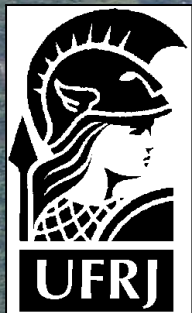


Classificação orientada a objetos no mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica, na escala 1:250.000



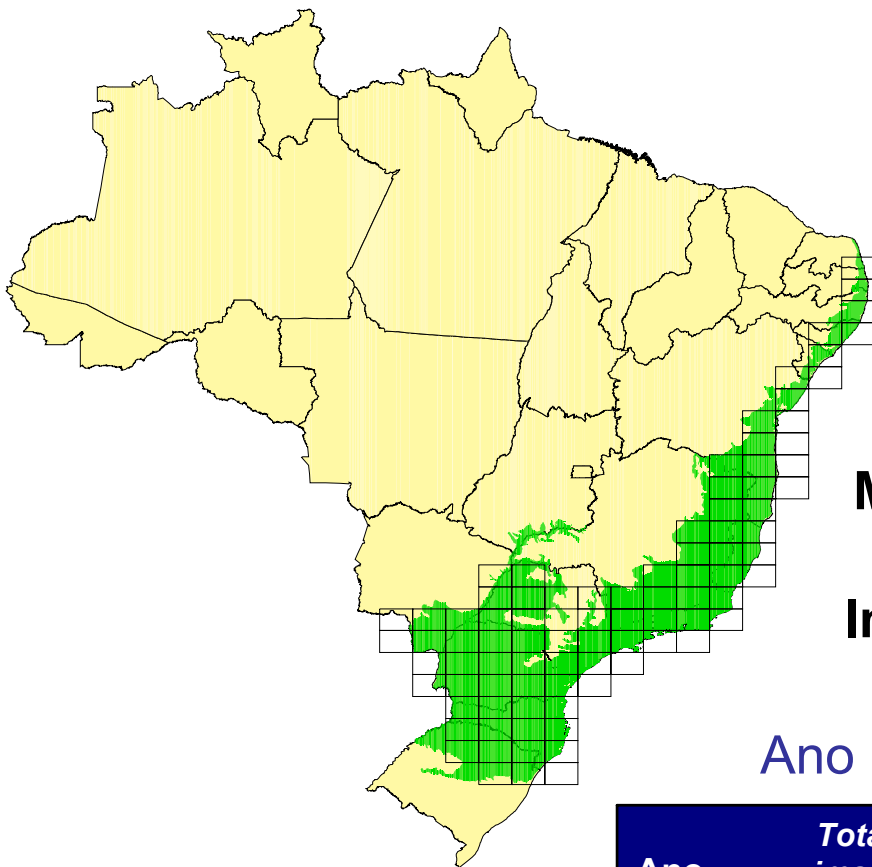
Carla Bernadete Madureira Cruz
Raúl Sánchez Vicens
Vinícius da Silva Seabra
Rafael Balbi Reis
Otto Alvarenga Faber
Monika Richter
Pedro Kopke Eis Arnaut
Marcelo Araújo

Apoio: PROBIO / MMA

Objetivo

Apresentar as principais diretrizes metodológicas para mapeamento da cobertura vegetal, em uma escala de meso-detalle (1:250.000), através da adoção de classificação orientada a objetos e modelagem fuzzy.

Este trabalho é resultado de uma iniciativa do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira - PROBIO, do Ministério de Meio Ambiente - MMA, que tem como objetivo elaborar o mapeamento, em meso escala de detalhamento (1:250.000), da cobertura vegetal nativa dos biomas brasileiros.



Articulação 1:250.000

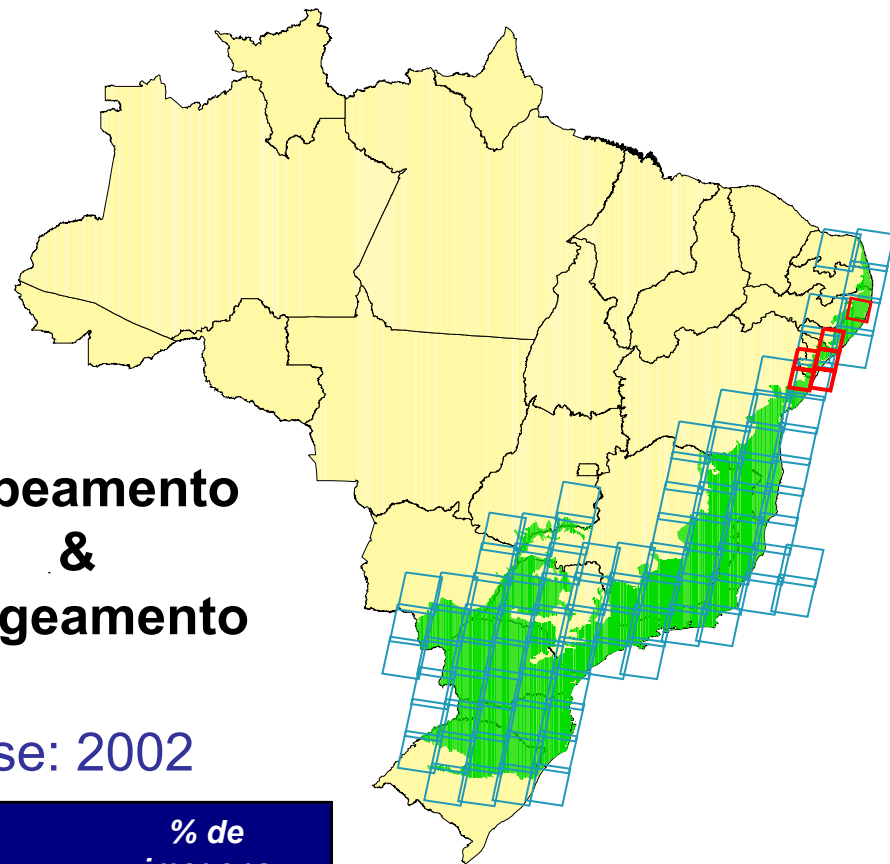
90 Folhas (124 originais)

Mapeamento & Imageamento

Ano base: 2002

Ano	Total de imagens	% de imagens
1999	4	4,2
2000	16	16,7
2001	21	21,9
2002	42	43,8
2003	6	6,3
2004	2	2,1
2005	5	5,2
Total	96	100

72%

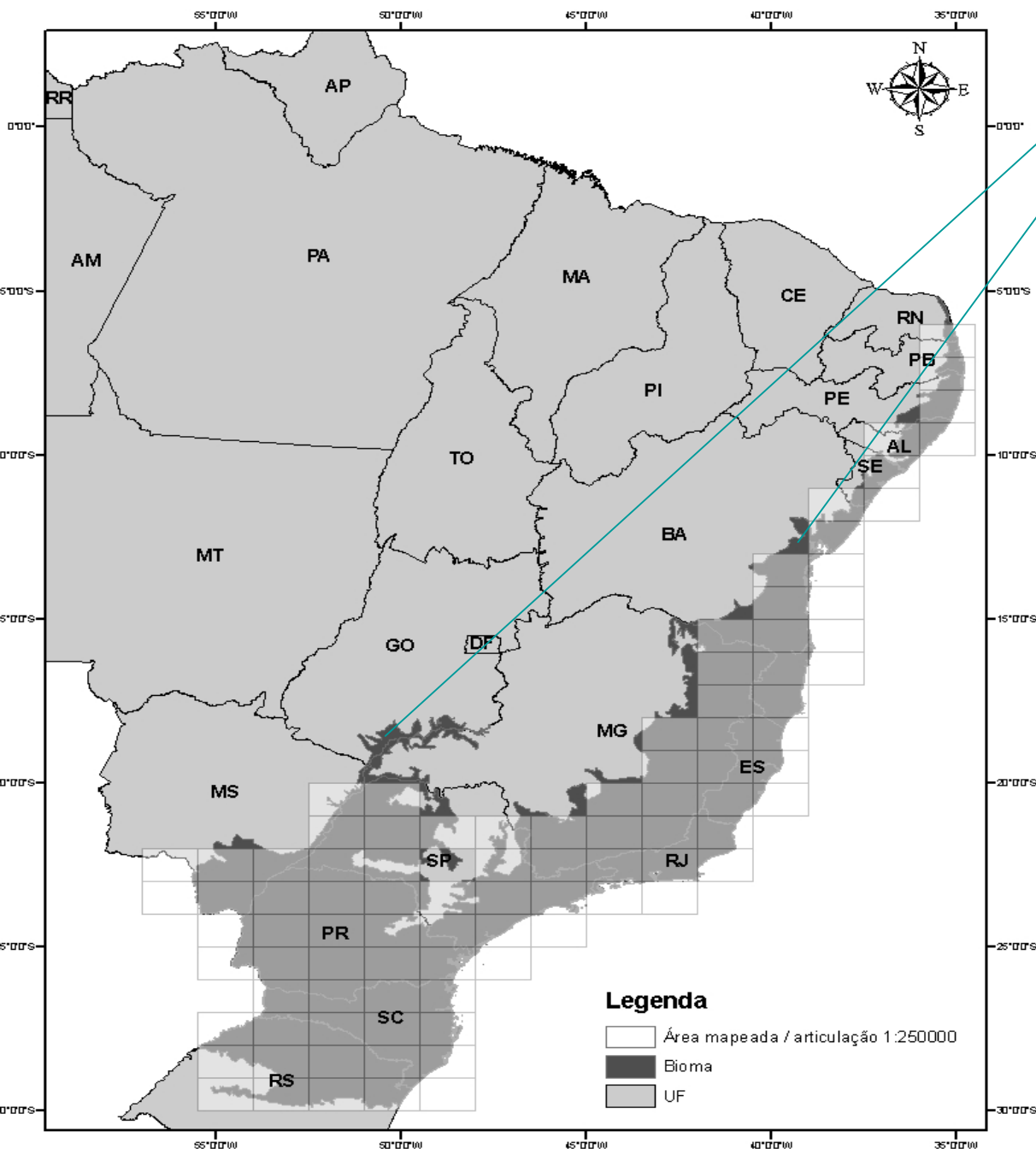


Órbita / Ponto

90 Cenas LANDSAT ETM

5 Cenas CBERS

1 Cena SPOT



*Complementação com
Biomas vizinhos*

Contatos:
Pampa
Cerrado
Caatinga

90 folhas 1:250.000
(completas)

15 Unidades de Federação
distribuídas em 4 regiões

Aproximadamente
1.100.000 km²

Maior densidade de
ocupação do Brasil!!!

*Diversidade: fitofisionomias,
geomorfologia, usos*

O Mapeamento segue a legenda do Sistema de Classificação Fisionômico-Ecológico do IBGE (1991).

Para efeito de análise os dados são agregados em grandes classes:

Remanescentes
Florestais (RF)

formações florestais
+
áreas de tensão ecológicas (ecótonos)
+
encraves florestados (Sd, Td)
+
vegetação secundária em estágio mais avançado

Remanescentes
Não Florestais
(RNF)

encraves não florestados (Sg, Tg)
+
refúgios vegetacionais

Formações
Pioneiras (FP)

influência {
fluvial e/ou lacustre
+
fluviomarinha + marinha

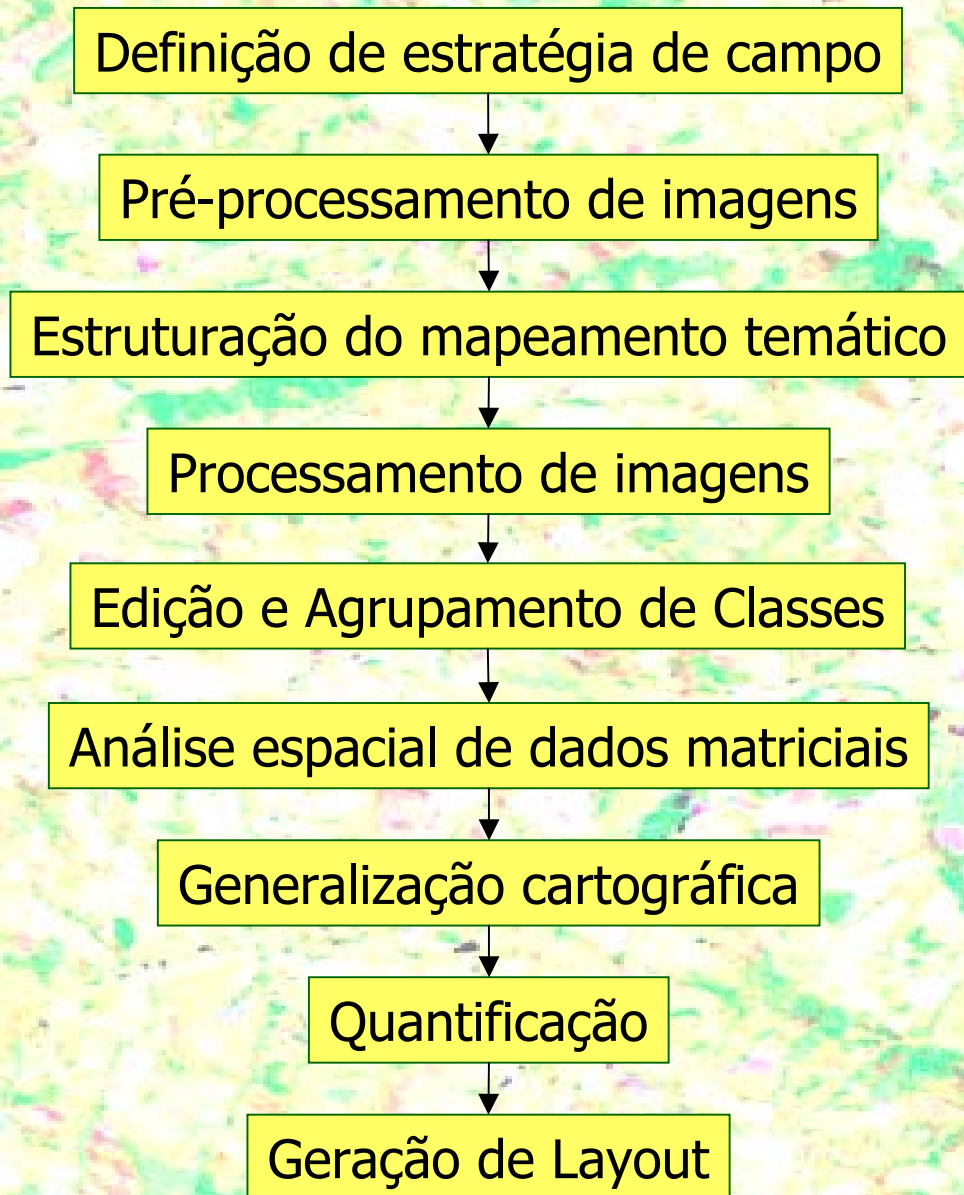
Áreas Antrópicas (AA):

Agricultura
+
Pastagem
+
Agropasto
+
Influência Urbana
+
Reflorestamento
+
Vegetação Secundária Inicial
+
Mosaicos

Áreas Não Classificadas (nuvens e sombra) e Corpos d'água

Situação complexa para o Nordeste!!!

Metodologia



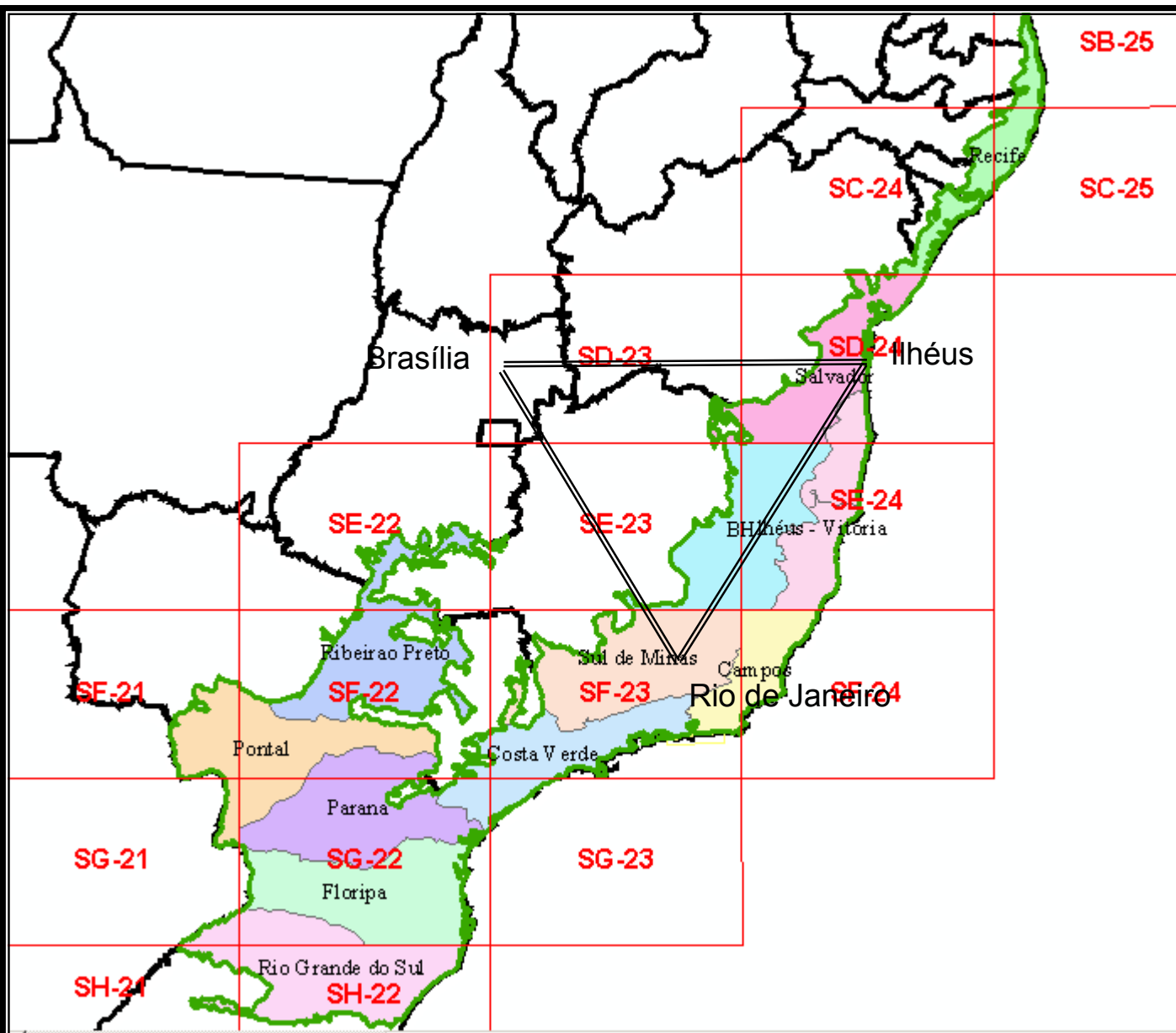
Estratégia de Mapeamento

Planejamento de Campo:

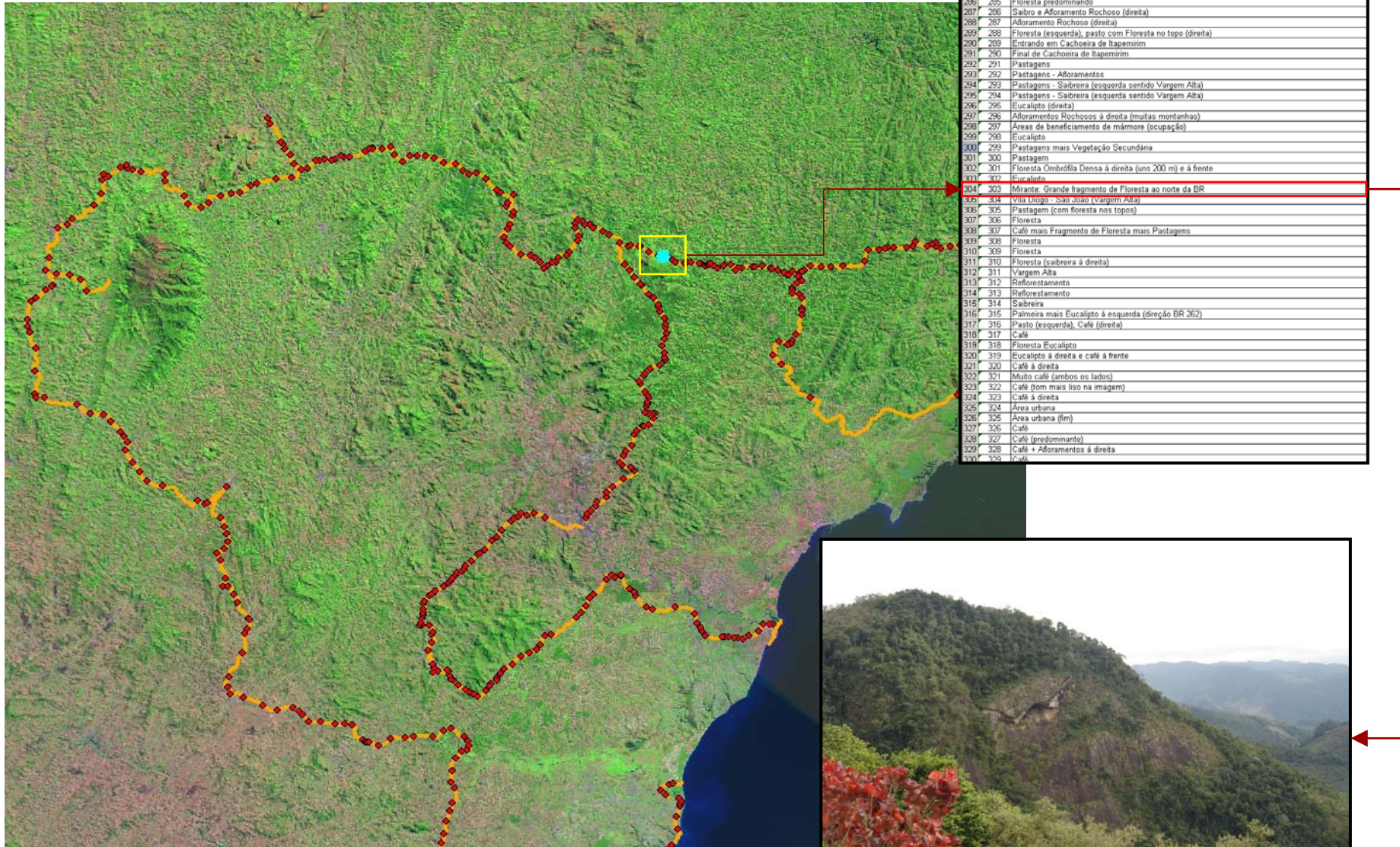
Divisão em regiões (pólos, para apoio aéreo)

12 áreas:

Rio Grande do Sul
Florianópolis
Paraná
Pontal
Ribeirão Preto
Costa Verde
Sul de Minas
Campos
BH
Ilhéus-Vitória
Salvador
Recife



Banco de Dados no ArcGIS 9.0

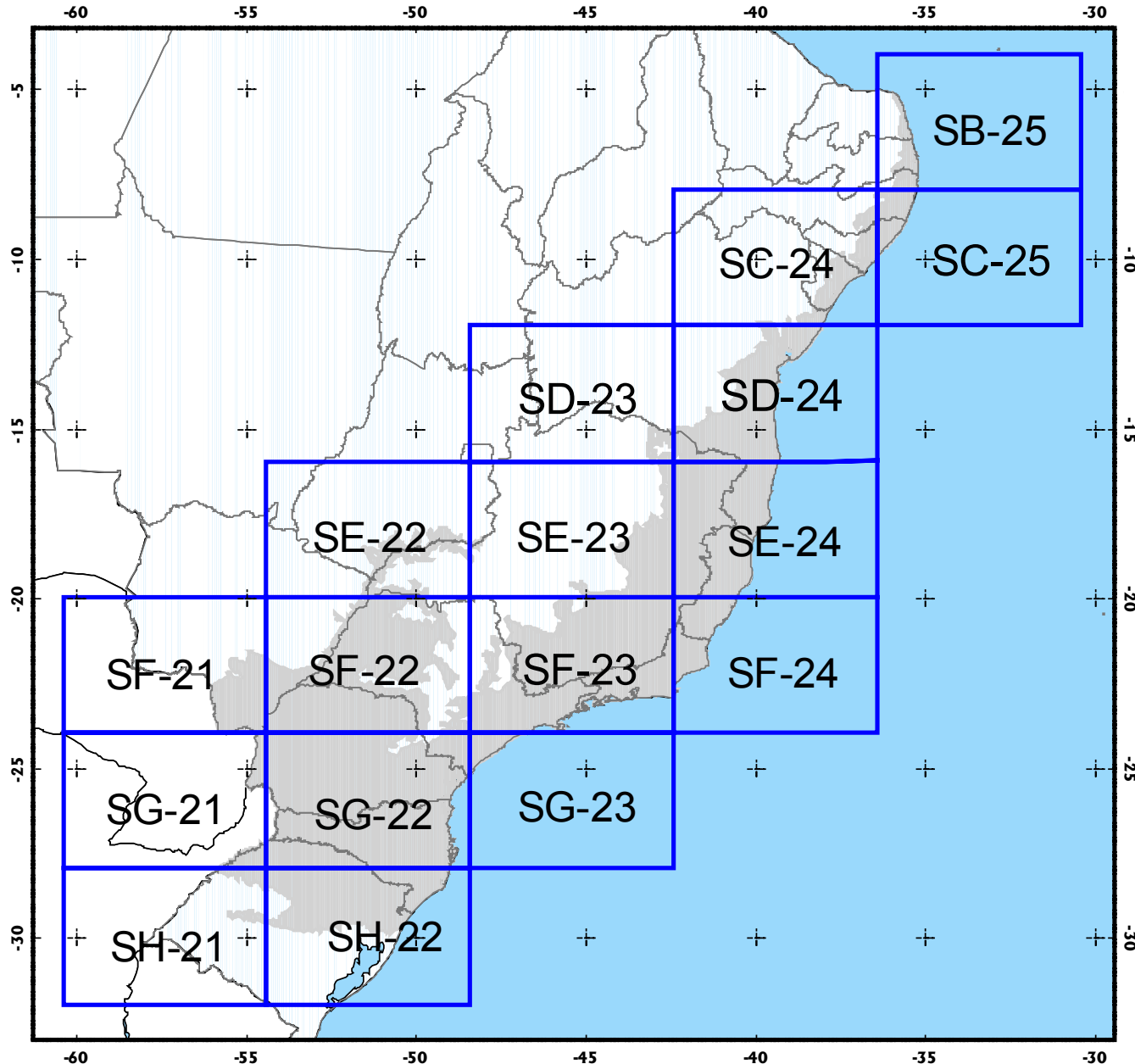


SF-24 → Campos






25/10/33

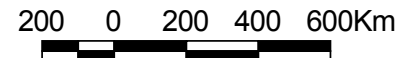
Sub-sets para Processamento Digital



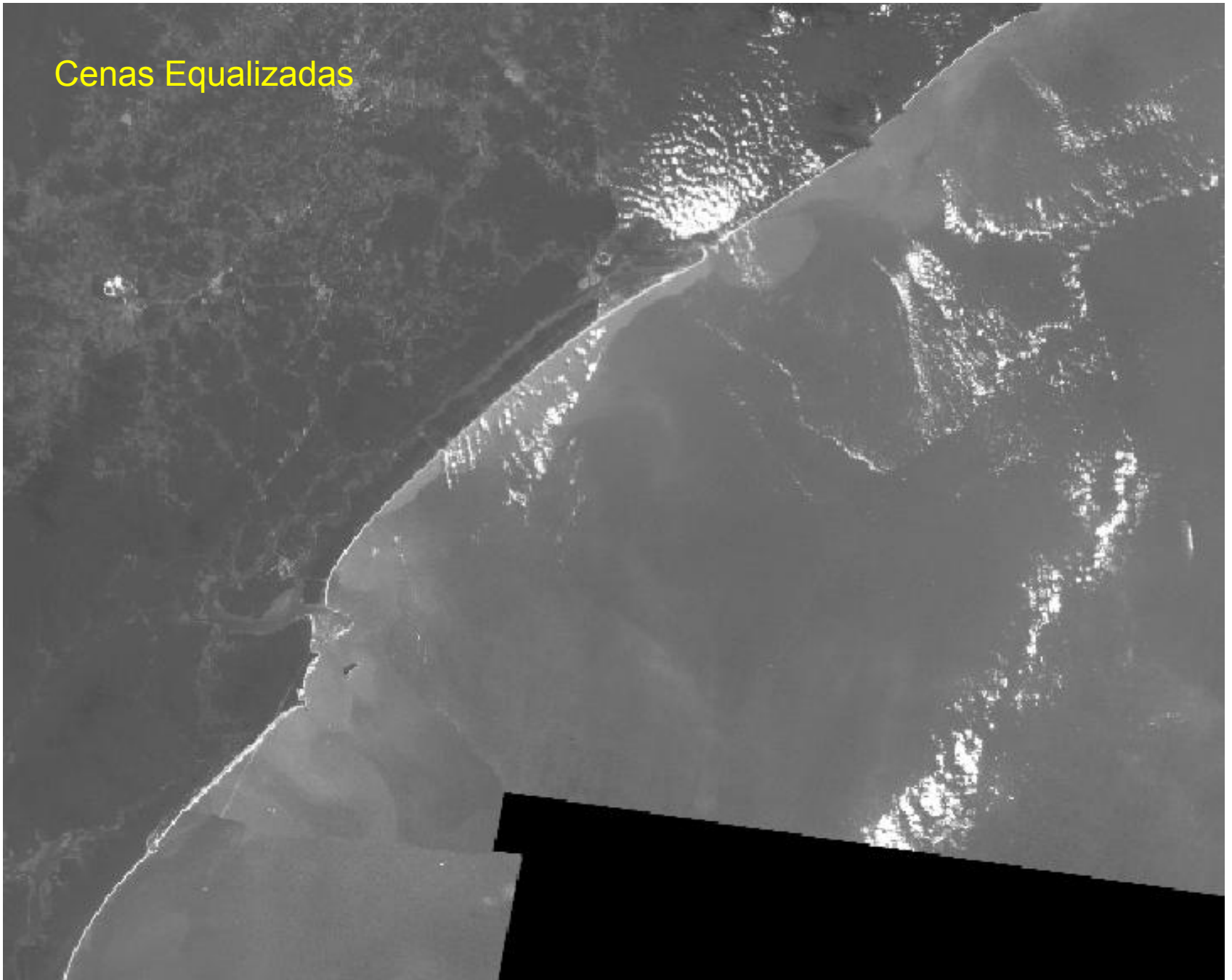
Articulação de Folhas
1:1.000.000

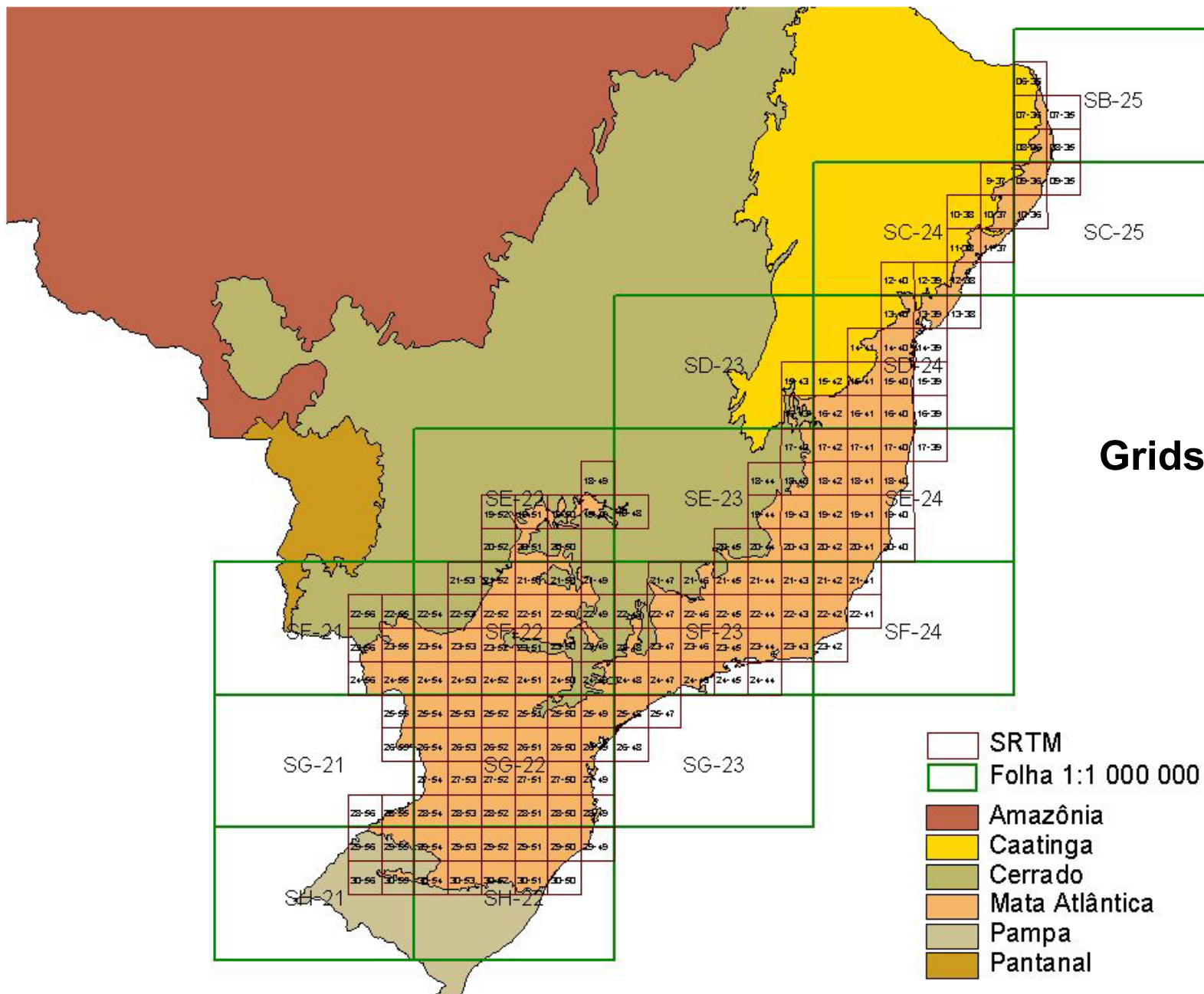
Total: 17 folhas

-  Folhas 1:1M
-  Limite Estadual
-  Mata Atlântica



Cenas Equalizadas

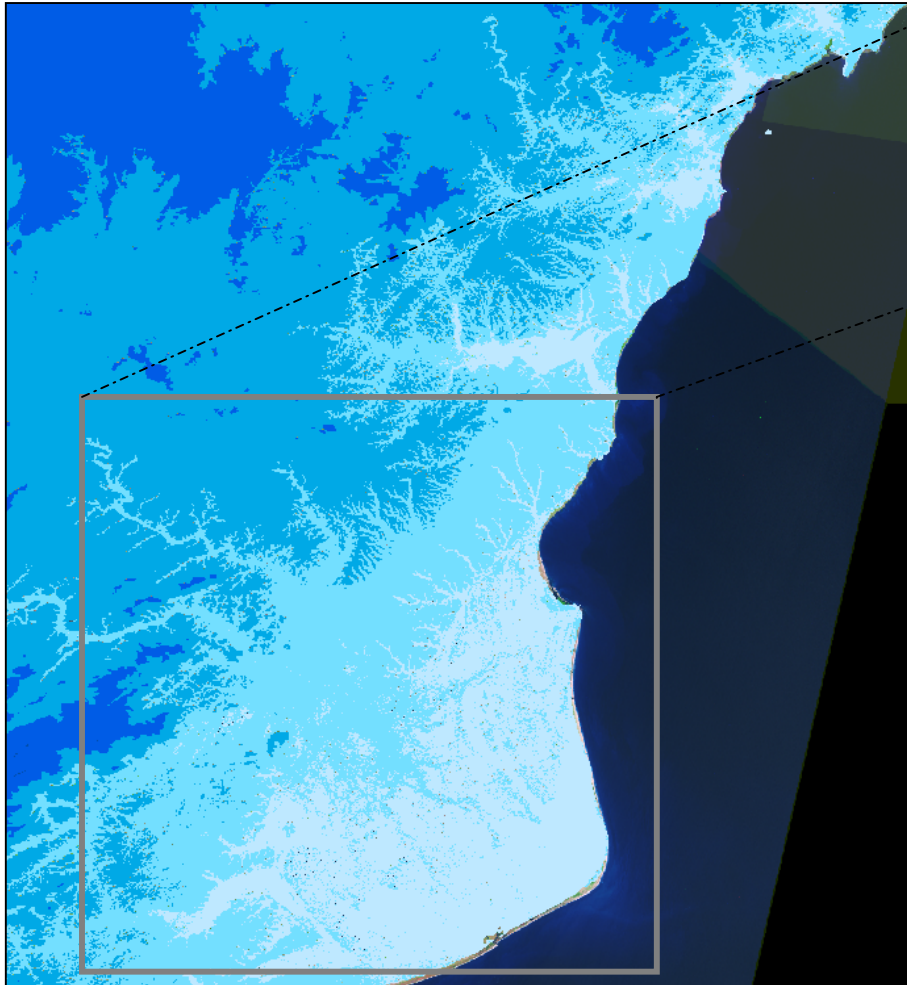




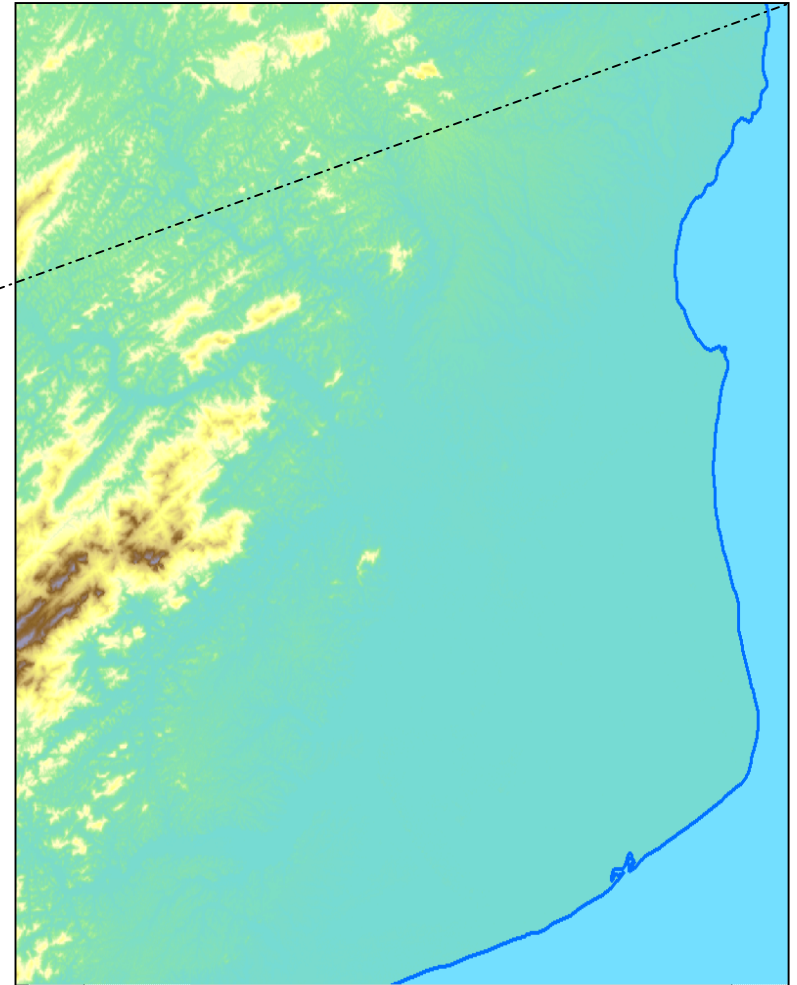
Grids SRTM

- SRTM
- Folha 1:1 000 000
- Amazônia
- Caatinga
- Cerrado
- Mata Atlântica
- Pampa
- Pantanal

Exemplo

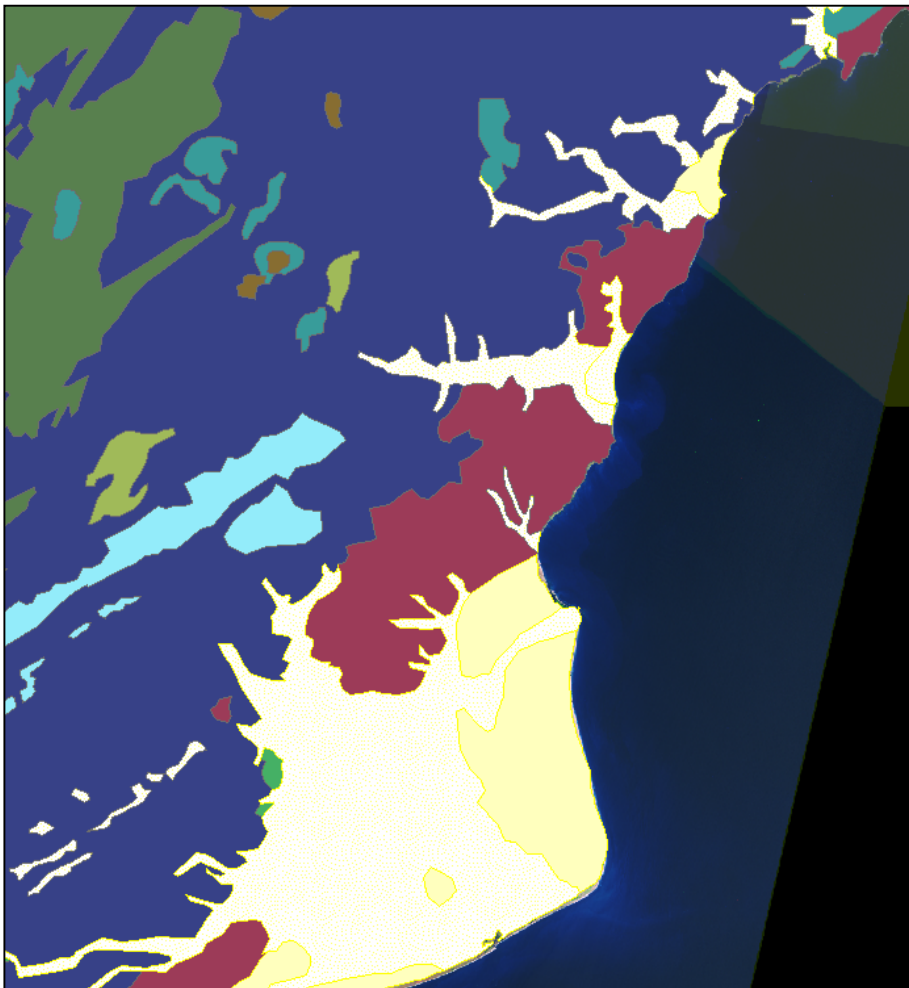


ALTIMETRIA

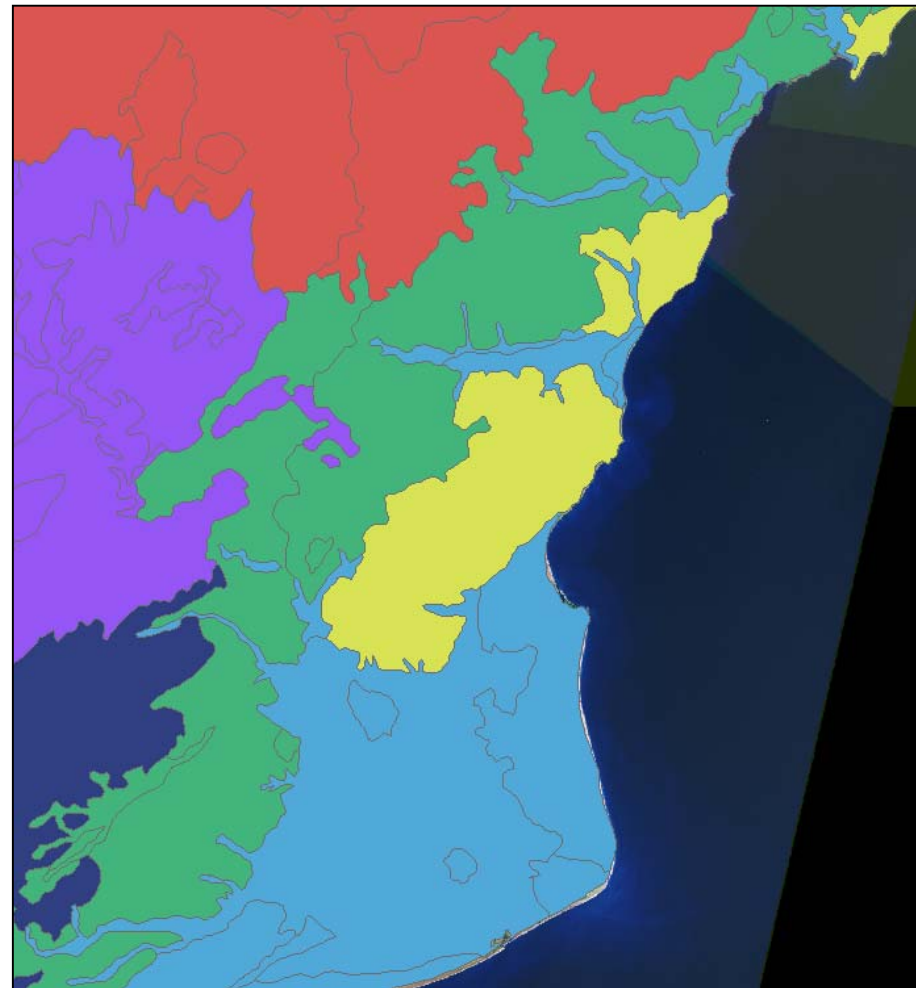


DEM do SRTM (90x90m)

Exemplo



GEOLÓGICO (RADAM 1:1M)

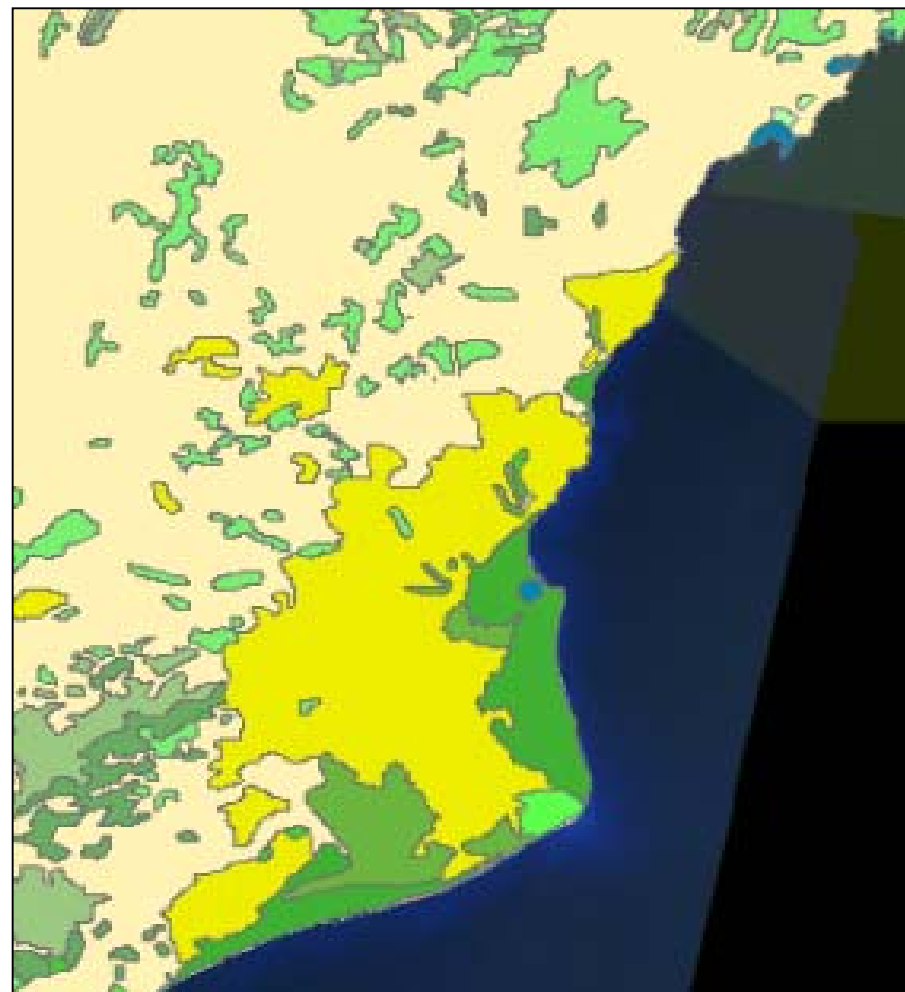


GEOMORFOLÓGICO (RADAM 1:1M)

Exemplo



SOLOS (RADAM 1:1M)



VEGETAÇÃO (RADAM 1:1M)

Classificação orientada a objeto

Estrutura hierárquica
da Classificação



Multiresolução
da Segmentação

Definição de critérios

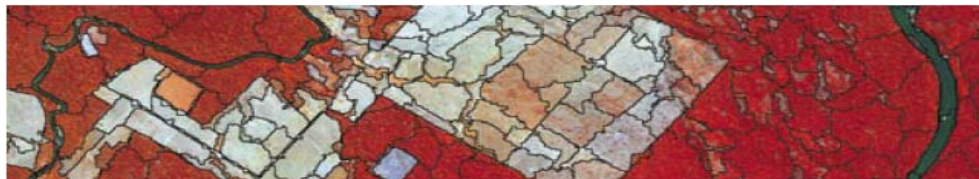
*Atributos dos
objetos*

Dados espectrais

Dados customizados

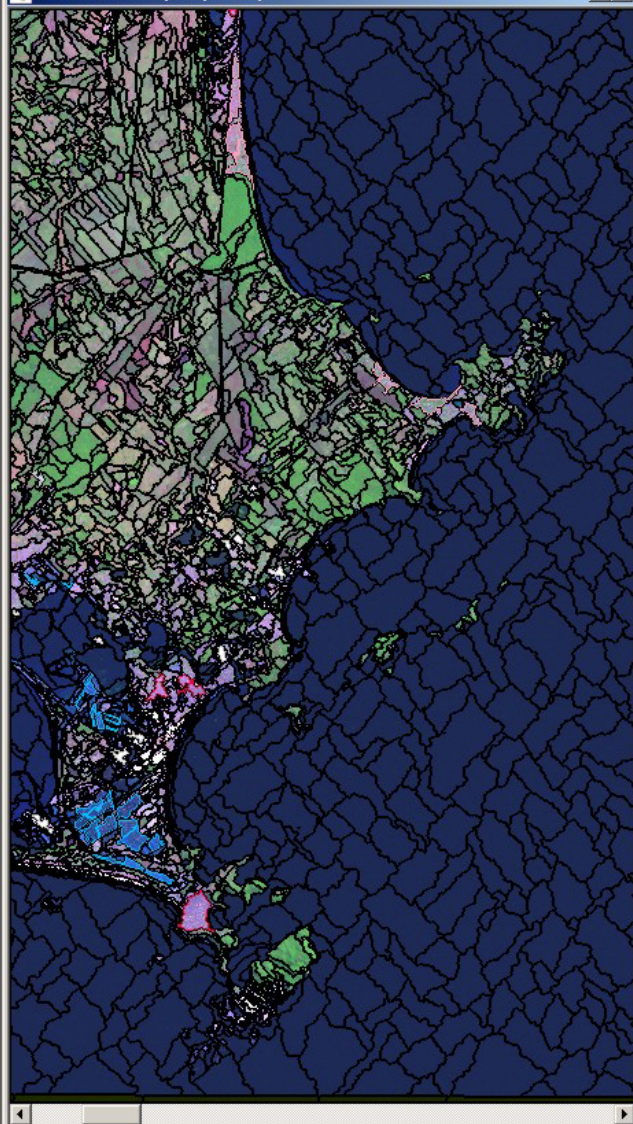
Hierarquia

Informações temáticas

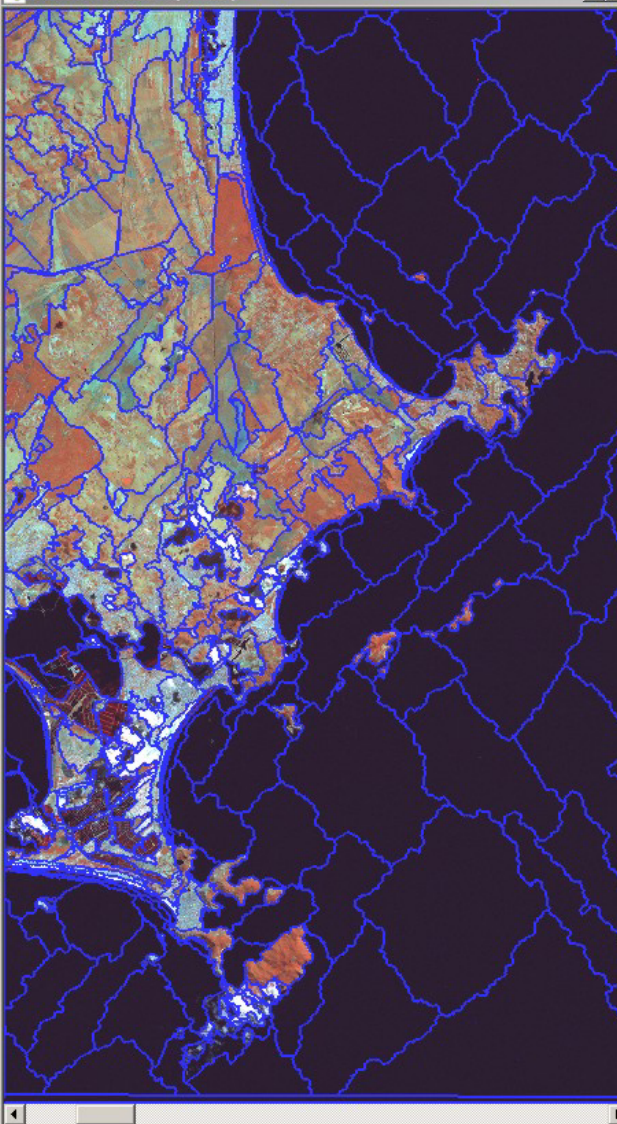


Ecognition

Level 2 of 7: Samples (Linked)



Level 7 of 7: Pixels (Linked)



Class Hierarchy

- agua_2
- outros_2
- Afloramento Rochoso
- Área Urbana
 - Intensa
 - media
- areia
- Brejos
- Café
- Cana_solo
- Cana_verde
- eucalipto
- floresta_encosta
- Floresta_plana
- Mangue
- Mangue_delta
- Nuvens
- Pastagem
- Pinus
- queimada
- Restinga
- salinas
- Varzea

Inheritance

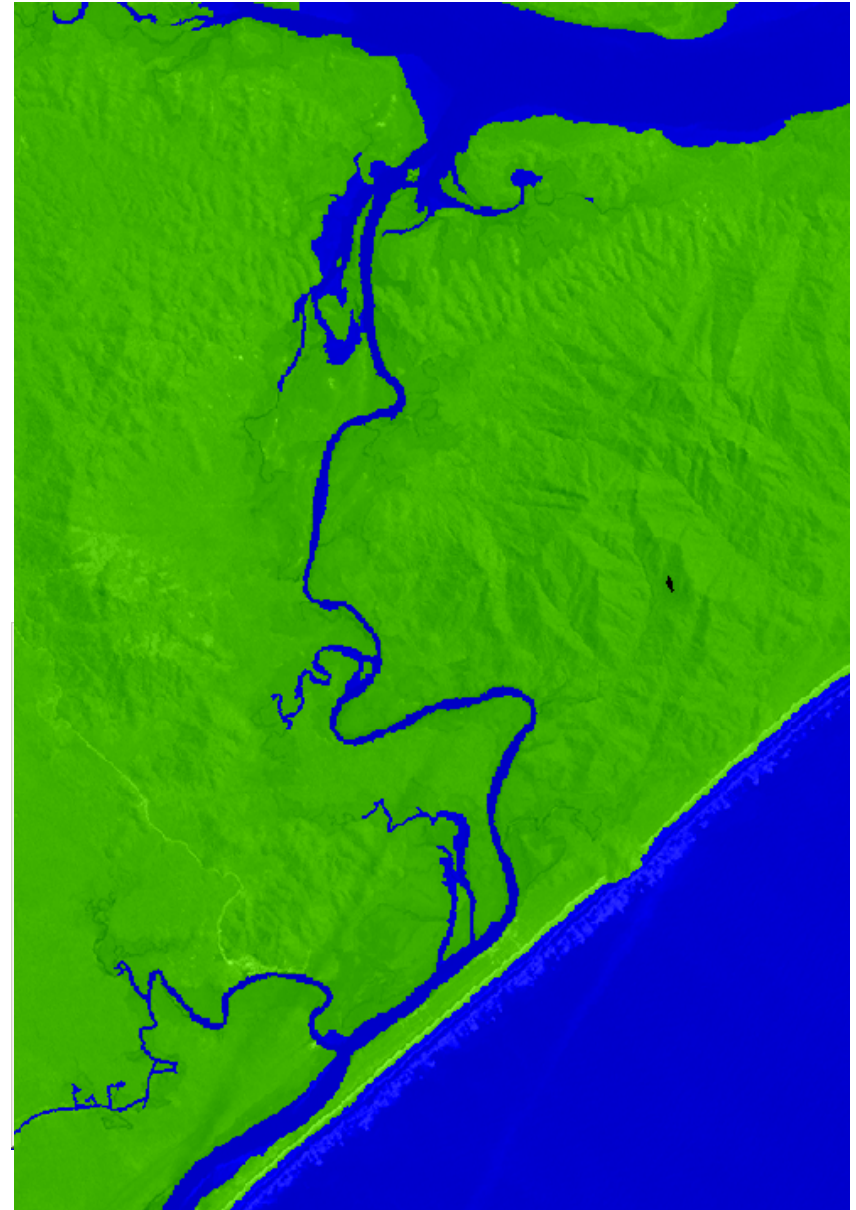
Groups

Structure

Pan Window



Nível 1: Água, Sombra

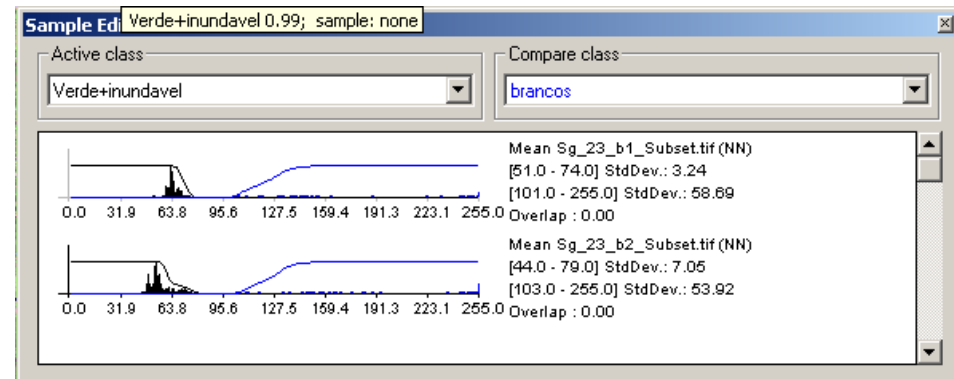
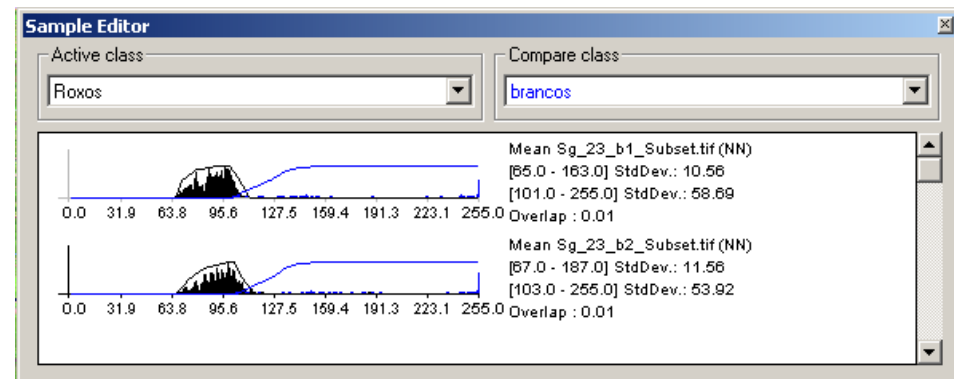


Nível 2: Brancos, Verdes, Roxos

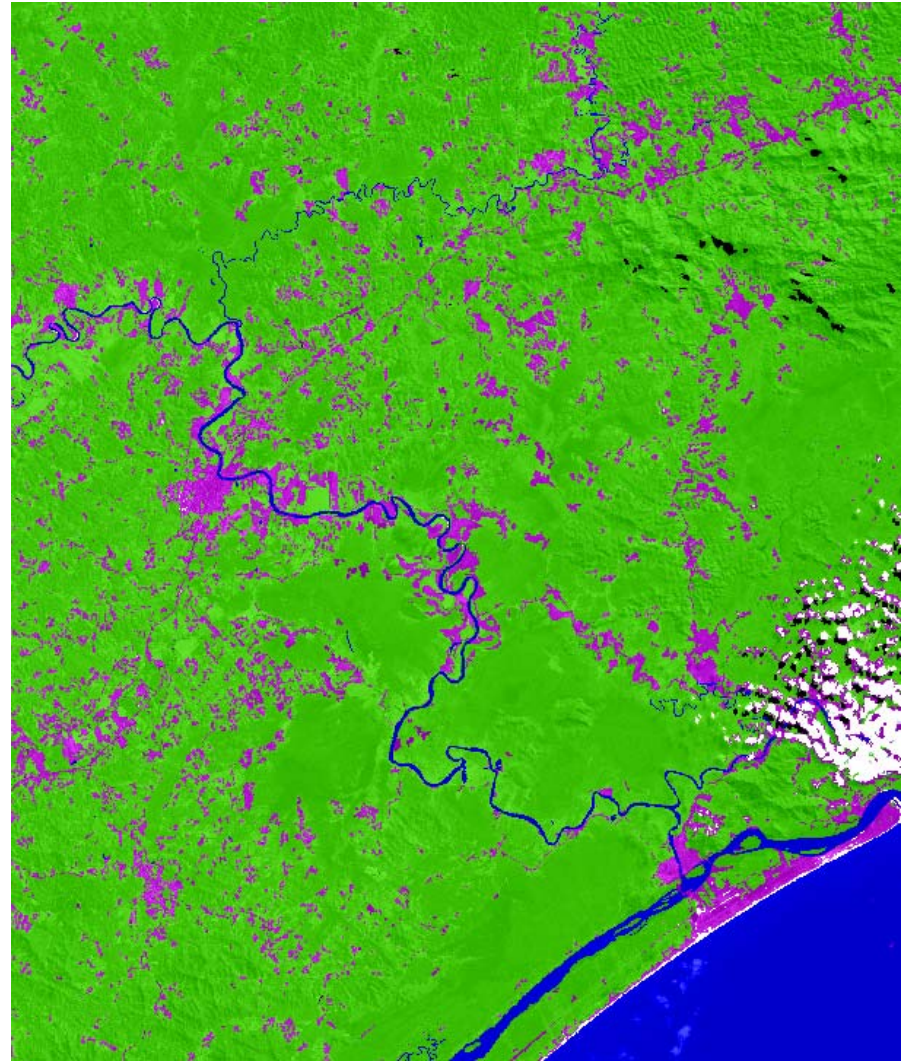


Nível 2

- **Água_2** Existência de *Água* Super-objeto
 - **Sombra_2** Existência de *Sombra* Super-objeto
 - **Brancos**
 - **Roxos**
 - **Verdes**
- Médias banda 1 e banda 2
NDVI

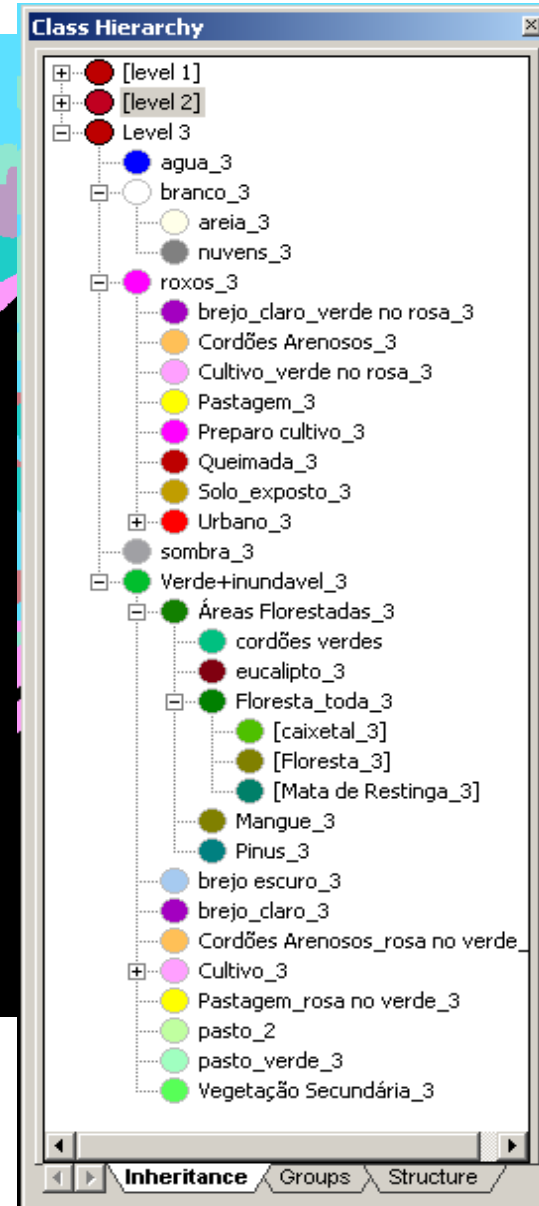
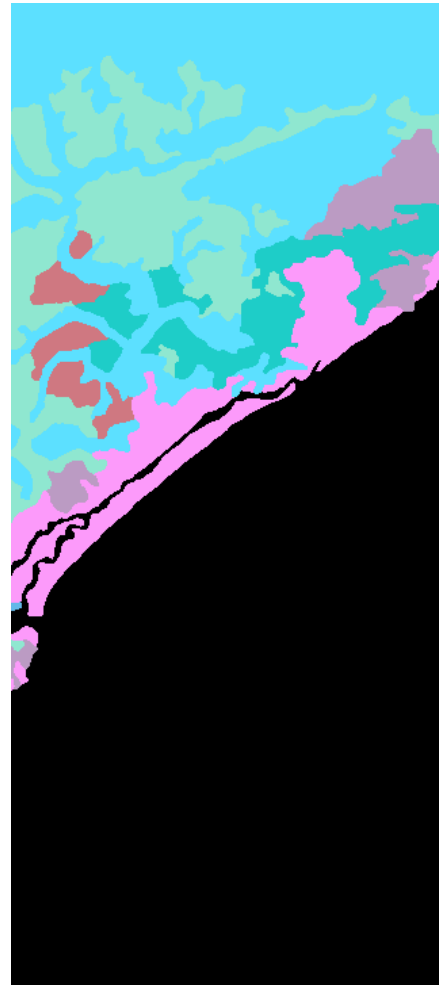


Nível 2: Brancos, Verdes, Roxos



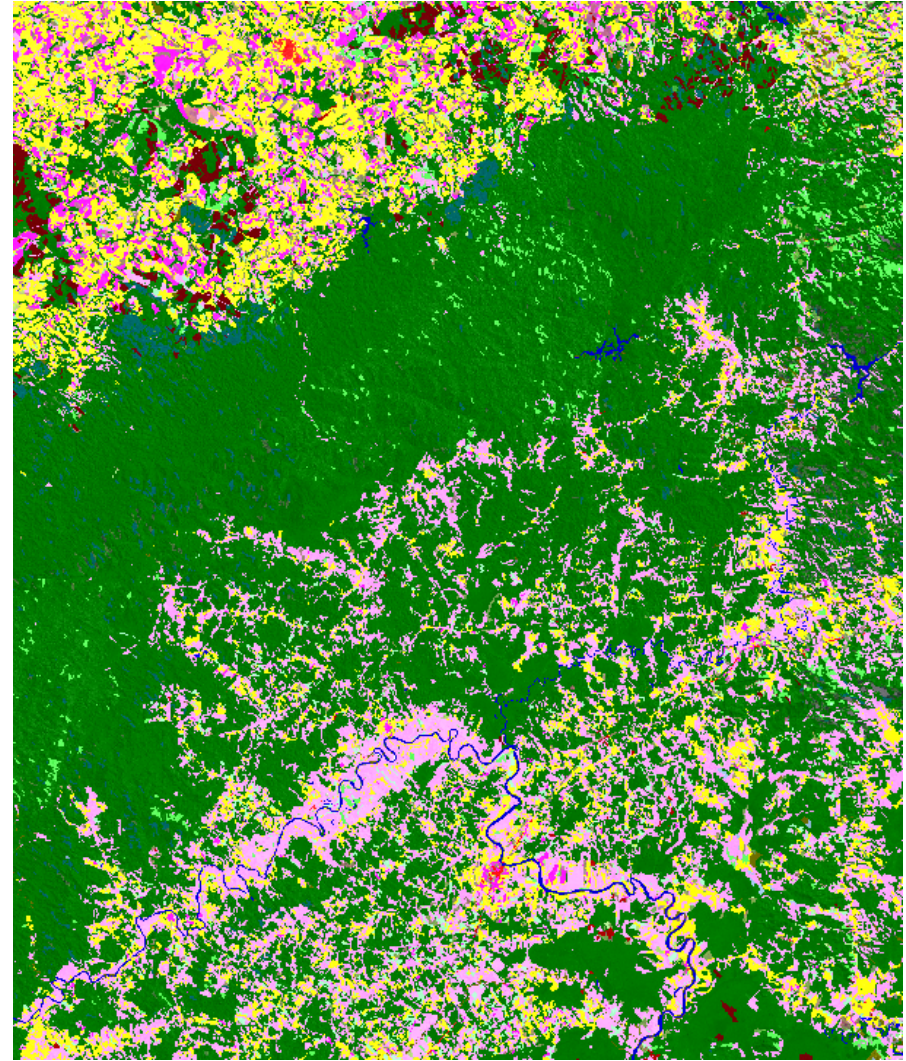
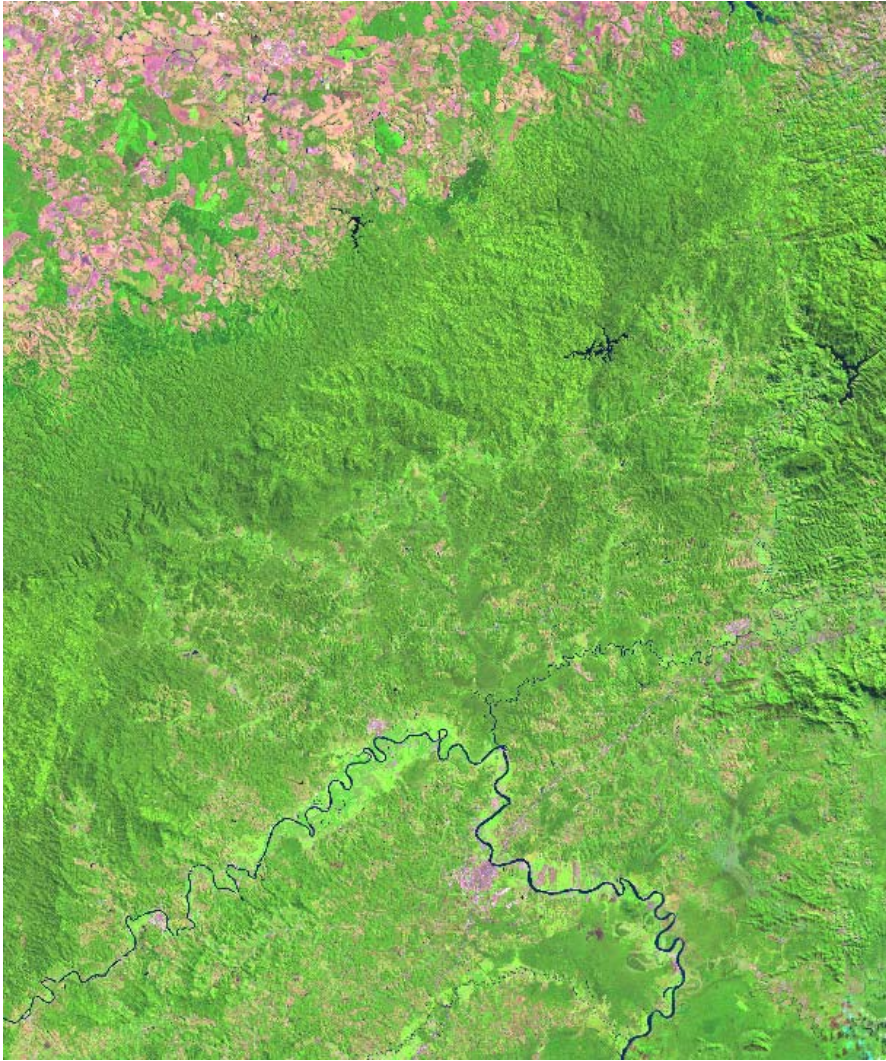
Nível 2: Detalhamento das 3 Classes Bases

Adoção de descritores espectrais e temáticos. Herança por hierarquia.



Dados Temáticos – Geológico e Geomorfológico (RADAM)

Nível 3: Agrupamento de Classes



Legenda final exceto para as formações florestais (classe FLORESTA)

Edição visual e Agrupamento de classes

Primeira etapa: eCognition (acertos pontuais)

Exportação em formato SHAPE.

Reconstrução da topologia no ArcINFO (não obrigatório, mas diminui riscos de futuras inconsistências)

Segunda etapa: ArcGIS (acertos zonais)

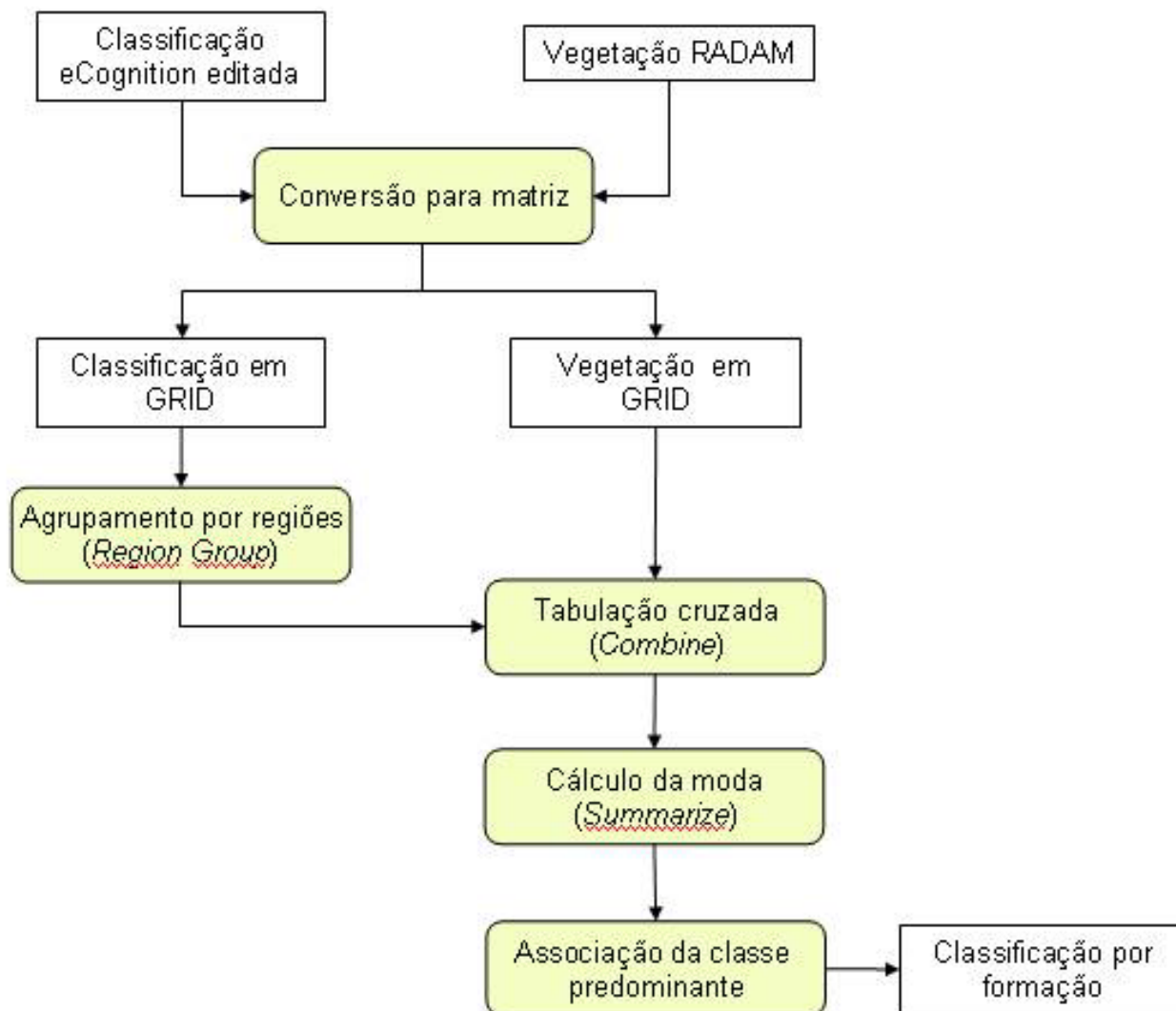
Utilização do banco de dados e de máscaras.

Agrupamento de classes:

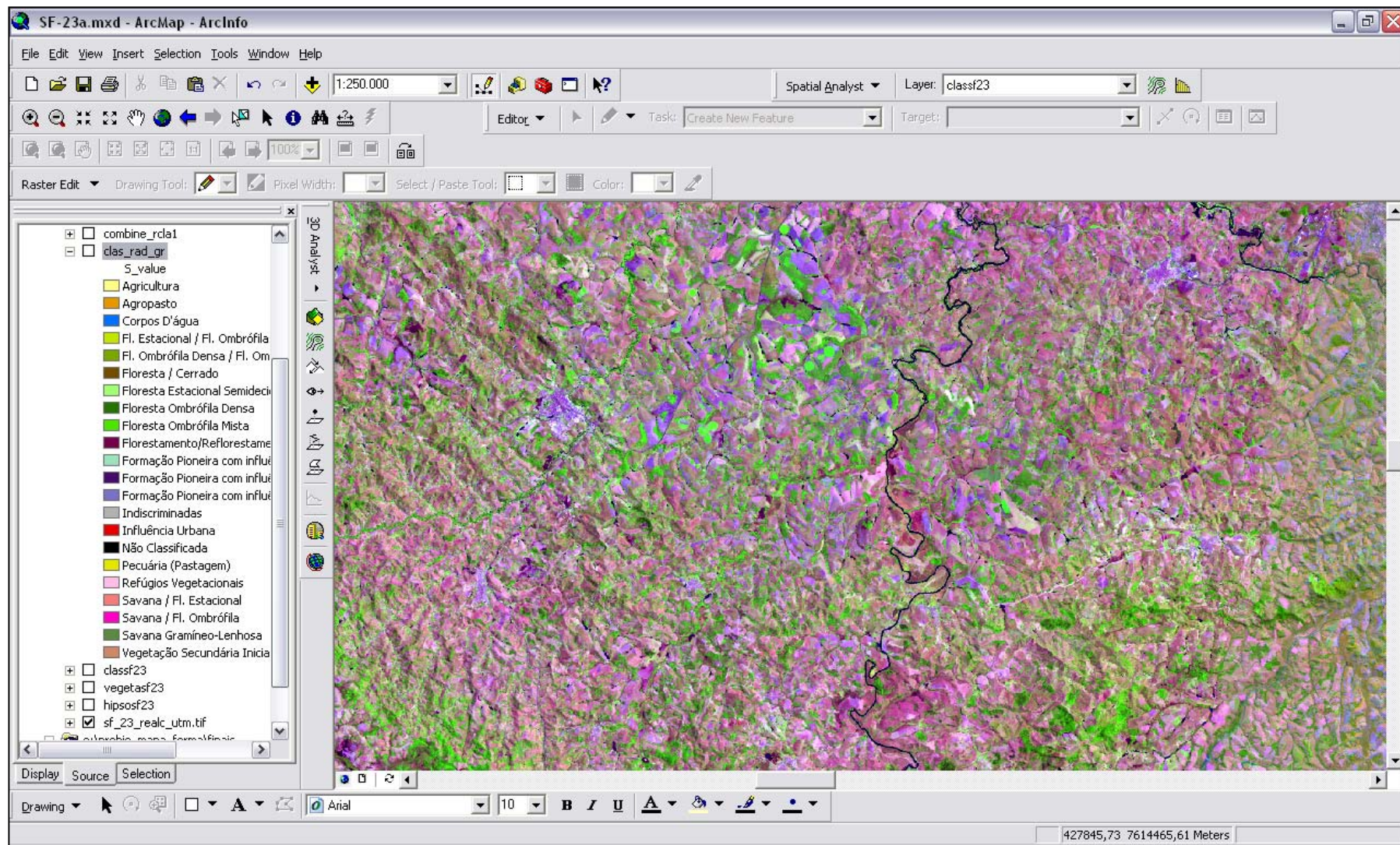
Classes espectralmente distintas, mas com um mesmo significado, são agregadas em um item de legenda.

Ex: Áreas de preparo para cultivo (diferentes cores) + Cultivos (diferentes tipos) => Agricultura.

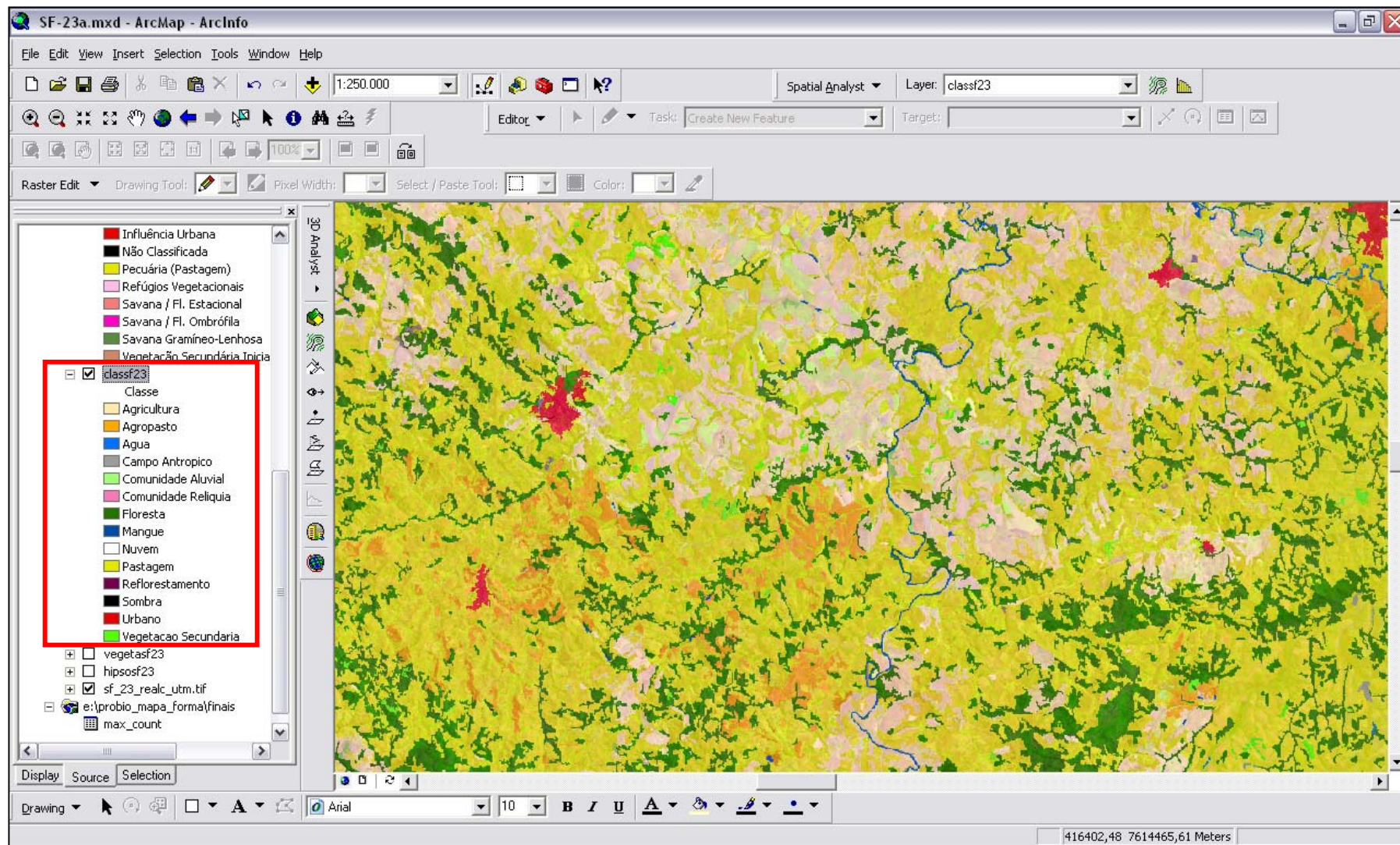
Identificação do domínio de vegetação predominante por fragmento florestal, com auxílio do mapeamento do RADAM



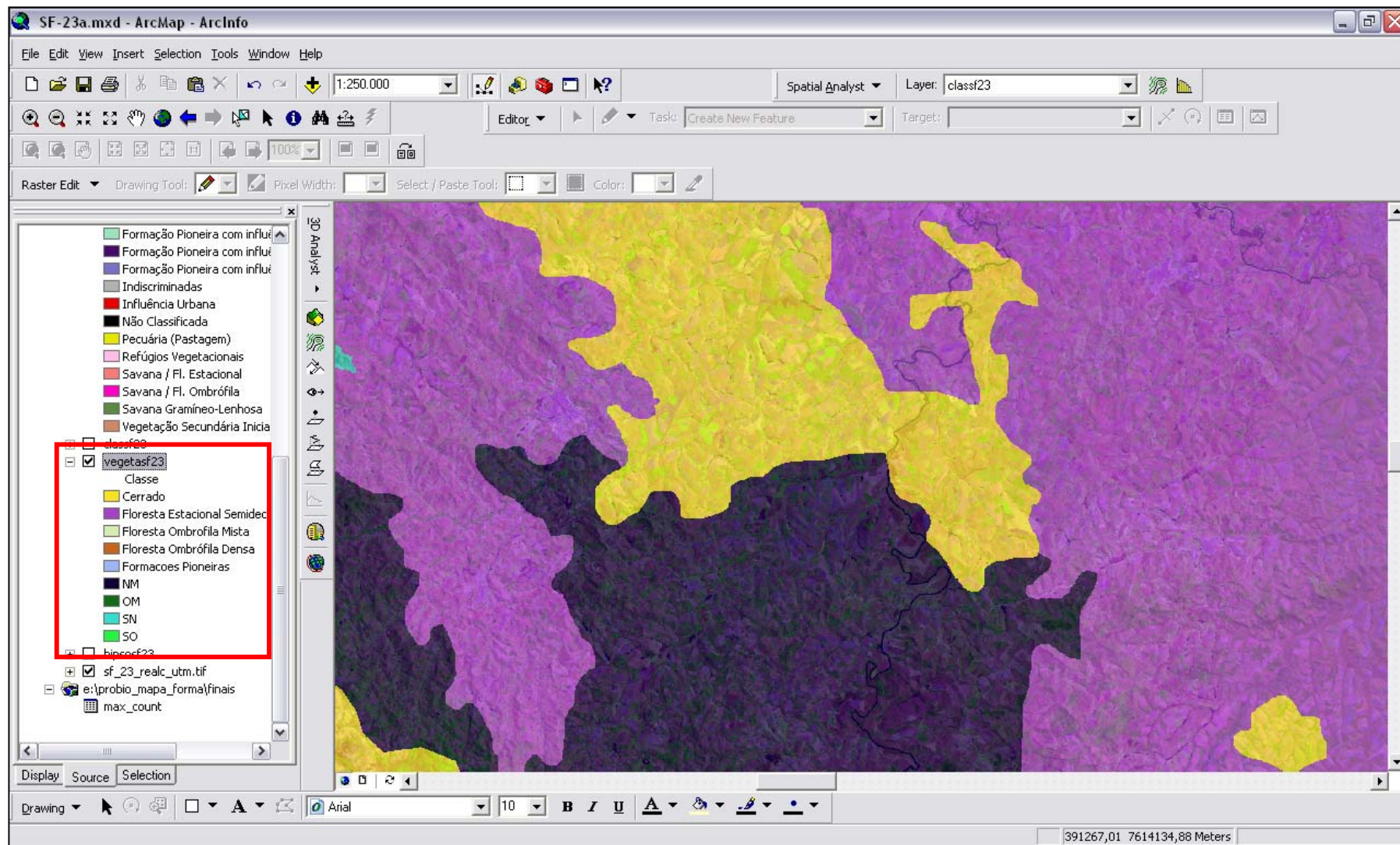
Composição colorida – Escala 1:250.000



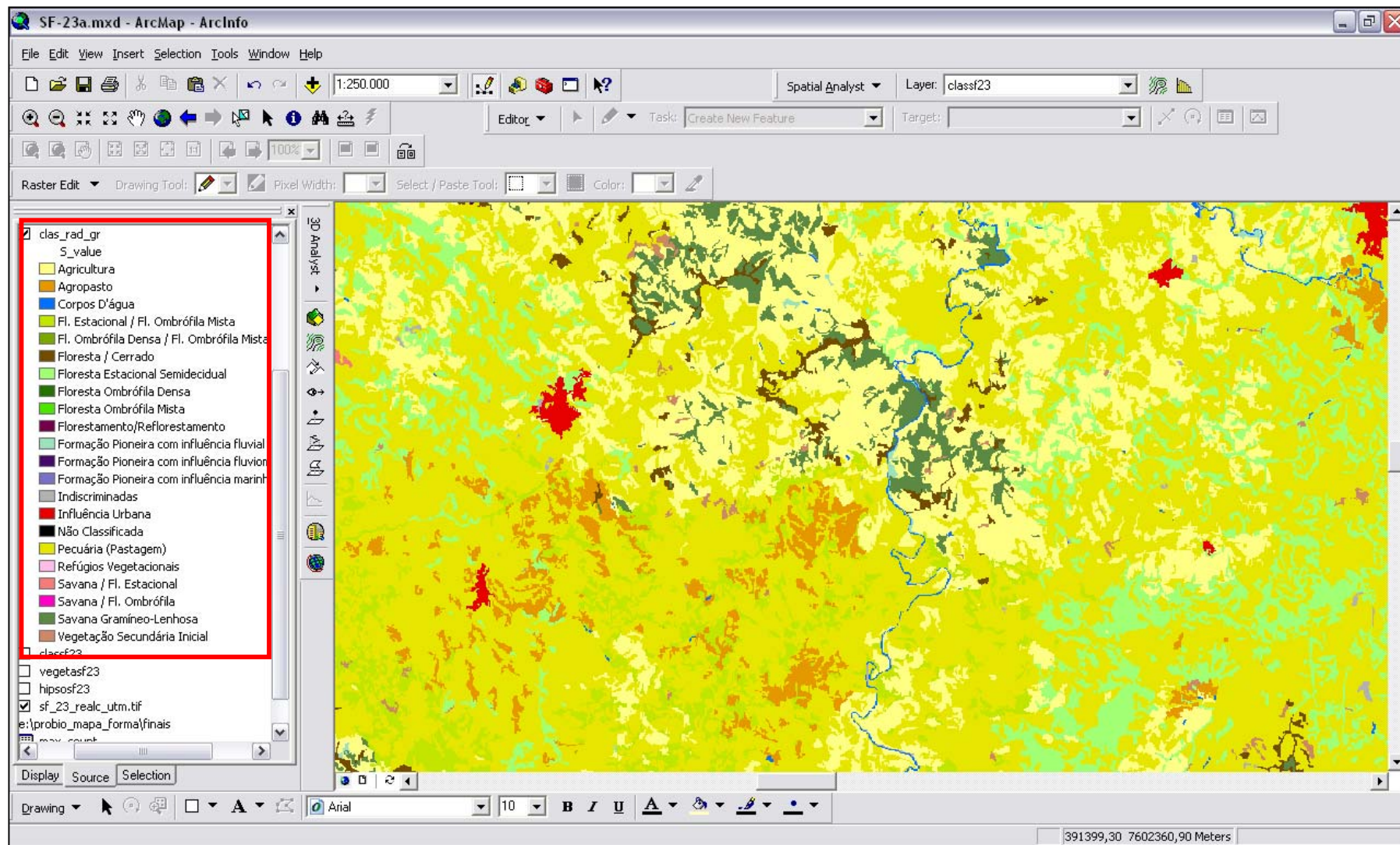
Classificação Original – Escala 1:250.000



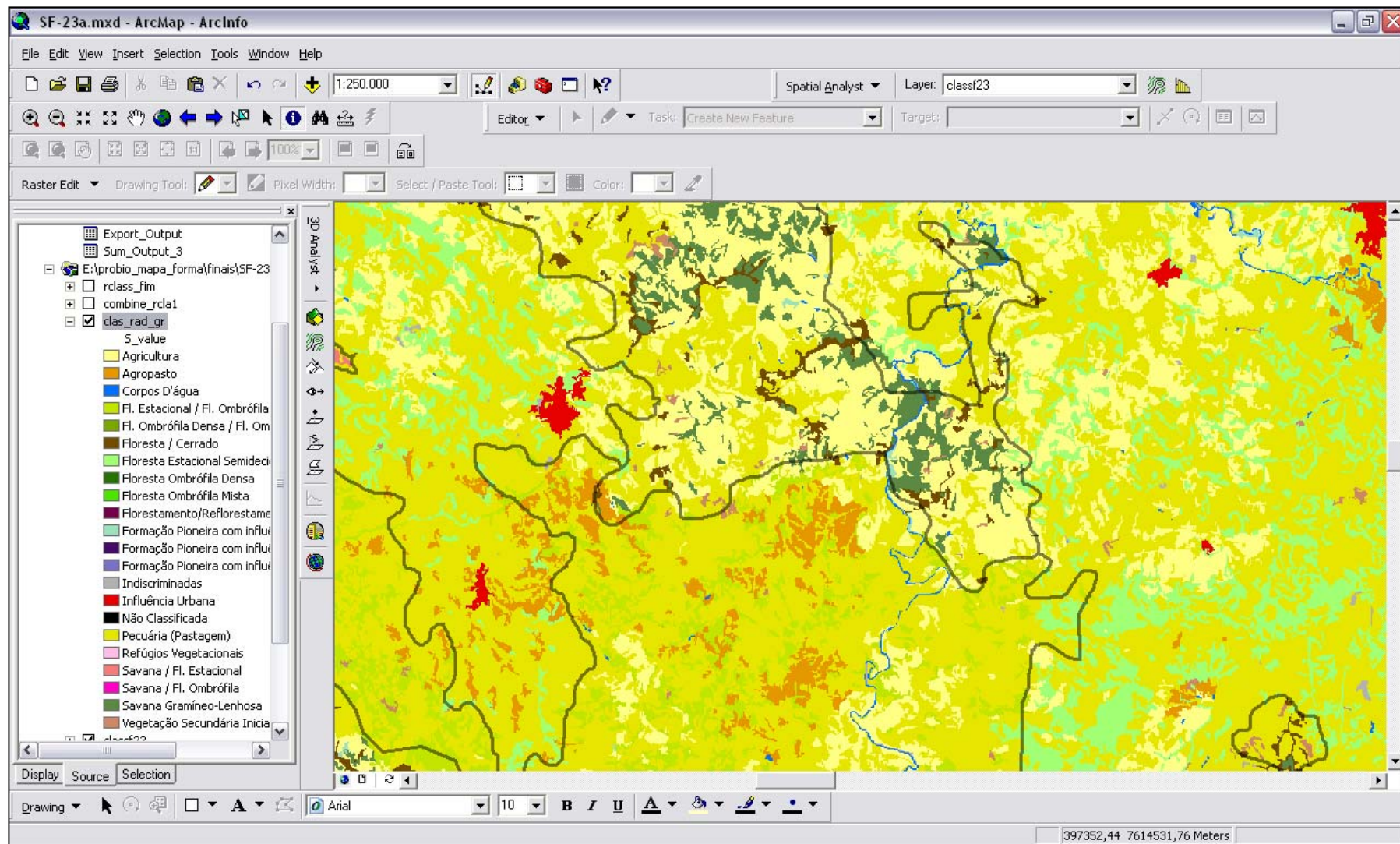
Vegetação ajustada RADAM



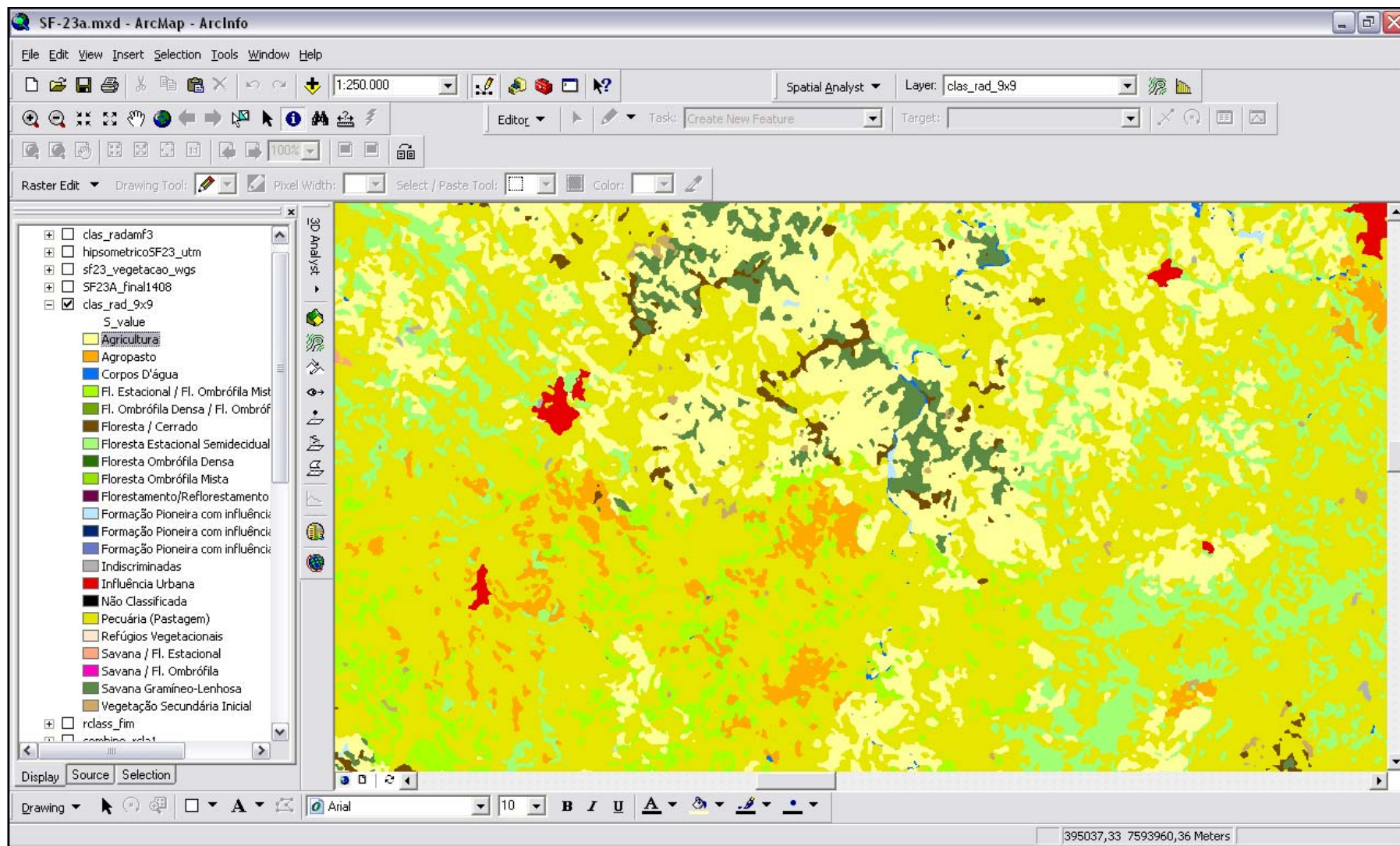
Classificação integrada à Vegetação do RADAM – Escala 1:250.000



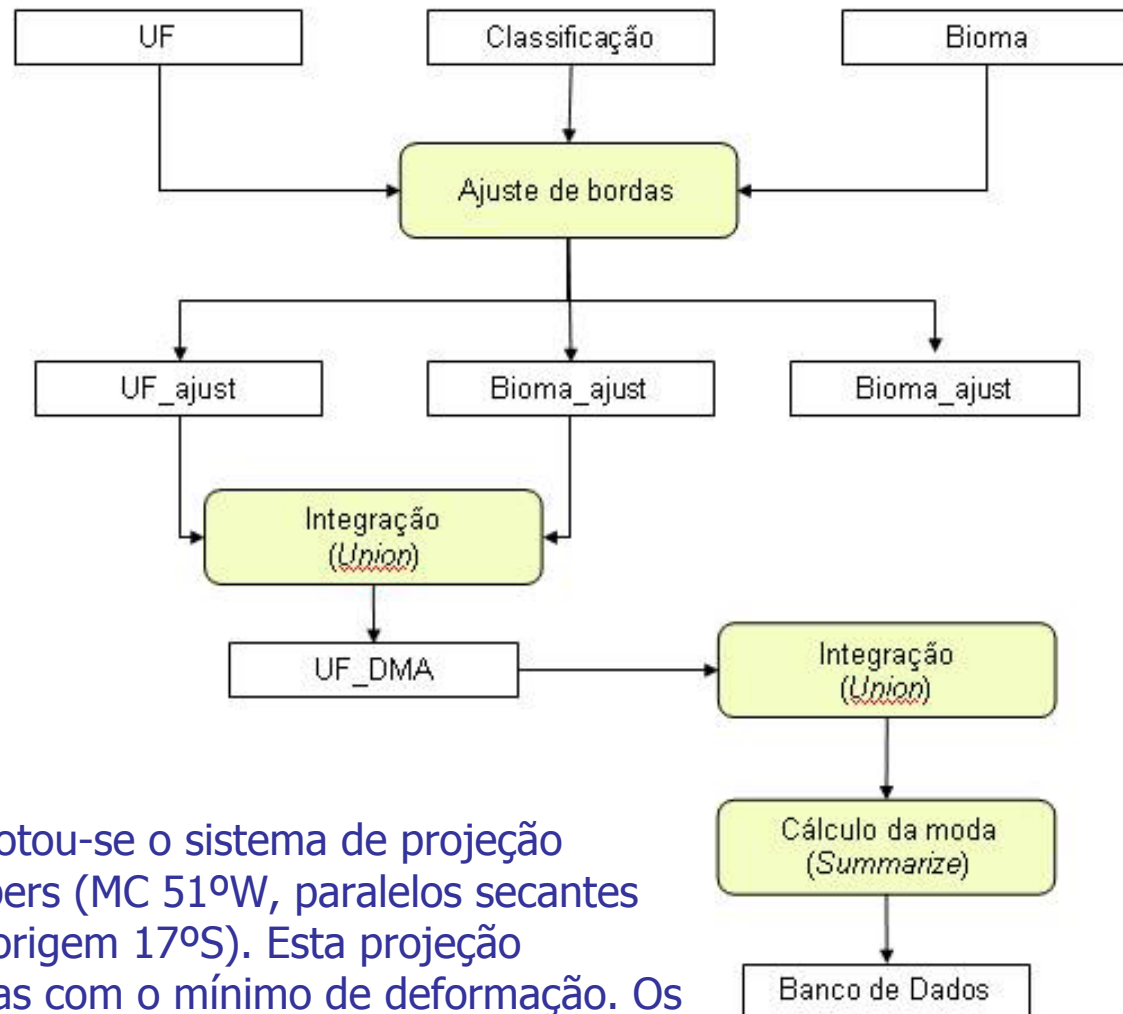
Classificação e o limite da Vegetação do RADAM – Escala 1:250.000



Para diminuir a influência da estrutura de base matricial utilizou-se uma função de generalização cartográfica disponível no ERDAS, definida por um **filtro de moda (*Majority*)**, através de uma matriz 9x9, que permitisse a suavização de contornos e o agrupamento de pequenas áreas por proximidade.

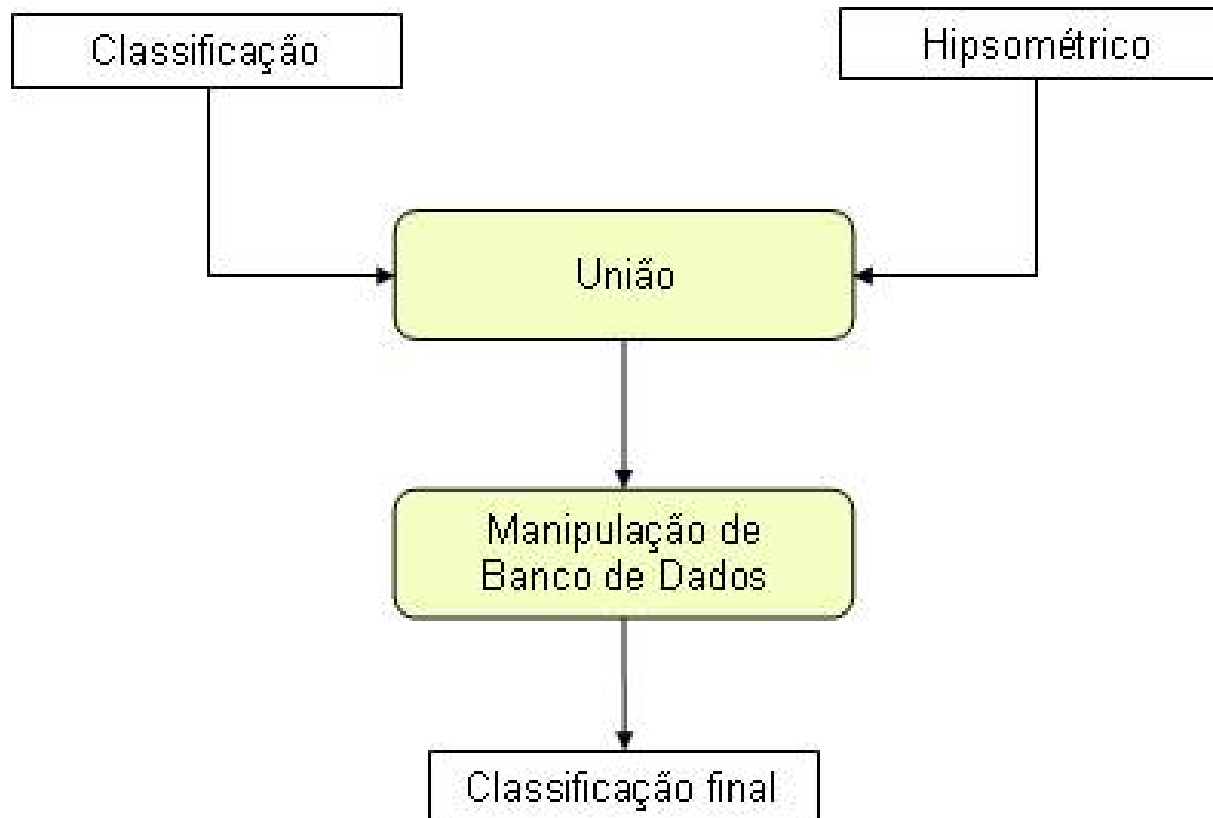


Quantificação, em valores absolutos e relativos, por Unidade de Federação (UF)



Para o cálculo de área adotou-se o sistema de projeção Cônica Equivalente de Albers (MC 51°W, paralelos secantes 13°S e 21°S, latitude de origem 17°S). Esta projeção preserva o cálculo de áreas com o mínimo de deformação. Os arquivos se mantiveram projetados em UTM, *datum* SAD-69.

Detalhamento final da legenda através da integração com o mapeamento hipsométrico obtido pelo DEM do SRTM



Faixas latitudinais x Classes altimétricas

Eliminação de áreas inferiores ao limiar de visualização para a escala 1:250.000. Este produto visa atender, principalmente, à produção de mapas impressos (*layout*).



Apresentação de Resultados

Distribuição dos Remanescentes Naturais na Mata Atlântica por Unidade de Federação

UF	RF (km ²)	RF (%)	RNF (km ²)	RNF (%)	FP (km ²)	FP (%)
MS	2.822,40	5,71	4.874,88	9,86	3.541,82	7,16
RS	18.844,88	18,30	14.555,00	14,14	12,39	0,01
SC	25.511,49	26,95	9.246,44	9,77	423,18	0,45
PR	38.722,30	19,89	5.567,26	2,86	1.608,10	0,83
SP	37.354,74	23,27	745,50	0,46	884,66	0,55
RJ	11.607,52	26,53	89,87	0,21	1.718,95	3,93
ES	8.515,81	18,51	266,14	0,58	1.326,50	2,88
MG	53.691,69	26,04	2.651,65	1,29	120,34	0,06
BA	30.034,04	26,93	2.663,15	2,39	2.059,87	1,85
SE	494,49	4,17	29,15	0,25	929,67	7,85
AL	848,49	5,78	0	0	390,30	2,67
PE	1.245,93	8,57	0	0	198,18	1,36
PB	784,83	15,47	0	0	224,54	4,43
RN	423,87	13,54	0	0	612,74	19,58

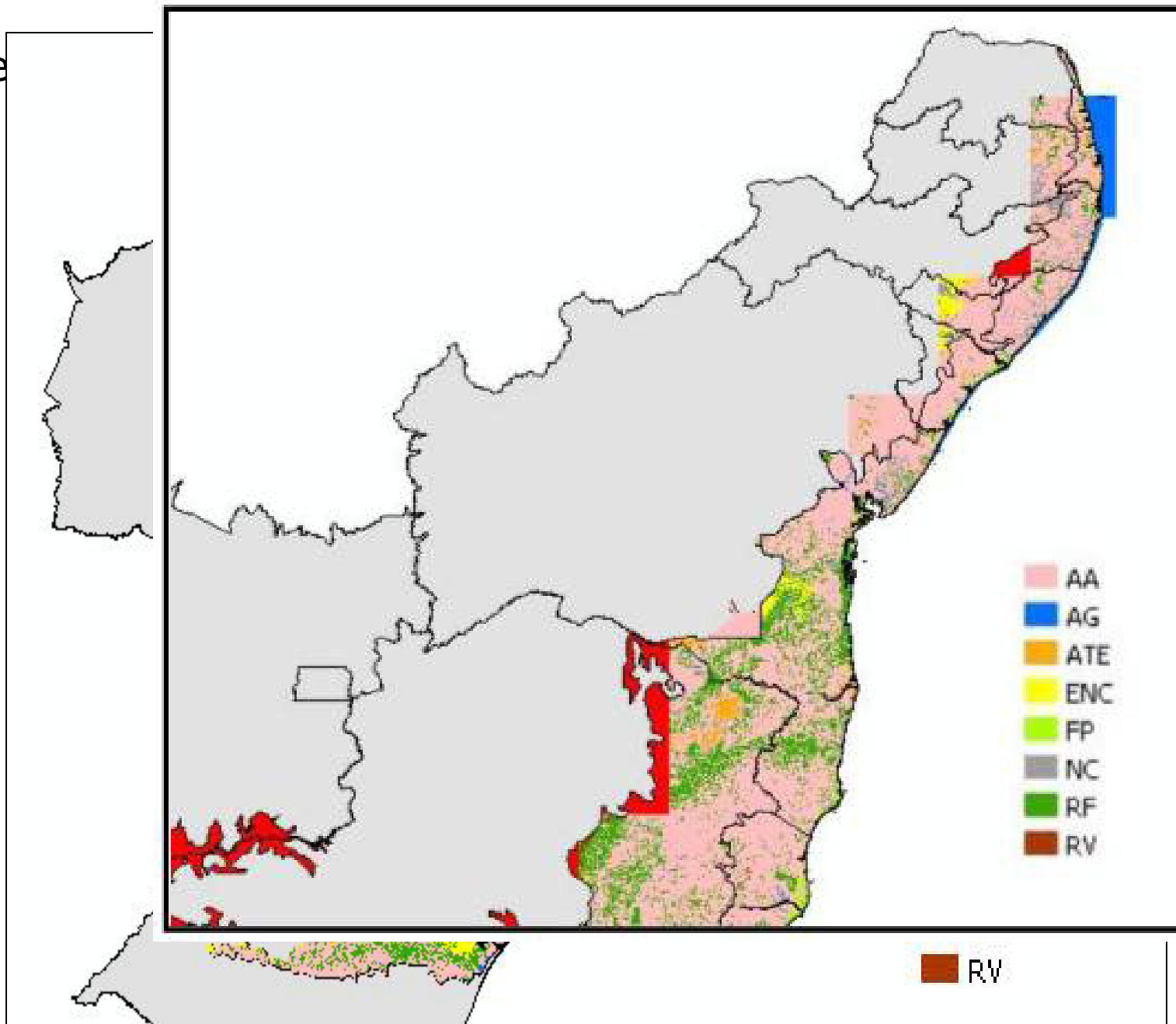
* Todos os dados correspondem a área da UF no domínio da Mata Atlântica, mapeada até o momento em função da divisão de folhas 1:250.000 com o grupo que trabalha com o bioma Cerrado (Goiás não foi quantificado por este motivo).

Distribuição da cobertura nativa do bioma Mata Atlântica por fitofisionomias

<i>Classes de formações</i>	<i>Subgrupo de formações</i>	<i>Km²</i>	<i>%</i>
Florestas	Floresta Ombrófila Densa	96.400,96	9,10
	Floresta Ombrófila Aberta	2.603,29	0,25
	Floresta Ombrófila Mista	40.139,88	3,79
	Floresta Estacional Decidual	21.600,00	2,04
	Floresta estacional Semidecidual	54.875,89	5,18
	Savana-Estépica Florestada	487,64	0,05
	Savana-Estépica Arborizada	1.056,15	0,10
	Savana Florestada	3.117,25	0,29
	Savana Arborizada	130,47	0,01
Formações Pioneiras	Formação Pioneira com influência fluvial e/ou lacustre	5.949,04	0,56
	Formação Pioneira com influência fluviomarinha	3.926,81	0,37
	Formação Pioneira com influência marinha	4.087,20	0,39
	Dunas	88,21	0,01

<i>Classes de formações</i>	<i>Subgrupo de formações</i>	<i>Km²</i>	<i>%</i>
Áreas de Tensão Ecológica (Ecótonos)	Contato Savana/Savana-Estépica	56,57	0,01
	Contato Savana/Floresta Ombrófila	724,53	0,07
	Contato Savana-Estépica/Floresta Estacional	1.510,80	0,14
	Contato Savana/Floresta Estacional	3.680,02	0,35
	Contato Savana/Floresta Ombrófila Mista	1.321,26	0,12
	Contato Savana/Formação Pioneira (Restinga)	13,70	0,00
	Contato Floresta Ombrófia Densa/Floresta Ombrófila Mista	1.262,48	0,12
	Contato Floresta Ombrófila/Formações Pioneiras (Restinga)	660,65	0,06
	Contato Floresta Estacional/Formações Pioneiras (Restinga)	0,43	0,00
	Contato Floresta Estacional/Floresta Ombrófila Mista	1.258,52	0,12
Áreas de Tensão Ecológica (Encraves)	Savana-Estépica Gramíneo-Lenhosa	2.597,10	0,25
	Savana Gramíneo-Lenhosa	36.312,94	3,43
Refúgios Vegetacionais	Comunidades relíquias	1.767,19	0,17
	Afloramentos rochosos	11,81	0,00
<i>Total da área do bioma mapeado</i>		1.059.027,84	26,97

Cobe



Considerações Finais

Quanto à metodologia aplicada:

Devido às diferenças não equalizadas entre as cenas mosaicadas foi necessária a utilização de um maior número de descritores.

No entanto, a identificação de algumas classes ficou bem associada à utilização de alguns descritores:

- áreas urbanas: desvio padrão dos valores espectrais, principalmente do verde.
- fisionomias de florestas: além dos valores espectrais, foram utilizados razões entre bandas e brilhos visível e infravermelho.
- classes de distribuição restrita (manguezais, restingas e comunidades aluviais e refúgios vegetacionais): resposta espectral associada a mapas temáticos, principalmente de geomorfologia e solos.

Considerações Finais

Quanto aos resultados:

Principais fatores responsáveis pelo padrão de fragmentação atual:

- Sistema de Unidades de Conservação.
- Regiões e unidades geomorfológicas em domínios morfoestruturais de faixas dobradas (montanhas), escarpas ou bordas de planaltos e vales fluviais encaixados.