos com o mapeamento atual, houve um decréscimo de 85 fragmentos avaliados pelo Inventário Florestal de 2010, ocasionado pela metodologia diferente dos mapeamentos do Instituto Florestal, que contou com uma classificação não supervisionada destas manchas através das imagens Sentinel 2. Em pouquíssimos casos, foi verificado que área de Savana florestada em um dos municípios diminuiu devido a expansão urbana. Porém, houve a adição de áreas não mapeadas anteriormente em meio a áreas demarcadas como Silvicultura (floresta de eucaliptos) pelo FBDS (FBDS, 2013).

Quantidade de fragmentos por Mapeamento (KRONKA, 2005, 2011; Autor, 2019)			
Município	Quantidade de fragmentos (IF 2001)	Quantidade de fragmentos (IF 2010)	Quantidade de Fragmentos (2019)
Jacareí	1	4	10
São José dos Campos	46	20	43
Caçapava	37	56	16
Taubaté	21	99	69
Tremembé	11	28	14
Pindamonhangaba	13	104	74
Total	129	311	226

**Tabela 5.** Quantidade de Fragmentos averiguados por mapeamento, entre os Inventários Florestais de 2001, 2010 e o Mapeamento atualizado de 2019.

Dados específicos sobre Fragmentos averiguados em 2019 (FBDS, 2013; Autor, 2019)			
Município	Fragmentos próximos a APP	Fragmentos sem APP próxima	Área de Fragmentos (m <sup>2</sup> )
Jacareí	8	2	735197,114674
São José dos Campos	35	8	3408812,692369
Caçapava	8	8	2842443,335653
Taubaté	27	42	4215400,009146
Tremembé	8	6	714682,174338
Pindamonhangaba	25	49	2714861,527006
Total	111	115	14631396,85

**Tabela 6.** Dados sobre proximidade de fragmentos em Áreas de Preservação Permanente

Com relação aos fragmentos detectados pelo mapeamento atualizado, constatou se que metade destes fragmentos está localizada próxima á áreas determinadas como Áreas de Preservação Permanente devido a presença de corpos hídricos, dentro ou parcialmente em sua área. O total em área de fragmentos mapeados em 2018 (Autor, 2019), registrou um decréscimo. Segundo o Inventário Florestal de 2010, os seis municípios possuíam uma área de 16.718.011 metros quadrados (16,7 km<sup>2</sup>) de savana florestada; e em 2018, foi mapeada uma área de 14.631.396 m<sup>2</sup> (14,6 km<sup>2</sup>), constado um decréscimo de 2.086,615 m<sup>2</sup>

(2,1 km<sup>2</sup>), que também é justificável pela classificação aferida de alguns dos fragmentos mapeados.

## CONCLUSÃO

Com a intersecção dos mapeamentos de cada Inventário Florestal, foi possível observar localidades onde se encontram fragmentos e manchas estruturadas ao longo do tempo, bem como foi possível supor que as manchas que são comuns aos dois inventários e que apareceram apenas no inventário mais recente podem ser novas áreas em que a savana se estabeleceu recentemente. A partir do mapeamento final relatado neste trabalho, foi possível averiguar que grande parte dos fragmentos que foram relatados na Intersecção entre os Inventários florestais, apresentava-se mapeada e classificada como savana florestada.

Verificou-se de suma importância a utilização de mapeamentos históricos e as técnicas de interpretação de imagens para a classificação correta dos fragmentos florestais de savana no Vale do Paraíba Paulista. Logo no início das atividades para o desenvolvimento deste trabalho, foi constatada que a qualidade dos mapeamentos poderia ser melhor em questão de veracidade dos dados apresentados, devido a inconsistências da vegetação observáveis nas imagens utilizadas para observação dos fragmentos; a classificação aqui descrita adquiriu dados de diversas fontes que comprovaram que alguns dos fragmentos haviam sido erroneamente classificados ou até mesmo não haviam sido mapeados pelos Inventários florestais.

Logo, as técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento remoto, utilizadas para a confecção do mapeamento foram de extrema importância para a correção dessas inconsistências, denotando que para a gestão e monitoramento ambiental é importantíssima a utilização de dados integrados sistemicamente, principalmente com a utilização de mapeamentos e outros dados pretéritos. Do trabalho de Campo ao processamento de imagens e pesquisa de referencial bibliográfico, os dados oferecidos devem ser utilizados para uma melhor gestão de Recursos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**AB, SÁBER. A. N.;** A teoria dos refúgios: Origem e significado. Revista do Instituto florestal, Edição especial, São Paulo, março de 1992.

**AB, SÁBER. A. N.;** Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. Paleoclimas (3). São Paulo 1977.

**ALEMAN, Julie C.; STAVER, A. Carla.** Spatial patterns in the global distributions of savanna and forest. *Global Ecology and Biogeography*, v. 27, n. 7, p. 792–803, 2018.

**CONTI, J.B.** Circulação orográfica e efeito orográfico na gênese das chuvas na região Lesnordeste paulista. São Paulo, Tese (doutorado), p. 11. 1975.

**DELLA GIUSTINA, C. C.** Degradação e conservação do Cerrado: uma história ambiental do estado de Goiás, Universidade de Brasília, Centro de Desenvolvimento Sustentável – Brasília, 2013.

**DURIGAN, G.; et Al.** Caracterização de dois estrato da vegetação em uma área de cerrado no município de Brotas, SP, Brasil. *Acta. Bot. Bras.* 2002.

**DURIGAN, G. et Al.** Threats to the Cerrado remnants of the State of São Paulo, Brazil. *Sci. Agric.*, vol. 64, nº4, p. 355-363, 2007.

**EITEN, G.** The cerrado vegetation of Brazil. *The Botanical Review*. n.38, v.2, p. 201-340. 1982.

**FERREIRA, P. C. (coord.).** A biologia e a geografia do Vale do Paraíba: Trecho Paulista. São José dos Campos: IEPA – São Paulo, 2007.

**GOMES, H.** Abordagens Geográficas do cerrado: paisagens e diversidades. X EREGEO SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOGRAFIA. Universidade Federal de Goiás, 2007.

**GUISARD, D.M.P.; et al.** Análise da cobertura florestal do município de São José dos Campos entre 1973 e 2004 utilizando sensoriamento remoto e ecologia de paisagem. XIII Simpósio brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis - INPE, 2007.

**KLINK, C. A.; MACHADO, R. B.** A conservação do Cerrado brasileiro. Revista MEGADIVERSIDADE, volume um, nº 1, Julho de 2005.

**KRONKA, F. J. N., et Al.** Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo. Instituto Florestal - Secretaria do Meio Ambiente. Imprensa Oficial, São Paulo 2005.

**KRONKA, F. J. N., et Al.** Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo : Regiões Administrativas de São José dos Campos (Litoral), Baixada Santista e Registro. Instituto Florestal – Secretaria do Meio Ambiente. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2011.

**LOPES, Marcel.** Ocupação tupinambá no Vale do Paraíba Paulista: Vista a partir da análise do sítio arqueológico Santa Marina. USP, São Paulo – 2014.

**MENDES, I. A.; CORRÊA, A. C. de B.; ZACHARIAS, A; ARRUDA, E. M.; MISSURA, R.** Mapeamento geomorfológico de um setor da Região Sudeste Brasileira na escala de 1:250.000, a partir de imagens de radar. V Simpósio Nacional de Geomorfologia, UFSM - RS, 2004.

**MORELLI, A. F.; GUIMARÃES, R. M. M.** Avaliação da configuração original, da situação atual, determinação das áreas prioritárias e medidas de preservação e recuperação dos remanescentes de Cerrado e Contato Cerrado/Mata Atlântica no município de Tremembé. UNITAU, Taubaté, 2017.

**NOVO, E. M. L. de Moraes.** Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações. 4ª edição, editora Blucher. São Paulo, 2010.

**RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T..** Avaliação da configuração original e da situação atual dos remanescentes de Cerrado no município de Caçapava - SP. UNITAU, Taubaté - 2015.

**RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T.** Fitofisionomias do bioma cerrado. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.

**SILVA, J. X. da.** A pesquisa ambiental no Brasil: Uma Visão Crítica, Cadernos IBGE. Rio de Janeiro, 1996.

**VIADANA, A.G.** A teoria dos refúgios florestais aplicada ao estado de São Paulo. Edição do autor. Rio Claro, 2002.

**WALTER, B. M. T.** Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. 2006. 389p.

**Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável.** Dados sobre Usos de Solo dos municípios de Jacareí, São José dos Campos, Caçapava, Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba, SP. Acesso em: <http://geo.fbds.org.br>

**População estimada: IBGE,** Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2018. Acesso em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/>