

PYRAMON ACCIOLY

MAPEAMENTO DOS REMANESCENTES VEGETAIS ARBÓREOS DO ESTADO  
DO PARANÁ E ELABORAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES  
GEOGRÁFICAS PARA FINS DE ANÁLISE AMBIENTAL DO ESTADO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de concentração em Manejo Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Henrique Soares Koehler  
Co-Orientador: Prof. Dr. Carlos Vellozo Roderjan

CURITIBA  
2013

Ficha catalográfica elaborada por Denis Uezu – CRB 1720/PR

Accioly, Pyramon

Mapeamento dos remanescentes vegetais arbóreos do estado do Paraná e elaboração de um sistema de informações geográficas para fins de análise ambiental do estado / Pyramon Accioly. – 2013

127 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Henrique Soares Koehler

Coorientadores: Prof. Dr. Carlos Vellozo Roderjan

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 28/08/2013.

Área de concentração: Manejo Florestal

1. Mapeamento florestal - Paraná. 2. Florestas - Paraná. 3. Geoprocessamento. 4. Sensoriamento remoto - Paraná. 5. Teses. I. Koehler, Henrique Soares. II. Roderjan, Carlos Vellozo. III. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDD – 634.9(816.2)

CDU – 634.0.2(816.2)

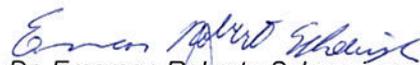


Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da  
Madeira  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

## PARECER

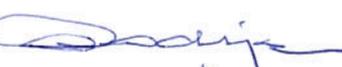
Defesa nº. 993

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após argüir o(a) doutorando(a) *Pyramon Accioly* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "**MAPEAMENTO DOS REMANESCENTES VEGETAIS ARBÓREOS DO ESTADO DO PARANÁ E ELABORAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA FINS DE ANÁLISE AMBIENTAL DO ESTADO**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor* em Engenharia Florestal, área de concentração em **MANEJO FLORESTAL**.

  
**Dr. Emerson Roberto Schoeninger**  
Klabin S. A.  
Primeiro examinador

  
**Dr. Márcio Coraiola**  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
Segundo examinador

  
**Dr. Pericles Silveira**  
Departamento de Polícia Rodoviária Federal  
Terceiro examinador

  
**Dr. Carlos Vellozo Roderjan**  
Universidade Federal do Paraná  
Quarto examinador

  
**Dr. Henrique Soares Koehler**  
Universidade Federal do Paraná  
Orientador e presidente da banca examinadora



Curitiba, 28 de agosto de 2013.

  
**Antonio Carlos Batista**  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal  
**Jorge Luis Monteiro de Matos**  
Vice-coordenador do curso

## AGRADECIMENTOS

As vitórias e derrotas, individuais e coletivas, físicas e espirituais, estão condicionadas, de uma forma ou de outra, às pessoas com quem convivemos, o que torna a tarefa de agradecer em palavras, mais difícil, que a execução e conclusão de qualquer trabalho técnico.

Em primeiro lugar agradeço à minha família pelo seu incondicional amor e carinho. Obrigado Mãe, pelo apoio técnico, pela paciência e por ser quem você é.... Obrigado por ser minha Mãe. Obrigado Pai pelo apoio emocional e espiritual e por esse seu coração tão bom que parece não pertencer a esse mundo. Obrigado brothers, Aleco e Yuri. Vocês são e sempre serão meus melhores amigos. Amo vocês do fundo do coração e agradeço todos os dias pela vida ter me permitido participar desta família tão linda. Devo TUDO à vocês.

Agradeço ao amigo, que independente de minhas atitudes, muitas vezes irresponsáveis, nunca poupou esforços em querer o melhor para mim. Obrigado Henrique, não apenas pelo seu infinito empenho e paciência em me ajudar nas tarefas acadêmicas, mas principalmente por aquele sentimento de companheirismo e alegria que sentimos quando estamos juntos. Obrigado pela tão rara, verdadeira e mais pura amizade. Você mora no meu coração. E sempre... sempre que o Sol se por no horizonte embalado pelas notas do motor, estaremos juntos, mesmo que distantes.

Agradeço a todos da Conservação da Natureza. Estes sim, lutam juntos e com amor pela manutenção da vida e por isso o fazem com maestria. Obrigado Franklin por seus conselhos certos e inquestionáveis, mas principalmente por sua inesgotável vontade em ajudar. Você é o maior ecólogo que já conheci e sempre será minha referência.

Obrigado amigo Roder... por tudo... pela orientação, conversas, trabalhos e amizade. É incrível como a sua alegria e serenidade preenchem desconhecidas lacunas nos corações dos que o cercam e fazem da sua companhia ser uma das melhores que existem.

Obrigado professor Flávio, que desde minha graduação depositou confiança e dedicação para meu desenvolvimento pessoal e profissional. Nunca esquecerei tudo que fez por mim.

Agradeço aos meus amigos que se fizeram irmãos. Grilo, Polaco, Francelo, Laranja, Marcão, Maurício, Gian... Vocês caminham comigo sobre todos os trilhos da Terra.

Dentre todos os agradecimentos, este se faz o mais importante e o mais difícil, pois é impossível descrever minha eterna gratidão à pessoa que não apenas ajudou exaustivamente na execução deste trabalho, fazendo-se coautora indiscutível do mesmo, mas que todos os dias, com um simples sorriso preenche meu coração de alegria, com um abraço me faz sentir vivo e seguro, e com seu carinho acalanta minha alma fazendo de mim o homem mais feliz do mundo. Obrigado Michella... Te amo e te amarei para sempre, independente dos desencontros da vida. Você ilumina meu caminho, meu coração e minha vida... E faz eu querer ser, a cada dia, uma pessoa melhor. Obrigado meu amor!!!

Agradeço aos meus companheiros de trabalho, Márcio e Pablo que me apoiaram e ajudaram a balancear a equação entre as atividades acadêmicas e de trabalho.

Obrigado Reinaldo e David, parceiros alviverdes que não poupam esforços em ajudar os tão carentes e desesperados pós-graduandos.

E por fim, mas não por último, obrigado a essa energia que nos envolve e nos dá forças para seguir todos os dias, essa energia que nos une, que nos dá esperança, que nos faz lutar, chorar e sorrir, que nos faz sermos quem somos e sentir o que sentimos. Que nos faz vivos.

Obrigado Deus.

A gratidão é eterna e perene no coração daqueles que recebem amor!!!

## EPÍGRAFE

*Sonho que se sonha só é só um sonho que se sonha só.  
Mas sonho que se sonha junto é realidade.  
Raul Seixas*

## RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo mapear os remanescentes vegetais arbóreos do Estado do Paraná por meio de técnicas de geoprocessamento e confrontá-los com as Unidades Fitoambientais (UFA's). O mapeamento foi realizado pelo método da classificação supervisionada de 14 cenas do satélite Landsat 5 TM, pelo algoritmo da máxima verossimilhança e refinado posteriormente, pela conferência e respectiva correção manual, baseada em comparação visual entre os resultados da classificação e as imagens DigitalGlobe, disponibilizadas pela empresa Google. As Unidades Fitoambientais foram criadas por meio da elaboração de um Sistema de Informações Geográficas, que possibilitou o inter-relacionamento dos mapas de Fisiografia, Geologia, Hidrografia, Altimetria e Cobertura Vegetal Original. O mapeamento resultou em uma área de 3.700.056,35 hectares de cobertura vegetal arbórea no Estado do Paraná (18,51 % da área total do Estado), sendo constituído por Floresta Ombrófila Densa 762.802,26 ha (20%), Floresta Ombrófila Mista 1.866,412,42 ha (50,44%), Floresta Estacional Semidecidual 682.702,58 (18,45%), Estepe 382.442,07 ha ( 10,34%) e Savana 5.696,72 (0,15%). Foram criadas 81 Unidades Fitoambientais e confrontadas com o resultado do mapeamento, elucidando que 58 unidades, ou seja, 71% das unidades, que juntas perfazem em torno de 18 milhões de hectares, representantes de 90% da superfície do estado, possuem menos de 50% de suas extensões recobertos por remanescentes florestais e 39 unidades, ou seja, 48% das Ufa's, que juntas totalizam em torno de 11 milhões de hectares, possuem menos de 20% de suas áreas recobertas por comunidades arbóreas.

## ABSTRACT

This research has as goal to map the arboreal vegetation communities of Paraná State by geoprocessing techniques and to analyze the results with the Eco-regions. The mapping was made by supervised classification on 14 Landsat 5 TM scenes, using *maxver* classification method and all results were corrected checking and editing based on *DigitalGlobe* images. The eco-regions were created by the construction of a Geographic Information System that turns possible an interaction of Physiographic, Hydrology, Highs, Geology and Vegetation maps. The mapping results in an area about 3.700.056,35 ha over all State, being Atlantic Rain Forest 762.802,26 ha (20%), Mixed Rainy Forest 1.866,412,42 ha (50,44%), Seasonal Semideciduous Forest 682.702,58 (18,45%), Grassland 382.442,07 ha (10,34%) and Brazilian Savana 5.696,72 (0,15%).

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	14
2.1 GERAL.....	14
2.2 ESPECÍFICOS.....	14
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
3.1 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DO ESTADO DO PARANÁ.....	15
3.1.1 Cinturão Orogênico do Atlântico.....	16
3.1.2 Bacia Sedimentar do Paraná.....	18
3.1.3 Bacias Sedimentares Cenozóicas e Depressões Tectônicas.....	19
3.2 HIDROGRAFIA DO ESTADO DO PARANÁ.....	20
3.3 A VEGETAÇÃO DO ESTADO DO PARANÁ.....	21
3.3.1 Floresta Ombrófila Densa (Floresta Tropical Pluvial).....	22
3.3.2 Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária).....	24
3.3.3 Floresta Estacional Semidecidual.....	26
3.3.4 Estepes (Campos).....	29
3.3.5 Savana (Cerrado).....	30
3.6.6. Formações pioneiras.....	32
3.6.6.1 Formação pioneira com influência marinha (restingas).....	32
3.6.6.2 Formação pioneira com influência fluviomarina.....	34
3.6.6.3 Formação pioneira com influência flúvio-lacustre.....	35
3.4 A MODIFICAÇÃO DA PAISAGEM NO ESTADO DO PARANÁ.....	35
3.5 UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE PARA MAPEAMENTOS.....	37
3.6 GEOPROCESSAMENTO.....	39
3.6.1 Sensoriamento Remoto.....	39
3.6.1.1 Imagens digitais.....	40
3.6.1.2 Satélite Landsat TM-5.....	41
3.6.1.3 Processamento digital de imagens.....	42
3.6.1.3.1 Pré-processamento.....	43
3.6.1.3.1.1 Correção radiométrica.....	43
3.6.1.3.1.2 Correção geométrica.....	44
3.6.1.3.2 Classificação supervisionada.....	44

3.6.2 Sistema de Informações Geográficas (SIG).....	46
3.7 UNIDADES FITOAMBIENTAIS DO ESTADO DO PARANÁ (UFA's).....	47
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	49
4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	49
4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	50
4.3 MAPEAMENTO DOS REMANESCENTES ARBÓREOS DO ESTADO DO PARANÁ.....	52
4.3.1 Aquisição das Imagens.....	52
4.3.2 Classificação das imagens.....	54
4.3.3 Acurácia da Classificação.....	55
4.3.4 Aplicação de Filtro .....	55
4.3.5 Sistema de Informações Geográficas.....	56
4.3.6 Correção geométrica.....	56
4.3.7 Padronização dos arquivos vetoriais.....	57
4.3.8 Conferência e Refinamento Manual do Mapeamento.....	57
4.4 DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES FITOAMBIENTAIS.....	58
4.4.1 Fisiografia do Estado do Paraná.....	59
4.4.2 Geologia do Estado do Paraná.....	59
4.4.3 Relevo do Estado do Paraná.....	59
4.4.4 Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná.....	60
4.4.5 Cobertura Vegetal Original do Estado do Paraná.....	60
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	67
5.1 CLASSIFICAÇÃO DAS IMAGENS DE SATÉLITE.....	67
5.2 CORREÇÃO GEOMÉTRICA DAS CLASSIFICAÇÕES.....	70
5.3 CONFERÊNCIA E REFINAMENTO MANUAL DO MAPEAMENTO.....	72
5.4 REMANESCENTES FLORESTAIS ARBÓREOS NO ESTADO DO PARANÁ.....	74
5.5 UNIDADES FITOAMBIENTAIS (UFA's).....	78
5.6 COBERTURA VEGETAL ARBÓREA DAS UFA's.....	84
5.7 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.....	90
<b>6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES</b> .....	94
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	96
<b>APÊNDICES</b> .....	107
<b>ANEXOS</b> .....	119

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	- Perfil esquemático destacando a estrutura de um segmento de floresta ombrófila densa no município de guaratuba - pr, com predominância de <i>Ficus</i> , <i>Schizolobium</i> , <i>Virola</i> , <i>Ocotea</i> , <i>Sloanea</i> , <i>Hyeronima</i> e <i>Alchornea</i> .....	23
FIGURA 2	- Perfil esquemático da Floresta Ombrófila Densa .....	23
FIGURA 3	- Perfil esquemático destacando a estrutura de um segmento de floresta ombrófila mista no município de irati - pr, com predominância de <i>Araucaria</i> , <i>Ocotea</i> , <i>Cedrela</i> , <i>Casearia</i> , <i>Sloanea</i> , <i>Podocarpus</i> , <i>Campomanesia</i> , <i>Ilex</i> e <i>Capsicodendron</i> .....	25
FIGURA 4	- Perfil esquemático da Floresta Ombrófila Mista.....	26
FIGURA 5	- Perfil esquemático destacando a estrutura de um segmento de Floresta Estacional Semidecidual .....	27
FIGURA 6	- Perfil esquemático da Floresta Estacional Semidecidual.....	28
FIGURA 7	- Perfil esquemático representativo da estepe, onde predominam formações herbáceas entremeadas por vegetação ripária (à direita) e agrupamentos arbóreos isolados (os capões, ao fundo).	30
FIGURA 8	- Perfil esquemático destacando a estrutura de um segmento de Savana no município de Jaguariaíva – PR.....	31
FIGURA 9	- Estágios do processamento digital de imagens simplificado.....	43
FIGURA 10	- Croqui de localização do estado do Paraná.....	49
FIGURA 11	- Diagrama dos procedimentos metodológicos.....	51
FIGURA 12	- Cenas do satélite Landsat-5 que recobrem o estado do Paraná...	53
FIGURA 13	- Comparação entre as composições colorido normal e infravermelho.....	54
FIGURA 14	- Localização das quadriculas utilizadas para conferência do mapeamento.....	58
FIGURA 15	- Mapa Fisiográfico do Estado do Paraná.....	61
FIGURA 16	- Mapa da Litologia do Estado do Paraná.....	62
FIGURA 17	- Modelo Digital do Terreno do Estado do Paraná.....	63
FIGURA 18	- Mapa Altimétrico do Estado do Paraná.....	64
FIGURA 19	- Mapa Hidrográfico do Estado do Paraná.....	65
FIGURA 20	- Mapa da Cobertura Vegetal Original do Estado do Paraná.....	66
FIGURA 21	- Histogramas das amostras de treinamento gerados pelo <i>software</i> ENVI 4.7 utilizadas para classificação supervisionada das cenas utilizadas do satélite Landsat 5/TM. ....	67

FIGURA 22 - Cenas georreferenciadas do satélite Landsat 5/TM (composições coloridas 4-5-7).....	70
FIGURA 23 - Mapa dos Remanescentes Arbóreos do estado do Paraná.....	77
FIGURA 24 - Unidades Fitoambientais do estado do Paraná.....	79
FIGURA 25 - Mapa dos Remanescentes Arbóreos sobre as Unidades Fitoambientais do estado do Paraná.....	87
FIGURA 26 - Mapa do Percentual de Cobertura Arbórea das Unidades Fitoambientais do Estado do Paraná.....	89
FIGURA 27 - Mapa da cobertura arbórea das UFA's desconsiderando a cobertura das Unidades de Conservação.....	93

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	- Características do sistema TM e suas aplicações no mapeamento de vegetação.....	41
TABELA 2	- Data e percentual de cobertura de nuvens das cenas utilizadas do satélite Landsat 5.....	52
TABELA 3	- Matrizes de erros obtidas nas classificações supervisionadas.....	68
TABELA 4	- Cartas utilizadas para o georreferenciamento das cenas do satélite Landsat 5/TM no Estado do Paraná e respectivos erros obtidos.....	69
TABELA 5	- Comparação entre as áreas dos remanescentes arbóreos resultantes das classificações supervisionadas e as mesmas após conferência e refinamento, ambas por tipologia vegetal.....	72
TABELA 6	- Áreas de cobertura vegetal original e atual do estado do Paraná..	74
TABELA 7	- Unidades Fitoambientais do estado do Paraná.....	79
TABELA 8	- Cobertura vegetal arbórea das Unidades Fitoambientais.....	83
TABELA 9	- Redução em área de cobertura arbórea das UFA's desconsiderando a cobertura das Unidades de Conservação.....	89

## 1 INTRODUÇÃO

O Estado do Paraná é representante da quinta maior economia do país, assumindo grande representatividade pela maior produção de grãos, que somado a outras atividades, como a produção de aves, suínos e a indústria de papel e celulose, injetam anualmente, aproximadamente 217 bilhões de reais na economia brasileira (INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPARDES, 2013).

A construção deste cenário, economicamente próspero e positivo, é co-dependente da exploração dos recursos naturais, tanto em suas essências, quanto na necessidade de uso e ocupação solo, causando impactos diretos, indiretos e muitas vezes irreversíveis nos ecossistemas que regem a manutenção da vida no planeta.

Esse confronto histórico entre o “progresso” e meio ambiente apresenta-se atualmente em um cenário de inúmeras perdas, para ambos os lados, por falta de políticas públicas que busquem balancear esta equação.

Do ponto de vista conservacionista, o meio ambiente tem perdido esta batalha no Estado do Paraná, pois sua paisagem apresenta-se, hoje em dia, dominada por cultivos agrícolas e reflorestamentos, avançando suas “tropas” sobre pequenos relictos vegetais, sobreviventes de um século de “progresso”.

Usualmente, os órgãos públicos, responsáveis pela conservação dos remanescentes florestais em todo país, gerenciam o sistema de conservação e recomposição de seus remanescentes por uma ótica generalista, não levando em consideração as características ecológicas pertinentes a cada ambiente.

No ano de 2007, a Universidade Federal do Paraná, a EMBRAPA Florestas e o Instituto Ambiental do Paraná, desenvolveram um trabalho que teve como objetivo a divisão do estado em unidades que apresentassem características ambientais singulares, resultando na criação das Unidades Fitoambientais.

Sabendo-se que a conservação e a perpetuidade de um ecossistema é condicionado pela preservação da sua cobertura vegetal, o presente trabalho buscou realizar um mapeamento mais verossímil dos remanescentes vegetais arbóreos do Estado e confrontá-lo com as Unidades Fitoambientais, bem como

desenvolver um Sistema de Informações Geográficas que possibilite a análise da interação de alguns fatores bióticos e abióticos protagonistas na sustentabilidade das Unidades Fitoambientais.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Por meio de técnicas de geoprocessamento, mapear e quantificar os remanescentes florestais arbóreos do Estado do Paraná e confrontá-los com as Unidades Fitoambientais, bem como elaborar um sistema de informações geográficas que possibilitasse a análise e interação de dados espaciais referentes ao Estado do Paraná.

### 2.2 ESPECÍFICOS

- Testar a técnica da classificação supervisionada para as 14 cenas mais recentes do satélite LANDSAT 5 TM que recobrem o estado, para obtenção de duas classes temáticas: áreas com cobertura florestal e áreas sem cobertura florestal;
- Correlacionar o resultado das classificações com as Unidades Fitoambientais (UFA's);
- Estruturar em um Sistema de Informações Geográficas onde as informações ambientais pudessem ser analisadas e confrontadas;
- Verificar a efetividade das Unidades de Conservação da Natureza na preservação das UFA's.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DO ESTADO DO PARANÁ

A evolução geológica do Estado do Paraná iniciou-se ainda no Arqueano, há mais de 2,8 bilhões de anos. Os registros geológicos mais antigos são formados essencialmente por rochas magmáticas e metamórficas constituintes do embasamento da plataforma Sul-Americana, que atualmente se encontra exposta na porção leste do estado e é usualmente chamada de Serra do Mar (MINERAIS DO PARANÁ - MINEROPAR, 2001; KERSTEN, 2006).

As intempéries geológicas ocorridas sobre a área do planeta que hoje chamamos de Estado do Paraná, resultaram em zonas naturais de paisagem cuja divisão é baseada na posição das escarpas, vales de rios e divisores de água, assim como no caráter fisiográfico unitário da paisagem, dentro de tais limites naturais. Desta forma o Estado do Paraná é distinguido em cinco grandes regiões de paisagens naturais: Zona Litorânea, Serra do Mar, Primeiro Planalto, Segundo Planalto e Terceiro Planalto (MAACK, 1981).

A Zona Litorânea, em conjunto com a Serra do Mar e Primeiro Planalto formam o Escudo Paranaense, constituído pelas rochas mais antigas do Estado, sendo parcialmente recoberta por sedimentos recentes e intrusões de rochas básicas do Mesozóico. Esta região, também denominada de Plataforma Sul-Americana, é composta essencialmente por rochas magmáticas e metamórficas. O segundo e terceiro planaltos, que recobrem a maior porção do Estado, formam a Bacia do Paraná, caracterizada por uma evolução sobre a Plataforma Sul-Americana, que possibilitou a acumulação de sedimentos, lavas basálticas e sills de diabásio (MINERAIS DO PARANÁ - MINEROPAR, 2001).

De acordo com o mapeamento geomorfológico do Paraná, realizado pela Mineropar (2006) e pesquisadores da Universidade Federal do Paraná (SANTOS *et al.*, 2006), o Paraná é dividido em três unidades morfoestruturais (Cinturão Orogênico do Atlântico, Bacia Sedimentar do Paraná e Bacias Sedimentares Cenozóicas e Depressões Tectônicas), cinco unidades morfoesculturais e 50

subunidades morfoesculturais. Esta classificação foi baseada no Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (ROSS; MOROZ, 1996), ressaltando que a geomorfologia leva em consideração as influências do substrato geológico na configuração do relevo em unidades morfoestruturais, como também nas relações entre a natureza das rochas e a ação intempérica, resultando em unidades morfoesculturais (MINEROPAR, 2006).

### 3.1.1 Cinturão Orogênico do Atlântico

O litoral do Paraná representa uma estreita faixa montanhosa que afundou por falhas do planalto, cujos vales antigos constituem as enseadas de ingressão de Paranaguá e Guaratuba, sendo constituído, em sua maior parte, por gnaisses arqueanos e granitos intrusivos. Porém, principalmente na parte norte do litoral, também são encontradas rochas algonquianas, como xistos micáceos, quartzitos, itabiritos, filitos e calcáreos. Diretamente sobre as rochas cristalinas antigas foram depositados, finalmente, os sedimentos não consolidados do quaternário (MAACK, 1947; MAACK, 1968).

Os estágios evolutivos do Cinturão Orogênico do Atlântico ainda são pouco conhecidos, sendo finalizadas pela cratonização de uma extensa área no início do Paleozóico, conhecida como Plataforma Sul-Americana. No Estado do Paraná, é constituído por duas unidades morfoesculturais: Serra do Mar e Morros Isolados e Primeiro Planalto Paranaense (SANTOS *et al.*, 2006).

A Serra do Mar e Morros Isolados consiste em uma faixa de encostas com vertentes abruptas que margeiam o Planalto Atlântico, predominando uma forma de relevo denudacional constituído basicamente por escarpas e cristas com topos aguçados e topos convexos de até 1.800 m de altitude (MINEROPAR, 2006). Rochas resistentes (metamórficas de alto grau) sustentam diversas unidades morfoestruturais dentro desta unidade morfológica, enquanto falhas, zonas de cisalhamento, fraturas e grandes domínios de rochas supracustais condicionam lineamentos maiores e segmentos locais da rede de drenagem (SANTOS *et al.*, 2006).

De acordo com MAACK (1968), a Serra do Mar é dividida em diversos maciços por blocos altos e baixos, os quais têm denominações regionais especiais

(serra Capivari Grande, serra Ibitiraquire, serra Marumbi, serra Araçatuba, serra Graciosa, entre outras). Os altos maciços da Serra do mar, como os picos Paraná e Marumbi, são constituídos por granitos e granito-pórfiros mais recentes no intervalo temporal entre o Pré-Cambriano Superior e o Paleozóico Inferior, quando, segundo Bigarella *et al.* (1967), a região Sul do Brasil foi invadida por inumeráveis corpos graníticos, que resultaram na formação da Suíte Intrusiva da Serra do Mar. Em alguns locais há presença de capas de gnaisses sobre os granitos, algumas rochas altamente metamorfoseadas e xistosas, e ainda diques de diabásio e andesito, sendo que os contatos entre as diferentes formações são tipicamente de falha e seus vales coincidem com a direção das falhas de maior expressão (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 1984).

O primeiro planalto compreende desde a região de Jaguariaíva, Tibagi e sopés da escarpa da Serra do Purunã até a vertente leste da Serra do Mar. Em entrevista cedida a CURCIO, G. R. (Curitiba, 06/08/2005) (CURCIO, 2006), LOPES, O. F. descreve o embasamento do primeiro planalto como sendo constituído predominantemente por granulitos, rocha de alto grau de metamorfismo, composta principalmente por plagioclásios e piroxênios.

Em decorrência da invasão de um grande oceano (Adamastor), que atingiu somente a porção norte do primeiro planalto há aproximadamente 700 milhões de anos, há uma diferenciação geológica entre as porções norte e sul do primeiro planalto.

À norte, houve depósitos de sedimentos que originaram rochas metamórficas de baixo grau (mármore, folhelhos e quartzitos) (KERSTEN, 2006), pertencentes ao Grupo Açungui. Ainda nesta região ocorrem granitos e diques de diabásio no Açungui e Vale do Ribeira, que em conjunto ao elevado grau de erosão das rochas metamórficas da bacia do rio Ribeira, modelou um relevo montanhoso com altitudes variando entre 400 e 1.200 metros (SANTOS *et al.*, 2006).

Já a superfície da porção sul do primeiro planalto é formada por sedimentos sobre rochas cristalinas sobre e entre granitos e gnaisses antigos (MAACK, 1968). Apesar da resistência das rochas metamórficas de alto grau (granulitos e migmatitos), esta região foi aplainada naturalmente originando relevos suavemente ondulados formando planícies e várzeas intercaladas, constituídas por sedimentos

colúvio-aluvionares recentes e paludais ao longo dos principais cursos de água (SANTOS *et al.*, 2006).

### 3.1.2. Bacia Sedimentar do Paraná

A Bacia Sedimentar do Paraná abrange uma área de cerca de 1.600.000 km<sup>2</sup>, cujo embasamento é constituído principalmente de rochas cristalinas pré-Cambrianas e, subordinadamente, por rochas neo-paleozóicas afossilíferas (MINEROPAR, 2006). Sobre esta grande unidade morfoestrutural, podem-se distinguir duas unidades morfoesculturais: o Segundo e o Terceiro Planalto Paranaense (SANTOS *et al.*, 2006).

O Segundo Planalto Paranaense tem seus limites entre a escarpa Devoniana a leste (altitudes médias de cimeira estão entre 1100 e 1200 m) e a escarpa arenito-basáltica ou Triássico-Jurássico (entre 300 e 1200 m de altitude) (SANTOS *et al.*, 2006), cuja geologia é composta basicamente por camadas de rochas cujos sedimentos são provenientes do Pantalassa, oceano gonduânico, e sedimentos paleozoicos do devoniano (MAACK, 1947; PAROLIN *et al.*, 2010). Os depósitos de sedimentos paleozóicos desta região correspondem à grande feição de sedimentação marinha e litorânea conhecida como Bacia do Paraná, que se estende por mais de 1.500.000 km<sup>2</sup> no sul e sudeste brasileiro e se manifesta geomorfologicamente no segundo planalto (MINEROPAR, 2001).

Os sedimentos paleozoicos do devoniano e das camadas gonduânicas, que caracterizam o segundo planalto, além de uma suave curvatura côncava para oeste em direção à bacia do Paraná, não sofreram perturbações orogênicas. Constituem, pela sua posição suavemente inclinada, uma paisagem de degraus estruturais típica, com as testas das escarpas voltadas para leste (MAACK, 1947).

As rochas sedimentares do segundo planalto são divididas conforme a idade geológica (Era Paleozóica e Mesozóica e seus períodos), sendo compostas pelo Grupo Paraná (Formação Furnas e Formação Ponta Grossa), Grupo Itararé (Formações Rio do Sul, Mafra e Campo do Tenente), Grupo Guatá (Formações Palermo e Rio Bonito), Grupo Passa Dois (Formações Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rastro) e Grupo São Bento (Formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral), onde destacam-se os arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos (MINEROPAR, 2001).

Além das camadas sedimentares, o segundo planalto também é composto por sistemas paralelos de diques de diabásio oriundos de vulcanismos do triássico superior ou pós-triássico, que determinam o aspecto topográfico da superfície do terreno (MAACK, 1947).

O Terceiro Planalto Paranaense (ou Planalto Arenito-Basáltico) é caracterizado pela ocorrência de uma série de derrames vulcânicos de composição predominantemente básica de idade jurássica-cretácea (MINEROPAR, 2001). Além de rochas magmáticas, resultantes do resfriamento da lava dos derramamentos vulcânicos, o terceiro planalto é também caracterizado pela presença de rochas sedimentares na região noroeste do estado, depositados no período cretáceo. Estas são compostas por arenitos, siltitos e lamitos pertencentes ao Grupo Bauru (Formações Adamantinas, Santo Anastácio e Caiuá) (MINEROPAR, 2001).

O Planalto Arenito-Basáltico abrange cerca de 2/3 do território paranaense e desenvolve-se como um conjunto de relevos planálticos, com inclinação geral para oeste-noroeste e subdivididos pelos principais afluentes do rio Paraná, atingindo altitudes médias de cimeira de 1100 a 1250 m, na Serra da Esperança, declinando para altitudes entre 220 e 300 metros na calha do rio Paraná (SANTOS *et al.*, 2006). O aspecto da paisagem do terceiro planalto é determinado pelas formas de mesetas e platôs recortados do nível geral dos lençóis eruptivos (MAACK, 1947).

### 3.1.3 Bacias Sedimentares Cenozóicas e Depressões Tectônicas

De acordo com Mineropar (2006), as morfoestruturas denominadas por Bacias Sedimentares Cenozóicas foram subdivididas em três unidades morfoesculturais distintas: Planalto de Curitiba (Bacia de Curitiba), Planície Litorânea (bacias de sedimentação marinha e fluviais descontínuas) e Planícies Fluviais.

Associada aos grandes depósitos sedimentares de origem fluvial e lacustre, a geologia da região de Curitiba também é formada por sedimentos vulcânicos (cinzas e fluxos de detritos) do Cenozóico, que deram origem a paisagens planas e rochas pouco resistentes (PAROLIN *et al.*, 2010), que corresponde à Formação Guabirota, constituindo uma área de relevo de colinas que se articulam às planícies fluviais mediante suaves rampas (SANTOS *et al.*, 2006).

Quanto à morfoescultura da Planície Litorânea, o principal fator associado à sedimentação diz respeito às variações glacio-eustáticas quaternárias. Os depósitos (arcóseos, areia grossa, seixos e cascalhos) são representados pela Formação Alexandra, que ocorrem em colinas isoladas, niveladas topograficamente em altitudes em torno de 30 m. Há ocorrência de áreas descontínuas, preenchidas por sedimentos continentais e costeiros cenozoicos, sendo uma feição marcante na zona litorânea do Estado do Paraná (MINEROPAR, 2006).

As morfoesculturas Planícies Fluviais correspondem às áreas essencialmente planas, geneticamente geradas por deposição de origem fluvial, onde predominam os processos agradacionais. No Estado do Paraná, tais acumulações de sedimentos aparecem em praticamente todas as unidades morfoesculturais do Cinturão Orogênico do Atlântico e da Bacia Sedimentar do Paraná, como é o caso das planícies fluviais (MINEROPAR, 2006).

### 3.2 HIDROGRAFIA DO ESTADO DO PARANÁ

O escudo da Serra do Mar divide a hidrografia do Estado em dois conjuntos de bacias distintos. A porção leste, formada pelas bacias do Ribeira e Litorânea, possui rios de menor extensão que desaguam nas baías de Paranaguá e Guaratuba, ecoando suas águas por 4,3% da área de drenagem do Estado (PAROLIN *et al.*, 2010).

Já a porção a Oeste da Serra do Mar, que contempla em torno de 95,7% da área de drenagem do Estado, é formada pelos rios tributários do rio Paraná e composta pelas bacias: Das Cinzas, Iguaçu, Itararé, Ivaí, Paranapanema (1, 2, 3 e 4), Paraná (1, 2 e 3), Piquirí, Pirapó e Tibagi.

O rio Paraná, oitavo maior rio mundo, estabelece o limite do Estado com Mato Grosso do Sul e República do Paraguai. Desde suas nascentes no rio Paraíba até sua barra no rio da Prata, percorre 4.695 km, dos quais 3.300 são navegáveis, formando o maior sistema hidrográfico da bacia da Prata, que por sua vez, representa a segunda maior bacia hidrográfica do Brasil, perdendo apenas para a bacia Amazônica (KERSTEN, 2006; HERRMANN, 1990; JUSTUS, 1990; BIGARELLA *et al.*, 1994; BRAGAGNOLO *et al.*, 1997).

Em uma análise geral, o Estado do Paraná possui 16 bacias hidrográficas: Bacia Litorânea, Bacia do Ribeira, Bacia do Cinzas, Bacia do Iguaçu, Bacias do Paraná 1, 2 e 3, Bacia do Tibagi, Bacia do Ivaí, Bacia do Piquiri, Bacia do Pirapó, Bacia do Itararé, Bacias do Paranapanema 1, 2, 3 e 4 (SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA, 2010), sendo que juntas perfazem uma área de drenagem total de 199.852,20 km<sup>2</sup> (INSTITUTO DE TERRAS CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS - ITCG, 2012).

### 3.3 A VEGETAÇÃO DO ESTADO DO PARANÁ

Levando em consideração a afirmação de Maack (1968), de que vegetação é “a expressão do clima em relação a altitude e latitude”, a vegetação original atual do Estado do Paraná é resultante do condicionamento ocorrido após o último máximo glacial (entre 26.000 e 17.000 anos atrás). Nesta época, a teoria de Damuth e Fairbridge (AB’SÁBER, 1977), estabelece um clima frio e seco para o Sul do Brasil. Este clima obrigou as comunidades vegetais que não suportavam estas condições a se dispersarem rumo ao norte, à procura de regiões menos frias (BROWN; LOMOLINO, 2006; LAVINA; FAUTH, 2010), dando espaço para as tipologias adaptadas aos climas frios (estepe e cerrado) ocuparem grande parte do território paranaense.

Com o reaquecimento do planeta, as florestas recobriram novamente grande parte do Estado, porém recombina-se em uma nova estrutura florística que é a que conhecemos hoje e chamamos de cobertura original do estado (BROWN; LOMOLINO, 2006).

O resultado desta readaptação foi descrito por Maack (1981) como sendo, originalmente, 83% da superfície paranaense cobertos por florestas e 17% ocupados por formações não-florestais, como campos e cerrados, completados por vegetações pioneiras de influência marinha (restingas), fluviomarinha (mangues) e flúvio-lacustre (várzeas) e também pela vegetação herbácea nas altitudes. Segundo SOCIEDADE DE PESQUISA EM VIDA SELVAGEM E EDUCAÇÃO AMBIENTAL - SPVS (1996), esta diversidade de ambientes é resultante de fatores ambientais, tais como tipo de solo, clima, serras, efeitos de mares, rios, planícies e serras.

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação da Vegetação (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2012), baseado no sistema de classificação fisionômico-ecológico desenvolvido pelo projeto RADAMBRASIL, as formações vegetais encontradas no Paraná foram denominadas de Estepe (Campo Gerais), Savana (Cerrados), Floresta Ombrófila Mista (floresta com araucária), Floresta Ombrófila Densa (floresta atlântica) e a Floresta Estacional Semidecidual (floresta pluvial tropical-subtropical) (IBGE, 2012).

### 3.3.1 Floresta Ombrófila Densa (Floresta Tropical Pluvial)

Esta unidade e seus ecossistemas associados estão incluídas na região leste do estado do Paraná, contemplando a Serra do Mar, que constitui uma barreira natural para os ventos que sopram do Oceano Atlântico carregando umidade e nutrientes, a planície litorânea (incluindo as ilhas interiores) e parte do Vale do Rio Ribeira. A umidade dos ventos do mar se condensa na vertente da serra, que atinge altitudes entre 1.000 e 1.400 m, formando uma neblina alta e conseqüentemente acúmulo de umidade proporcionando a existência de chuvas bem distribuídas ao longo do ano (FERRETTI *et al.*, 2006).

No Paraná, há um encontro de duas correntes marinhas, uma corresponde às correntes quentes do Brasil que são originadas no Equador e outra às correntes frias das Malvinas. O encontro destas correntes faz com que a umidade seja maior nesta transição causando grande influência na composição da Serra do Mar.

Este tipo de vegetação é caracterizado por fanerófitos – subformas de vida macro e mesofanerófitos, além de lianas lenhosas e epífitas em abundância, que o diferenciam das outras classes de formações. Porém, sua característica ecológica principal reside nos ambientes ombrófilos que marcam muito a “região florística floresta”. Assim, a característica ombrotérmica da Floresta Ombrófila Densa é resultante dos fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas (médias de 25°C) e de alta precipitação bem distribuída, o que determina uma situação bioecológica praticamente sem período biologicamente seco (IBGE, 2012).

Leite (1994) descreve esta unidade como sendo “a mais pujante, heterogênea e complexa do sul do país, de grande força vegetativa, capaz de produzir naturalmente de curto a médio prazos, incalculável volume de biomassa”.

Estima-se que seja representada por mais de 700 espécies arbóreas, sendo a maioria exclusiva desta unidade vegetacional. A figura 1 mostra um perfil esquemático de Floresta Ombrófila Densa.

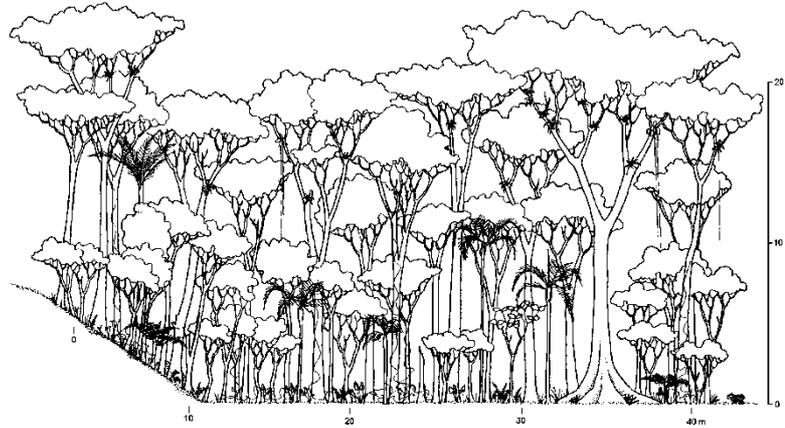


FIGURA 1 - PERFIL ESQUEMÁTICO DESTACANDO A ESTRUTURA DE UM SEGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA Densa NO MUNICÍPIO DE GUARATUBA - PR, COM PREDOMINÂNCIA DE *Ficus*, *Schizolobium*, *Virola*, *Ocotea*, *Sloanea*, *Hyeronima* e *Alchornea*.  
FONTE: Roderjan *et al.* (2002)

Algumas formações se distinguem dentro do domínio da Floresta Ombrófila Densa. São elas: das Terras Baixas, Submontana, Montana, Altomontana e Aluvial (FIGURA 2).

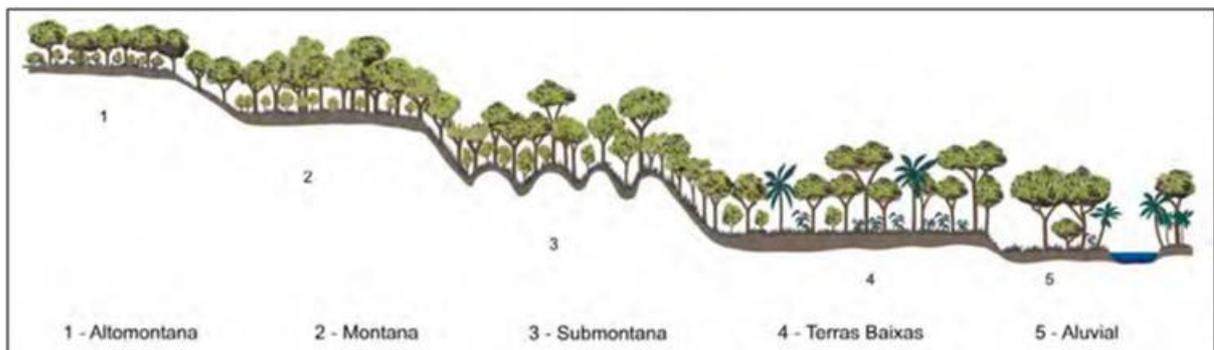


FIGURA 2 – PERFIL ESQUEMÁTICO DA FLORESTA OMBRÓFILA Densa  
FONTE: Veloso *et al.* (1991)

### 3.3.2 Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária)

Ao ultrapassar a serra, na direção oeste, no planalto do Estado (altitudes variando entre 500 e 1.200 m), situa-se a região de ocorrência da floresta com araucária. Nessa região, as chuvas também são bem distribuídas ao longo do ano, mas com médias de temperatura mais baixas e ocorrência regular de geadas, o que permite uma série de modificações tanto na composição das florestas como no seu funcionamento. Esta unidade, no Estado do Paraná, distribui-se no primeiro, segundo e terceiro planaltos, ocorrendo também na região dos campos na forma de capões ou no vale dos rios (FERRETTI *et al.*, 2006).

A Floresta Ombrófila Mista é caracteristicamente dominada pela espécie *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, que forma um estrato dominante e contínuo acima de 30 metros de altura, podendo ocorrer indivíduos emergentes acima de 40 metros (RODERJAN *et al.*, 2002). A presença da araucária está associada às baixas temperaturas, sendo um fator fundamental para sua reprodução. Outros autores equiparam a ocorrência da família Araucareaceae com a família Lauraceae, baseados em Bolós *et al.* (1991), que definiu esta formação como “Floresta de Araucária e *Ocotea puberula*”.

Na época do descobrimento do Brasil a Floresta com Araucária se estendia numa faixa contínua desde o sul do estado de São Paulo até o norte do Rio Grande do Sul, chegando até a Argentina, além de manchas esparsas nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo (IBGE, 1992).

A Floresta Ombrófila Mista é uma unidade fitoecológica onde se contempla a coexistência de representantes das floras tropical (afro-brasileira) e temperada (austro-brasileira), em marcada relevância fisionômica de elementos Coniferales e Laurales, com sua flora arbórea superior a 350 espécies com endemismo em torno de 40% (LEITE, 1994; IBGE, 1992) e originalmente com predomínio de araucária no dossel (RODERJAN; KUNIYOSHI, 1988; LEITE; KLEIN, 1990; IBGE, 1992; 2012).

A composição florística deste tipo de vegetação, dominada por gêneros primitivos como *Drimys* e *Araucaria* (australásicos) e *Podocarpus* (afro-asiático), sugere, em face da altitude e da latitude do Planalto Meridional, uma ocupação recente a partir de Refúgios Altomontanos (IBGE, 2012). A figura 3 mostra um perfil esquemático de um segmento de Floresta Ombrófila Mista.



FIGURA 3 - PERFIL ESQUEMÁTICO DESTACANDO A ESTRUTURA DE UM SEGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO MUNICÍPIO DE IRATI - PR, COM PREDOMINÂNCIA DE *Araucaria*, *Ocotea*, *Cedrela*, *Casearia*, *Sloanea*, *Podocarpus*, *Campomanesia*, *Ilex* e *Capsicodendron*.  
 FONTE: Roderjan *et al.* (2002).

Segundo MAACK (1981), no Estado do Paraná o desenvolvimento das florestas com araucária constitui uma parte especial da floresta pluvial-subtropical, cujo desenvolvimento é intimamente relacionado à altitude. O limite inferior de crescimento é de 500 m. Em altitudes inferiores a araucária somente ocorre nas linhas de escoamento do ar frio, associada a *Syagrus romanzoffianum* (jerivá).

De acordo com IBGE (2012), são identificadas quatro formações da Floresta Ombrófila Mista: aluvial (em terraços antigos associados à rede hidrográfica), submontana (constituindo disjunções em altitudes inferiores a 400 m), Montana (situada aproximadamente entre 400 e 1000 m de altitude), e alto-montana (compreendendo as altitudes superiores a 1000 m) (FIGURA 4). Porém, no Estado do Paraná, não há ocorrência de formações submontanas e, segundo Roderjan *et al.* (2002), as formações altomontanas ocupam uma superfície pouco expressiva, sendo fisionomicamente similares às formações montanas, mas com menor diversidade, devido ao rigor climático.

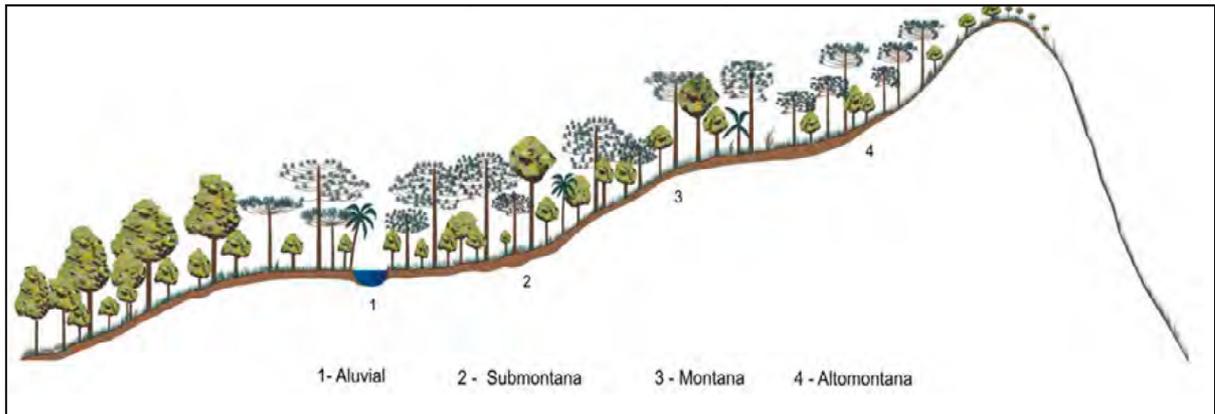


FIGURA 4 – PERFIL ESQUEMÁTICO DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA  
 FONTE: Veloso *et al.* (1991).

### 3.3.3 Floresta Estacional Semidecidual

O conceito ecológico deste tipo de vegetação está condicionado pela dupla estacionalidade climática, uma tropical com época de intensas chuvas de verão, seguida por estiagem acentuada e outra subtropical sem período seco, mas com seca fisiológica provocada pelo intenso frio do inverno, com temperaturas médias inferiores a 15° C. Esta floresta se caracteriza pela perda de 20 a 50% das folhas do estrato arbóreo na estação desfavorável. Ela ocorre em áreas de duas estações definidas: uma seca e uma chuvosa; ou então em área de acentuada variação térmica (IBGE, 1992). Devido a ligação com estas condições, se distribui de maneira descontínua praticamente em todos os estados das regiões nordeste, sudeste e sul do país, e em parte no centro-oeste, chegando até a bacia do rio Uruguai, o Paraguai e a Argentina (VELOSO *et al.*, 1991).

Ao contrário das florestas ombrófilas, este tipo é constituído por fanerófitos com gemas foliares protegidas da seca por escamas (catáfilos ou pelos) e cujas folhas adultas são esclerófilas ou membranáceas decíduais (IBGE, 2012). A figura 5 mostra um perfil esquemático de uma Floresta Estacional Semidecidual.



FIGURA 5 - PERFIL ESQUEMÁTICO DESTACANDO A ESTRUTURA DE UM SEGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL  
 FONTE: Roderjan *et al.* (2002).

Este tipo vegetacional é constituído por árvores emergentes que atingem entre 25 a 30 m de altura, sem formar cobertura superior contínua. Seus troncos são grossos e alongados, encimados por copa larga, destacando-se as espécies neste estrato a peroba, a maria-preta, grápia, alecrim e pau-marfim. Algumas dessas espécies perdem totalmente suas folhas durante o inverno, quando se torna visível um segundo estrato arbóreo, mas denso e perenifólio, com altura entre 15 e 20 m, formado principalmente por lauráceas, destacando-se a canela-preta e a canela-imbuia, dentre outras (FERRETTI *et al.*, 2006).

No Brasil, podem ser distinguidas quatro formações da Floresta Estacional Semidecidual: aluvial, das terras baixas, submontana e montana (FIGURA 6). No Estado do Paraná são encontradas as formações aluvial, submontana e montana. A formação montana, quando não configura um ecótono com a Floresta Ombrófila Mista, que pode ser diagnosticado pela mistura de espécies características dessas duas grandes unidades fitogeográficas, se assemelha fisionômica, estrutural e floristicamente à formação submontana, situada abaixo de 600 m s.n.m (RODERJAN *et al.*, 2002).

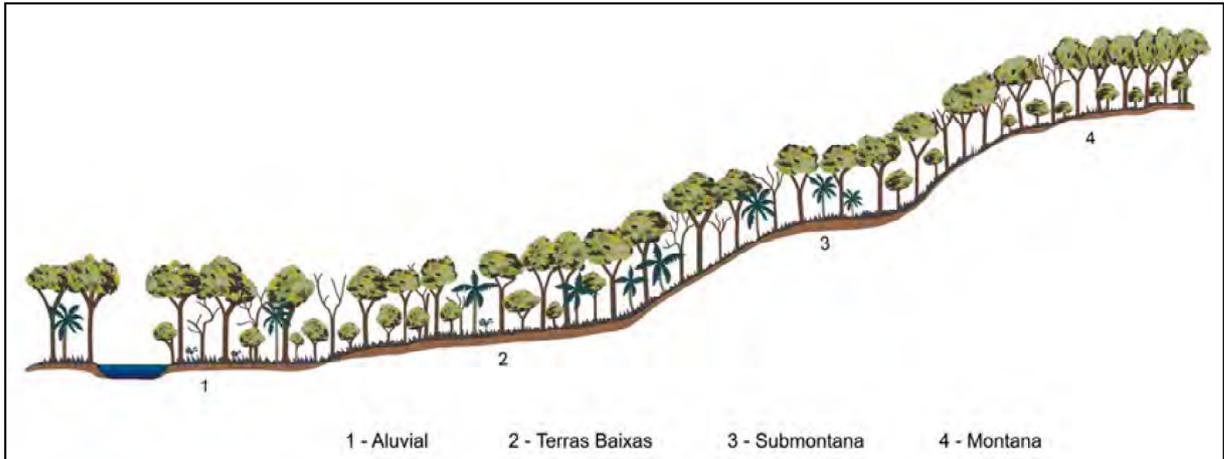


FIGURA 6 – PERFIL ESQUEMÁTICO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL  
 FONTE: Veloso *et al.* (1991)

Os estudos realizados por Soares-Silva e Barroso (1992)<sup>1</sup>, Soares-Silva *et al.* (1992)<sup>2</sup>, UEL/COPATI/KLABIN (1993)<sup>3</sup>, Silveira (1993)<sup>4</sup> e Carmo (1995)<sup>5</sup> *apud* Kersten (2006) apresentaram as espécies arbóreas dominantes no dossel e no subosque florestal de remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual. Entre as árvores mais altas da floresta destacam-se *Aspidosperma polyneuron*, *Gallesia integrifolia*, *Astronium graveolens* e *Parapiptadenia rigida*. No dossel florestal, mais ou menos contínuo, destacara-se Lauraceae, notadamente *Nectandra megapotamica*, Meliaceae (*Cabralea canjerana*, *Trichilia* spp.) e Fabaceae (*Lonchocarpus* spp. e *Machaerium* spp.). No subosque florestal, além de muitos indivíduos jovens das espécies dos estratos superiores, destacam-se *Sorocea bonplandii*, *Actinostemon concolor*, *Euterpe edulis*, além de algumas espécies de Meliaceae (*Trichilia* e *Guarea*) e Rutáceas (*Esenbeckia*).

<sup>1</sup> SOARES-SILVA, L. H.; BARROSO, G. M. Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta na porção norte do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina- PR, Brasil. **Anais** 8º Congr. SBSP: 101-112. 1992.

<sup>2</sup> SOARES-SILVA, L. H.; BIANCHINI, E.; FONSECA, E. P.; DIAS, M. C.; MEDRI, M. E.; ZANGARO-FILHO, W. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares do Rio Tibagi, Paraná: 1. Fazenda Doralice - Ibiporã, PR. In: **Anais** Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 2o. São Paulo. (Rev.Inst.Flor. 4 (1)): 199-220. 1992.

<sup>3</sup> UEL/COPATI/KLABIN. **Aspectos da Fauna e Flora da Bacia do Rio Tibagi**. 3o Relatório Técnico-científico. v. 1 e 2. Universidade Estadual de Londrina. CCB/DBAV. Londrina, 1993 . 237 p.

<sup>4</sup> SILVEIRA, M. **Estrutura vegetacional em uma topossequência no Parque Estadual "Mata do Godoy", Londrina, PR**. 142 f. Tese de Mestrado. UFPR. Depto. de Botânica. Curitiba, 1993.

<sup>5</sup> CARMO, M. R. B. **Levantamento florístico e fitossociológico do remanescente florestal da Fazenda Doralice, Ibiporã - PR**. 55. f. Monografia de conclusão do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas. Universidade Estadual de Londrina. CCB \ DBAV. 1995.

### 3.3.4 Estepes (Campos)

Estepe é um termo adotado para nomear extensões territoriais destituídas de vegetação arbórea ou não cultivadas, ou seja, regiões desertas quanto ao uso e não necessariamente no sentido geobotânico, ainda que também o inclua (IBGE, 2012).

A estepe foi denominada por MAACK (1981), como a formação mais antiga ou primária do Estado do Paraná e é também chamada pelo autor de campo limpo. Segundo o autor, as matas só conquistaram os primitivos campos (pós-galciação) a partir das matas de galeria, capões de nascentes e matas de encostas das escarpas, durante um clima constantemente úmido e rico em chuvas do Neo-Quaternário ou Holoceno.

As estepes do estado do Paraná são classificadas como Estepe Gramíneo-lenhosa, sendo este o tipo de campo mais representativo do sul do Brasil (IBGE, 2012).

A vegetação das estepes, no Paraná, é formada sobre Cambissolos, Neossolos Litólicos, Latossolos, Argilossolos, Gleissolos e Organossolos. Sua origem remonta ao início do atual período pós-glacial, como colonizadora da superfície estéril resultante do clima anterior, sendo sua manutenção garantida pela ocorrência natural do fogo, de causa natural ou antrópica (RODERJAN *et al.*, 2002).

De acordo com IBGE (2012), as estepes gramíneo-lenhosa apresentam um único estrato constituído de duas sinúsias: a dos hemicriptófitos e a dos geófitos. Ambas apresentam abundância de pilosidade das folhas e colmos, o que sugere ser adaptação à inclemência climática, tanto por ação dos ventos frios e secos hibernais, quanto por intensificação de rigor estival, especialmente em solos de arenito, litólicos ou extremamente pedregosos.

Caracteriza-se por extensas áreas de gramíneas baixas desprovidas de arbustos, ocorrendo apenas matas ou capões limitados nas depressões em torno das nascentes. As árvores e arbustos crescem em faixas ao longo dos rios e córregos, formando as pseudomatas de galeria, matas de galeria legítimas durante o Pleistoceno, quando retiraram do subsolo a umidade necessária (MAACK, 1981). Nos agrupamentos arbóreos, *Araucaria angustifolia* se sobressai, associada a diferentes grupos de espécies arbóreas (RODERJAN *et al.*, 2002).

Estudos apontam uma grande diversidade de espécies nos campos, já sendo registradas 582 espécies herbáceo-arbustivas, sendo Asteraceae, Poaceae, Cyperaceae e Fabaceae as famílias mais representativas (KOZERA *et al.*, 2012). Sendo representativas da família Poaceae, os gêneros *Aristida*, *Paspalum*, *Andropogon*, *Eragrostis*, *Piptochaerium* e *Panicum*, e das famílias Asteraceae, Apiaceae, Cyperaceae, Lamiaceae, Verbenaceae, Polygalaceae, Amaranthaceae, Fabaceae, Mimosaceae, Asclepiadaceae, Ericaceae, Lobeliaceae, Malpighiaceae, Melastomataceae e Arecaceae (ex.: *Allagoptera campestris*) (MORO *et al.*, 1996, RODERJAN *et al.*, 2002).

Os agrupamentos arbóreos normalmente não apresentam alturas elevadas, com os pinheiros maiores atingindo no máximo 15 a 18 metros, em função das condições pedológicas (solos rasos). A composição florística é semelhante à da Floresta Ombrófila Mista, mas com densidade maior de algumas espécies, principalmente da família das mirtáceas, tendo uma diversidade florística mais baixa em relação às demais em solos mais férteis (FERRETTI *et al.*, 2006). A figura 7 mostra um perfil esquemático que representa as Estepes.

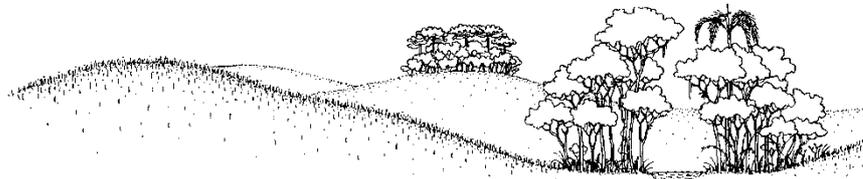


FIGURA 7 - PERFIL ESQUEMÁTICO REPRESENTATIVO DA ESTEPE, ONDE PREDOMINAM FORMAÇÕES HERBÁCEAS ENTREMEDADAS POR VEGETAÇÃO RIPÁRIA (À DIREITA) E AGRUPAMENTOS ARBÓREOS ISOLADOS (OS CAPÔES, AO FUNDO).  
FONTE: Roderjan *et al.* (2002)

### 3.3.5 Savana (Cerrado)

Savana é uma formação caracteristicamente xeromorfa preferencialmente de clima estacional (mais ou menos 6 meses secos), não obstante podendo ser encontrada também em clima ombrófilo. Reveste solos lixiviados aluminizados, apresentando sinúsias de hemicriptófitos, geófitos e fanerófitos oligotróficos de pequeno porte, com ocorrência por toda a Zona Neotropical (IBGE, 1992). MAACK

(1981) por sua vez, chama a savana de campo cerrado ou estepe arbustiva. A figura 8 mostra um perfil esquemático de uma Savana.

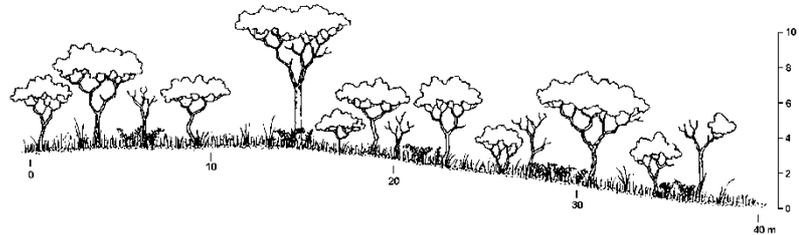


FIGURA 8 - PERFIL ESQUEMÁTICO DESTACANDO A ESTRUTURA DE UM SEGMENTO DE SAVANA NO MUNICÍPIO DE JAGUARIAÍVA – PR  
 FONTE: Roderjan *et al.* (2002)

Segundo RODERJAN *et al.* (2002), a savana tem origem semelhante às estepes e ocorre nas regiões nordeste e centro-norte do Estado, com fisionomia e florística semelhantes àsquelas dos planaltos do Brasil central, sendo encontradas em diferentes faciações, desde campestres até florestadas.

O Cerrado ocupa cerca de 65% na África e 20% no território brasileiro sendo 0,04% no Estado Paraná, onde se formou no início da interglaciação, período posterior às formações campestres. Esta formação possui características singulares de solo, clima e conseqüentemente de vegetação, sendo assim considerada uma unidade frágil. A vegetação está sobre Latossolos, Cambissolos e Neossolos Litólicos.

A vegetação das Savanas é caracterizada por desenvolver crescimento de raízes profundas para captação de água e, segundo Roderjan *et al.* (2002), os fustes são tortuosos e as cascas bastante grossas e fissuradas, raramente ultrapassando 10 metros de altura. As folhas geralmente são grandes, coriáceas e ásperas, adaptações às condições edafo-climáticas.

Dentre as espécies arbóreas são típicas *Anadenanthera peregrina*, *Stryphnodendron barbatimam*, *Couepia grandiflora*, *Lafoensia densiflora*, *Annona crassiflora*, *Caryocar brasiliense*, *Vochysia tucanorum*, *Qualea cordata*, *Ouratea spectabilis* e *Roupala montana*. Espécies herbáceas e arbustivas, amplamente distribuídas formando comunidades puras ou associadas às arbóreas são representadas por Poaceae, Caesalpiniaceae, Fabaceae, Amaranthaceae,

Apocynaceae, Asteraceae, Rubiaceae, Cyperaceae e Melastomataceae, entre outras (UHLMANN *et al.*, 1998).

### 3.3.6 Formações pioneiras

Manabe e Silva (2010) descrevem estas formações como sendo ecossistemas vegetais em constante sucessão ecológica que ocorrem em ambientes instáveis, em outras palavras, são comunidades vegetais que se estabelecem em ambientes com fatores abióticos que não proporcionam condições edafoclimáticas para o estabelecimento de uma comunidade florestal.

As áreas de formações pioneiras abrangem tipos distintos de vegetação, os quais, em diferentes níveis ou intensidades, são influenciadas pelas águas do mar, dos rios, ou pela ação combinada de ambas (RODERJAN *et al.*, 2002).

IBGE (2012) divide as formações pioneiras do estado do Paraná em três tipos, as quais referenciam seus nomes aos fatores abióticos aos quais estão condicionadas.

#### 3.3.6.1 Formação pioneira com influência marinha (restingas)

Esta tipologia é formada pela vegetação ocorrente nas praias e dunas ocorrendo praticamente ao longo de toda a costa brasileira, mas a sua exata circunscrição e os termos empregados para designá-la variam muito. Silva (1999) cita em seu trabalho que esta tipologia já foi denominada de “vegetação praieira” (FIGUEIREDO, 1954<sup>6</sup>), “sub-formação psamófita, fácies holo-psamófita” (HERTEL, 1959<sup>7</sup>), “vegetação da praia” (MAACK, 1981), “formação pioneira das dunas”

---

<sup>6</sup> FIGUEIREDO, J. C. **Contribuição à geografia da Ilha do Mel (Litoral do Estado do Paraná)**. 61 f. Tese (Cátedra de Geografia do Brasil), Faculdade de Filosofia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1954.

<sup>7</sup> HERTEL, R. J. G. Esboço fitoecológico do litoral centro do Estado do Paraná. **Forma et Functio**, v. 1, n. 6, p. 47-58, 1959.

(NOFFS; BATISTA-NOFFS, 1982<sup>8</sup>; KIRIZAWA *et al.*, 1992<sup>9</sup>), “comunidades halófilas e psamófitas reptantes” (ARAUJO; HENRIQUES, 1984<sup>10</sup>), “formação praial graminóide (HENRIQUES *et al.*, 1986<sup>11</sup>), “comunidade halófila praieira” (RIZZINI, 1963<sup>12</sup>) e “campos praianos curti-herbáceos tropicais” (EITEN, 1983<sup>13</sup>).

A fisionomia desse tipo de vegetação está intimamente associada às condições ambientais extremas, decorrentes da ação permanente dos ventos, das marés, da salinidade e das características pedológicas desfavoráveis (RODERJAN *et al.*, 2002).

Esta unidade pode ser subdividida em duas fitofisionomias: a herbáceo-arbustiva e a arbórea. A formação herbáceo-arbustiva está presente em áreas próximas à praia, sobre as dunas frontais não consolidadas, onde vegetam psamófilas e halófilas características que desempenham papel importante no processo de estabilização da areia contra ação do vento, espalhando-se sobre o chão (estoloníferas) (FERRETTI *et al.*, 2006; RODERJAN *et al.*, 2002).

A comunidade arbórea está presente sobre as dunas consolidadas e mais interiorizadas, compostas de um único estrato denso que atinge entre 2 e 5 metros de altura, moldado principalmente pela ação dos ventos. São geralmente dominadas por poucas espécies, entre as quais destacam-se *Ilex theezans* Mart. (Aquifoliaceae), *Clusia criuva*, *Schinus terebinthifolius*, *Tapirira guianensis*, *Ternstroemia brasiliensis* Cambess. (Theaceae), *Gomidesia schaueriana* O. Berg., *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae), *Andira anthelminthica*, *Abarema*

---

<sup>8</sup> NOFFS, M. S.; BATISTA-NOFFS, L. J. Mapa da vegetação do Parque Estadual da Ilha do Cardoso: as principais formações. **Silvicultura em São Paulo**, v. 16, n. 1, p. 620-628, 1982.

<sup>9</sup> KIRIZAWA, M.; LOPES, E. A.; PINTO, M. M.; LAM, M.; LOPES, M. I. M. S. Vegetação da Ilha Comprida: aspectos fisionômicos e florísticos. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., Campos do Jordão, 1992. **Anais...** Publicado na Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v. 4, parte 2, p. 386-391, 1992.

<sup>10</sup> ARAUJO, D. S. D.; HENRIQUES, R. P. B. Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro. In: LACERDA, L. D.; ARAÚJO, D. S. D. CERQUEIRA, R. TURQ, B. (orgs.). **Restingas: Origem, Estrutura e Processos**. Niterói: CEUFF, 1984. p. 159-194.

<sup>11</sup> HENRIQUES, R. P. B.; ARAÚJO, D. S. D. de; HAY, J. D. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Caparepebus, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica**, 9, p. 173-189, 1986.

<sup>12</sup> RIZZINI, C. T. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica (florística-sociologia) do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, n. 1, p. 3-53, 1963.

<sup>13</sup> EITEN, G. **Classificação da Vegetação do Brasil**. Brasília. CNPq./Coordenação editorial. 1983. 305 p.

*langsdorffii* (Benth.) Barneby & J.W. Grimes (Mimosaceae) e *Ocotea pulchella*, entre outras (RODERJAN *et al.*, 2002).

### 3.3.6.2 Formação pioneira com influência fluviomarinha

Esta formação desenvolve-se no litoral, nas desembocaduras dos rios e orlas de baías. Nestes ambientes, os solos são lodosos, possuem elevado teor salino e baixa oxigenação o que exige uma flora altamente especializada (LEITE, 1994). Segundo Curcio (2002), os solos que compõem esses ambientes não adquirem estabilidade estrutural devido ao incessante fluxo e refluxo das marés, permanecendo com consistência semifluídica, o que lhes confere extrema fragilidade ambiental.

Constitui-se em um ecossistema de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés. É constituído de espécies vegetais lenhosas típicas (angiospermas), além de micro e macroalgas (criptógamos), adaptadas à flutuação de salinidade e caracterizadas por colonizarem sedimentos predominantemente lodosos, com baixos teores de oxigênio (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

De acordo com Ferretti *et al.* (2006), as formações pioneiras com influência fluviomarinha são subdividida em duas fitofisionomias: os campos salinos e os manguezais. Os campos salinos correspondem à vegetação encontrada na orla das baías e margens dos rios, de porte herbáceo-arbustivo, caracterizado pela cobertura quase contínua de gramíneas que atingem aproximadamente 1 metro de altura.

Nas formações arbóreas, ou manguezal propriamente dito, dominam três espécies no Paraná: *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae), *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. (Combretaceae) e *Avicennia schaueriana* Stapf & Lehm. ex Moldenke (Verbenaceae). As três espécies típicas do manguezal paranaense não ocorrem necessariamente juntas ou mesmo apresentam uma ordenação padrão. Nas faixas de transição entre o manguezal e os sistemas de terra firme, ou em manguezais alterados, podem ocorrer outras espécies vegetais, tais como o algodoeiro da praia (*Hybiscus* sp.) e a samambaia do mangue (*Acrostichum* sp.) (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

### 3.3.6.3 Formação pioneira com influência flúvio-lacustre

Esta formação pioneira trata-se de comunidades vegetais das planícies aluviais que refletem os efeitos das cheias dos rios nas épocas chuvosas, ou, então, das depressões permanentemente alagadas e constituem, segundo Kozera (2012), ambientes de alta fragilidade ambiental. Roderjan e Kuniyoshi (1988) descrevem estas comunidades como formações herbáceas ou arbóreas seletivas em depressões úmidas, que ocorrem dentro da região da Floresta Ombrófila Densa, portanto sem influência direta do oceano. Elas são definidas pelas condições locais, normalmente solos hidromórficos gleizados com inundação regular pelas águas fluviais.

De acordo com Roderjan *et al.* (2002), as formações herbáceas são representadas principalmente por espécies de Cyperaceae, Poaceae e Typhaceae (taboa, *Typha domingensis* Pers.), cosmopolita das regiões tropicais e subtropicais do sul do Brasil.

As comunidades arbóreas, que serão representadas no presente estudo, estão presentes próximas ao domínio da Floresta Ombrófila Densa, mais especificamente na planície litorânea, onde há colonização de caxetais (*Tabebuia cassinoides*), maricá (*Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze), entre outras. Apesar da limitação da vegetação devido à saturação hídrica, estudos florísticos revelam a diversidade dos caxetais, resultando em mais de 100 espécies arbóreas, distribuídas em 35 famílias (GALVÃO *et al.*, 2002).

## 3.4 A MODIFICAÇÃO DA PAISAGEM NO ESTADO DO PARANÁ

A paisagem natural do estado foi modificada em decorrência de uma série de fatores históricos que marcaram a economia e política do Paraná. De acordo com Gubert Filho (1988), em apenas um século (1890 a 1990), o Estado do Paraná reduziu sua cobertura florestal de 16.762.600 hectares (83,41% de seu território), para cerca de 872.600 hectares (5,20%).

No litoral, a primeira ação que impactou os ambientes naturais foi a mineração, realizada na maior parte dos rios da região nos séculos XVII e XVIII. As planícies dos rios com solos mais férteis proporcionaram também a implantação de

áreas agrícolas e, concomitante a essas atividades, ocorreu a intensa extração de madeira. Esse processo foi se intensificando, com o aumento da população desde o período da mineração, fazendo com que atualmente as áreas de planície próximas aos grandes rios e o início das encostas sejam as áreas mais degradadas. O solo arenoso não apto à agricultura em áreas próximas ao oceano e a encosta íngreme da Serra do Mar, que torna difícil o acesso e o manuseio da terra, foram as barreiras para a degradação no litoral do estado (FERRETTI *et al.*, 2006).

Ao ultrapassar a Serra do Mar, com a construção de acessos do planalto ao litoral, principalmente depois da construção da estrada de ferro (1885) e da estrada da Graciosa (1873), iniciou-se a exploração madeireira, culminando com a intensa atividade agropecuária e mais tarde com o reflorestamento de exóticas, passando por diferentes ciclos econômicos (FERRETTI *et al.*, 2006). Com o advento do ciclo madeireiro em 1888, a ocupação de áreas florestais foi se processando de forma acelerada, a ponto de, por volta de 1900, todo o planalto de Curitiba estar devastado (GUBERT FILHO, 2010). Ainda, durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918), a indústria do pinho progrediu extraordinariamente, a ponto de a extração da araucária tornar-se desenfreada (GUBERT FILHO, 1988).

Em relação à exploração da araucária, Maack (1963) considerava a espécie como única essência florestal brasileira em condições de ser explorada, em ritmo e volume capazes de sustentar uma estrutura estável de mercado, mas que apesar desta possibilidade, nunca tinha visto, em nenhum outro país, "tamanho devastação" como a que se cometeu nesta floresta no sul do Brasil.

Por volta de 1930, a frente cafeeira avançou desde o Estado de São Paulo sobre as férteis terras roxas até o Rio Tibagi, e posteriormente atingiu a região de Londrina, seguindo rumo oeste até a região do Arenito Caiuá, surgindo as cidades de Maringá, Paranavaí e Umuarama (GUBERT FILHO, 2010). A economia da atividade cafeeira no norte e noroeste do estado foi o principal fator para a degradação da Floresta Estacional Semidecidual.

Os campos e os cerrados foram quase totalmente transformados pela atividade agropecuária, iniciando pela sua utilização como pastagens naturais, ao que se seguiram cultivos extensivos de grãos e, mais recentemente, por povoamentos de espécies arbóreas introduzidas, notadamente dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* (RODERJAN *et al.*, 2002).

Segundo Gubert Filho (2010), o grande incêndio florestal de 1963, que durou quatro meses e consumiu perto de 1 milhão de hectares de florestas nativas, capoeiras e reflorestamentos, dizimou os últimos remanescentes florestais nativos do Segundo Planalto, restando somente 4.813.600 hectares (23,92%) de área florestal no Estado em 1965.

A fronteira agrícola do Estado do Paraná esgotou-se em meados da década de 1970, e o café passou a ser substituído por lavouras mecanizadas de soja, trigo e milho após as geadas de 1975, que destruiu completamente o parque cafeeiro regional (SERRA, 2010).

Segundo Ferretti *et al.* (2006), no ano de 1980 restavam 34.134 km<sup>2</sup> de florestas nativas incluindo capoeiras e capoeirões em uma avaliação do IBGE. Porém, em levantamento realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, restavam no ano 2000, somente 15.943 km<sup>2</sup> (7,98%) de cobertura florestal, incluindo além das florestas em bom estado de conservação as florestas secundárias (FERRETTI *et al.*, 2006). Castella e Britez (2004) complementam que, independente do estado de conservação, não existem mais áreas intocadas no estado e todos os mais conservados remanescentes são, ou florestas secundárias avançadas, ou primárias alteradas.

Além da Serra do Mar e do Parque Nacional do Iguçu, restam apenas agrupamentos florestais ao longo da Escarpa Devoniana, no alto da Serra da Esperança (Guarapuava e Inácio Martins) e na região de Bituruna, General Carneiro e Palmas, onde se misturam remanescentes nativos com reflorestamentos de pinus (GUBERT FILHO, 2010).

### 3.5 UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE PARA MAPEAMENTOS

Um dos principais usos dos produtos finais de sensores remotos para a ciência florestal tem sido para a elaboração de mapas florestais. Até meados da década de 1970, os mapas florestais eram elaborados basicamente por meio da interpretação de fotografias aéreas. Desde então, novas plataformas além do avião, novos sensores e técnicas têm sido introduzidas e como resultado, novas imagens estão disponíveis aos interessados e usuários (DISPERATI, 1981).

Ponzoni e Shimabukuro (2007) citam que o Projeto RADAMBRASIL, que operou entre 1970 e 1985, talvez tenha sido um dos marcos mais significativos na aplicação de técnicas de sensoriamento remoto, tendo como objetivo não só representar espacialmente classes fisionômicas da cobertura vegetal de todo o território nacional, como também os demais itens fundamentais de estudos sobre o meio ambiente e dos recursos naturais a partir de imagens de um radar aerotransportado.

Ainda neste período, foram tomadas iniciativas governamentais voltadas ao reconhecimento quali-quantitativo e respectivo mapeamento das florestas brasileiras, onde pode destacar-se o Inventário Florestal do Pinheiro no Sul do Brasil em 1978 e Inventário Florestal Nacional das Florestas Nativas – Paraná e Santa Catarina em 1984.

Dentre os mapeamentos mais atuais destaca-se o atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, que teve sua primeira versão elaborada a partir de imagens TM/Landsat 5 de 1985, disponibilizadas na escala 1:500.000 em formato analógico e em forma de composições coloridas que conferiam às formações vegetais diferentes tonalidades de verde, estas interpretadas visualmente. Os resultados desse mapeamento serviram de base para o estabelecimento da Lei 750/93, que definiu a extensão territorial do bioma Mata Atlântica, fundamentando-se na classificação fisionômica da vegetação definida em 1988 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2009).

A partir de meados da década de 90 as pesquisas com sensoriamento remoto da vegetação, que até então exploravam abordagens fundamentalmente de cunho qualitativo, passaram a explorar outras com ênfase mais quantitativa. Neste período as técnicas de processamento de imagens, que se limitavam às classificações automáticas, passaram a explorar maior diversidade conceitual, dando origem aos modelos lineares de mistura, as normalizações radiométricas, aos modelos de correção atmosférica, aos campos contínuos de vegetação, entre outros (PONZONI; SHIMABUKURO, 2007).

Tais avanços tecnológicos na área da informação e sensoriamento remoto contribuíram para a atualização, precisão e detalhamento do mapeamento dos remanescentes florestais da Mata Atlântica. Atualmente, o Atlas dos Remanescentes

Florestais da Mata Atlântica é lançado a cada dois anos, resultante do convênio entre a Fundação SOS Mata Atlântica e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), sendo a última publicação referente ao ano de 2008 a 2010 (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2011).

### 3.6 GEOPROCESSAMENTO

O termo Geoprocessamento refere-se a uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas. Essa tecnologia apresenta um enorme potencial para tomadas de decisões sobre problemas urbanos e ambientais (ASSAD; SANO, 1998).

Segundo Rocha (2000), Geoprocessamento é uma tecnologia transdisciplinar, que, por meio da axiomática da localização e do processamento de dados geográficos, integra várias disciplinas, equipamentos, programas, processos, entidades, dados, metodologias e pessoas para coleta, tratamento, análise e apresentação de informações associadas a mapas digitais georreferenciados.

Couto (2012), descreve que esta transdisciplinaridade engloba Sistema de Posicionamento Global (GPS); Sensoriamento Remoto; Processamento Digital de Imagens (PDI); Cartografia Digital; Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD); Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Em suma, pode-se dizer que o objetivo principal do Geoprocessamento é fornecer ferramentas computacionais para que os diferentes analistas determinem as evoluções espacial e temporal de um fenômeno e as inter-relações entre diferentes fenômenos (ASSAD; SANO, 1998).

#### 3.6.1 Sensoriamento Remoto

O termo sensoriamento remoto foi introduzido por Evelyn L. Pruitt e colaboradores no início dos anos 60 e é uma das mais bem sucedidas tecnologias de coleta automática de dados para o levantamento e monitoração dos recursos terrestres em escala global (MENESES, 2012).

A definição clássica de sensoriamento remoto define a ciência como uma técnica de obtenção de imagens dos objetos da superfície terrestre sem que haja um contato físico de qualquer espécie entre o sensor e o objeto.

Segundo Barret e Curtis (1992), o Sensoriamento Remoto pode ser definido como a tecnologia de observação à distância contrastando com o sensoriamento *in situ*, onde os alvos são medidos e observados no local onde ocorrem. Ponzoni e Shimabukuro (2007) complementam, definindo que esta tecnologia baseia-se em um processo de interação entre a radiação eletromagnética e os diferentes objetos (alvos) que se deseja estudar. Em outras palavras, o Sensoriamento Remoto é a tecnologia que estuda os métodos de análise e obtenção de informações qualitativas de objetos baseado no comportamento espectral dos mesmos.

As aplicações do sensoriamento remoto têm-se difundido em inúmeras áreas da ciência devido, principalmente, à disponibilidade de dados de sensores remotos e equipamentos adequados para o processamento das informações, aliados a necessidade da compreensão do funcionamento dos elementos físicos formadores da superfície do planeta (EPIPHANIO, 1996).

#### 3.6.1.1 Imagens digitais

Para Schowengerdt (1983), a imagem em sensoriamento remoto é um arranjo bidimensional de números, cada um representando o brilho da área de um pequeno elemento na imagem.

O autor ainda define “imagens digitais” como sendo um conjunto de figuras elementares denominadas “*pixel*”, onde cada *pixel* é associado a uma quantidade de *bits* que representa a radiância média (brilho) de uma pequena área dentro da cena. A imagem é deste modo uma representação da radiância do terreno, e são chamadas multiespectrais porque a mesma cena é registrada simultaneamente por diferentes sensores que captam diferentes intervalos de comprimento de onda do espectro eletromagnético. Esta representação numérica de imagens permite a aplicação de um grande sortimento de processamentos computacionais e técnicas de análises de dados. Os resultados destes processamentos são novos arranjos de números, que proporcionam a visualização e análise do comportamento espectral de diferentes alvos.

### 3.6.1.2 Satélite Landsat TM-5

O Sistema Landsat TM-5 foi lançado em 1984, após o Landsat 4 MSS (Multispectral Scanner System), substituindo o RBV (Return Beam Vidicon) por um novo instrumento denominado TM (Thematic Mapper). Este sistema possui uma resolução espacial de 30 metros, que permite uma melhor análise visual e capta 7 diferentes intervalos de comprimentos de onda (bandas), possibilitando a extração de informações mais refinadas (BARRET; CURTIS, 1992; RICHARDS, 1993).

Na tabela 1 pode ser observado os diferentes intervalos de comprimento de onda (bandas) do sensor TM e suas aplicações no mapeamento da vegetação (NASA, 1988; LIGHT, 1990).

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA TM E SUAS APLICAÇÕES NO MAPEAMENTO DE VEGETAÇÃO

BANDA	COMPRIMENTO DE ONDA µm	APLICAÇÕES
1	0,45-0,52 Azul	Apresenta grande penetração em corpos de água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos. Sofre absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (carotenóides).
2	0,52-0,60 Verde	Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Boa penetração em corpos de água. Diferenciação da vegetação sadia.
3	0,63-0,69 Vermelho	A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta).
4	0,76-0,90 Infravermelho Próximo	A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Serve para separar e mapear áreas ocupadas com pinus e eucalipto. Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas.
5	1,55-1,75 Infravermelho Curto	Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico.
6	10,4-11,7 – Termal	Apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água.
7	2,08-2,35 Infravermelho Curto	Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Esta banda serve para identificar minerais com íons hidroxilas. Potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal.

FONTE: ENGESAT (2012)

Cada Pixel das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 possui 900 m<sup>2</sup> e cada cena recobre uma área de aproximadamente 31.450 km<sup>2</sup> com uma periodicidade de 16 dias (NASA, 1988; EOSAT, 1990).

Mesmo com o satélite Landsat 5 TM funcionando perfeitamente, em outubro de 1996 foi lançado o Landsat 6, também com sensor TM, mas que devido a falhas no lançamento, foi perdido no espaço.

Em 15 de abril de 1999 foi lançado um novo satélite da família Landsat, o Landsat 7, levando um novo sistema de sensores chamado ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*), que além das bandas TM possuía ainda uma imagem pancromática com resolução de 15 metros, porém no ano de 2003 passou a apresentar problemas no equipamento eletro-mecânico chamado SLC (*Scan Line Correction*), que é responsável pela correção das linhas escaneadas (RAMOS, 2009).

Em decorrência dos fatos, as imagens provenientes do satélite Landsat 5, que foram utilizadas até o final de 2005, voltaram a ser utilizadas e constituem um dos mais bem sucedidos sensores de observação de recursos naturais já desenvolvidos até o momento. (PONZONI; SHIMABUKURO, 2007)

Para a área ambiental, Hernandez Filho e Saraiva (1986), complementam que as imagens do satélite Landsat, devido a visão sinóptica, multiespectral da superfície terrestre, aliada a sua repetitividade, constituem ferramentas extremamente úteis na detecção, localização, avaliação e monitoramento de alterações motivadas por ações antrópicas ou agentes naturais na cobertura vegetal.

### 3.6.1.3 Processamento digital de imagens (PDI)

O processamento digital de imagens envolve o desenvolvimento e uso de equipamentos, técnicas e algoritmos com a finalidade de melhorar ou modificar o aspecto visual das imagens ou de interpretar o conteúdo das mesmas (GONZALEZ; WOODS, 2000). No sensoriamento remoto a identificação e distribuição dos objetos ou materiais são feitas pelas suas diversas características espectrais expressas nas várias bandas de um sensor (LILLESAND; KIEFER, 1994).

As etapas de processamento de imagens são muitas, mas nem sempre nas aplicações todas essas etapas são necessárias. Alguns autores clássicos de

sensoriamento remoto, como Lillesand e Kiefer (1994) definem os estágios de processamento de imagens de forma simplificada, conforme apresentado na figura 9.

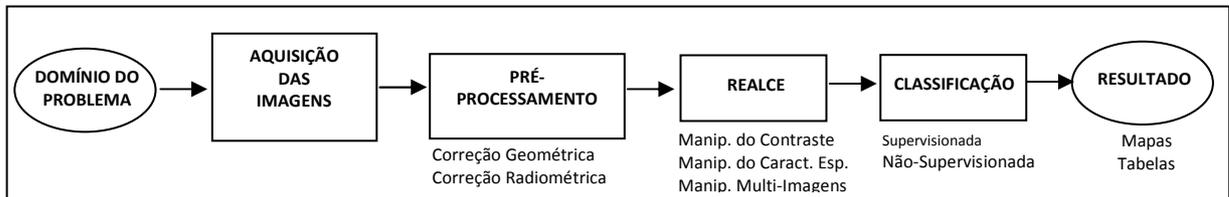


FIGURA 9 – ESTÁGIOS DO PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS SIMPLIFICADO

### 3.6.1.3.1 Pré-processamento

As operações de pré-processamento são frequentemente chamadas de procedimentos de retificação e restauração de imagens, pois normalmente precedem a manipulação e análise dos dados da imagem para extrair informações específicas. Estas técnicas têm como objetivo corrigir distorções ou degradações da imagem que foram originadas no processo de aquisição da imagem, de forma a gerar uma representação mais fidedigna da cena original (NOGUCHI, 2004).

Richards (1999) destaca que as duas principais distorções contidas em imagens geradas por sensores orbitais ou aerotransportados ocorrem na medida do valor do brilho do pixel (distorções radiométricas) e na geometria (distorções geométricas) da imagem.

#### 3.6.1.3.1.1 Correção radiométrica

A correção radiométrica é um termo genérico que designa as técnicas que alteram os níveis de cinza originais de forma a corrigir distorções de valores (CHUVIECO, 1990). Dentro deste conceito são englobadas as distorções provocadas pelas condições atmosféricas, variações na zona de iluminação ou geometria da visão, bem como erros radiométricos ocorridos devido a defeitos no funcionamento do sensor (LILLESAND; KIEFER, 1994).

### 3.6.1.3.1.2 Correção geométrica

Segundo Crosta (1993), imagens geradas por sensores remotos possuem distorções quanto ao posicionamento de objetos. Dentre as distorções destacam-se: a rotação da terra, variações em altitude, velocidade e atitude do sensor, curvatura da terra e o ângulo de rastreamento (BERSTEIN; FERNEYHOUGH, 1975; BERSTEIN, 1983; JENSEN, 1986; RICHARDS, 1993).

Para realizar a correção destas distorções é necessário submeter a imagem ao processo da correção geométrica, que consiste em reposicionar os pixels à um Sistema de Coordenadas por meio de pontos de controle retirados em campo com uso de um GPS ou interpolados a partir de uma carta planimétrica. Estes pontos de controle devem ser escolhidos de forma a serem facilmente visualizados na imagem, geralmente intersecções de estradas, rios, pontes, vértices de construções (PYE *et al.*, 1994).

Após esta correção é possível atribuir à imagem, um Sistema de Coordenadas, escala e correlacioná-la com outros dados espaciais que estejam dentro do mesmo Sistema de Coordenadas (SCHOWENGERDT, 1983; CROSTA, 1993).

### 3.6.1.3.2 Classificação supervisionada

O objetivo da classificação de imagens em sensoriamento remoto é identificar as feições na imagem, isto é, traduzir os diversos padrões de energia eletromagnética refletida em classes de cobertura terrestre (LILLESAND; KIEFER, 1994). Estas classes temáticas de cobertura terrestre podem incluir: tipos de floresta (florestas perenes e decíduas), tipos de uso de terra agrícolas (gramados e plantações), tipos de cobertura de solo urbano (áreas residenciais e parques industriais) e, mais genericamente, classes de coberturas terrestres, tais como água, solo exposto, etc.

A base conceitual para classificação de imagem é que classes de cobertura terrestre diferentes têm propriedades de reflectância diferentes. Porém, o pixel, retorna o valor médio da reflectância dos vários elementos existentes na sua área de abrangência, o que resulta em valores de reflectância semelhantes para áreas de

cobertura diferentes, dificultando a separação matemática das mesmas. A maioria dos métodos de classificação avalia a semelhança de padrões espectrais utilizando o comportamento numérico dos pixels no espaço espectral (NOGUCHI, 2004).

Os métodos de classificação de imagens podem apresentar diferentes níveis de precisão, dependendo, dentre outros fatores, da abordagem utilizada pelo método e da especificação dos seus parâmetros (QUEIROZ *et al.*, 2004). A resolução espacial da imagem orbital é também um fator que influencia a acurácia da classificação, pois interfere tanto na definição da área mínima a ser mapeada de um determinado tema, quanto na sua identificação (PONZONI *et al.*, 2001).

Várias técnicas para extração de informação de dados de sensoriamento remoto têm surgido nas duas últimas décadas. A técnica mais popular é o método da máxima verossimilhança por ser um classificador paramétrico, baseado no teorema de Bayes, que avalia a probabilidade condicional de cada classe supondo que os atributos sejam incondicionalmente independentes, dado o rótulo da classe a priori (MELGANI *et al.*, 2000).

Watrin (1994) define o método da máxima verossimilhança (Maxver) como sendo um algoritmo estatístico que consiste em classificar a imagem ponto a ponto, usando o critério da máxima verossimilhança a partir das amostras de treinamento fornecidas pelo analista, baseando-se em associar o padrão à classe para a qual ele tenha a maior probabilidade de pertencer, considerando-se as suas características e atributos.

A avaliação dos resultados de uma classificação pode ser verificada por meio de uma matriz de frequência dos pixels classificados em cada classe. Esta é chamada “matriz de confusão”, onde a frequência observada na diagonal apresenta a concordância entre o esperado e o observado em cada classe, ou seja, aqueles *pixels* classificados corretamente (ROSENFELD; FITZPATRICK-LINZ, 1986).

A confiabilidade de uma classificação é baseada em dois valores, a acurácia e o Índice Kappa.

A acurácia é calculada com base na diagonal principal da matriz de erro, ou seja, é o percentual de pixels classificados corretamente em relação ao total de pixels.

O índice Kappa é um coeficiente de concordância em escalas nominais, que mede o relacionamento entre a concordância, a casualidade e a discordância

esperada (COHEN, 1960). A estimativa de Kappa é a proporção de concordância, depois que a concordância atribuída à casualidade é retirada. O índice Kappa leva em consideração todos os elementos da matriz ao invés de apenas aqueles que se situam na diagonal principal da mesma, ou seja, estima a soma da coluna e linhas marginais. Segundo Cohen, o coeficiente mede o grau de concordâncias em escalas nominais, assumindo que: as unidades são independentes; as classes ou categorias da escala nominal são independentes e mutuamente exclusivas; o classificador e os pontos de referência operam de forma independente.

### 3.6.2 Sistema de Informações Geográficas (SIG)

O gerenciamento de informações espaciais se fez necessário quando a partir do desenvolvimento da ciência cartográfica, passaram a ser criados os primeiros mapas de precisão. A partir deste momento os SIG's começaram a ser pesquisados paralelamente, e de forma independente, em diversos países como EUA, Canadá e Inglaterra. Desde a década de 60, a tecnologia de SIG tem sido utilizada em diferentes setores como agricultura, exploração de petróleo, controle de recursos naturais, sócio-econômicos e controle do uso da terra (ANTENUCCI, 1991).

Dentre as inúmeras definições publicadas no meio científico, o Centro Nacional de Informação e Análise Geográfica Norte-americano (GOODCHILD; KEMP, 1990) define um Sistema de Informações Geográficas como sendo "um sistema de hardware, software e procedimentos projetados para suportar captura, gerenciamento, manipulação, análise, modelagem e consulta de dados referenciados espacialmente, para solução de problemas de planejamento e gerenciamento".

Burrough (1986) ainda complementa que os SIG's são muito mais que uma simples maneira de codificar, armazenar e gerenciar dados sobre aspectos espaciais podendo ser utilizados em estudos relativos ao meio ambiente e recursos naturais, na pesquisa da previsão de determinados fenômenos ou no apoio a decisões de planejamento, considerando a concepção de que os dados armazenados representam um modelo da realidade.

A multidisciplinaridade de análises ecológicas e a plasticidade do SIG comungam em suas buscas, não por terem mesmos objetivos, mas por sua

compatibilidade. A Ecologia é a ciência das interações, constituída de inúmeras outras ciências que nem sempre interagem na prática. O SIG, segundo Rocha (2000), constitui uma tecnologia com características transdisciplinares, ou seja, unificadora do conhecimento, que agrupa e ordena dados a partir do ponto em comum, sua localização geográfica.

### 3.7 UNIDADES FITOAMBIENTAIS DO ESTADO DO PARANÁ (UFA's)

As Unidades Fitoambientais são frutos de um estudo conjunto entre o Governo do Estado do Paraná, o Instituto Ambiental do Paraná, a EMBRAPA Florestas e a Universidade Federal do Paraná, onde se buscou criar uma ferramenta que auxiliasse nas políticas públicas relacionadas à permissão de corte de remanescentes florestais, bem como sua recomposição, servindo como um parâmetro complementar à aplicação da Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006) no que se refere à supressão de vegetação secundária no Estado do Paraná.

O trabalho foi desenvolvido em 2007 e resultou, em um primeiro momento, na redação da Resolução nº 10 de 2008 da Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Paraná.

A equipe técnica que atua neste projeto é:

- **Coordenação e Concepção** - Franklin Galvão, Gustavo Ribas Curcio.
- **Consultor de Geoprocessamento** - Pyramon Accioly, M.Sc. (UFPR).
- **Universidade Federal do Paraná (UFPR)** - Antonio Carlos Nogueira, Dr., Carina Kozera, M.Sc., Carlos Vellozo Roderjan, Dr., Franklin Galvão, Dr., Omar Ferreira Lopes, Dr., Pyramon Accioly, M.Sc., Yoshiko Saito Kuniyoshi, Dr.
- **Embrapa Florestas** - Gustavo Ribas Curcio, Dr., Marcos Fernando Glück Rachwal, M.Sc., Renato Antonio Dedecek, Dr.
- **Instituto Ambiental do Paraná (IAP)** - Junia Heloisa Woelh, Maria do Rocio Lacerda Rocha, M.Sc., Mariese Cargin Muchailh, Dr.

De acordo com a Resolução da SEMA n. 20 de 2008 (PARANÁ, 2008), Unidades Fitoambientais são compartimentos de paisagens minimamente homogêneos definidos com base em critérios fisiográficos, geológicos, hidrográficos,

altimétricos e vegetacionais, sendo uma condição básica para licenciamento ou autorização da supressão de vegetação nativa. Neste caso, a Unidade Fitoambiental no qual o imóvel rural está inserido deve possuir, no mínimo, mais de 20 % de vegetação nativa, em qualquer estágio de regeneração, desconsiderando as unidades de conservação estaduais e federais estabelecidas.

Segundo Galvão e Augustin (2011), o alcance deste método (UFA) pode ser bem maior. O processo de análise diferenciada para a determinação de corte serve também como indicação de reconstituição da cobertura vegetal original do estado, evidencia fragilidades e potencialidades ambientais, proporciona aos técnicos entendimento da lógica das funções ambientais e pode ser usado como apoio a políticas públicas, além de criar condições para definir, com base na vulnerabilidade ambiental, as zonas prioritárias para os corredores ecológicos.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Estado do Paraná está localizado na Região Sul do Brasil tendo como coordenadas centrais, 467.975 a Leste e 7.277.315 a Norte seguindo o Sistema de Coordenadas UTM, Fuso 22, *Datum* SAD69, conforme figura 10.



FIGURA 10 – CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DO ESTADO DO PARANÁ

Com uma área de aproximadamente 20.033.295 ha, o Estado é cortado pelo Trópico de Capricórnio, que estabelece o limite meridional das culturas agrícolas tropicais. Em suas fronteiras, localiza-se o estado de São Paulo (Norte e Nordeste), Mato Grosso do Sul (Noroeste) e Santa Catarina (Sul), e ainda Argentina (Sudoeste) e Paraguai (Oeste).

O Paraná está submetido predominantemente ao clima superúmido, mesotérmico, sem período seco, sendo a região norte gradativamente mais influenciada pelo clima continental quente, com período seco. De acordo com o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR, 2012), foram identificados dois tipos

climáticos no estado, de acordo com a classificação de Köppen: Cfa (clima subtropical – litoral e região norte e nordeste, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18 °C e temperatura média no mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida) e Cfb (clima temperado – região central e sul, com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18 °C, com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22 °C e sem estação seca definida). Porém, o Mapa de Clima do Brasil (IBGE, 2002) indica a existência de quatro climas principais, podendo ser identificados até seis tipos distintos.

## 4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com o objetivo geral de desenvolver um Sistema de Informações Geográficas que inter-relacione os remanescentes florestais existentes no Estado com os componentes ambientais que os abrigam, dividiu-se a metodologia em duas fases distintas, a primeira voltada ao mapeamento dos remanescentes e a segunda, voltada à composição dos fatores ambientais envolvidos, para enfim obter-se o banco de dados espacial.

A fase do mapeamento pode ser resumida na aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, que juntas proporcionaram a obtenção dos dados espaciais brutos da cobertura vegetal arbórea, seguida de uma exaustiva conferência e respectiva correção visual dos dados que vieram a lapidar os resultados.

Já a elaboração das unidades fitoambientais foi baseada em uma série de cruzamentos e padronizações de mapas temáticos já existentes, a fim de se obter a base temática ambiental deste estudo.

O diagrama de fluxo resumido do procedimento adotado pode ser visualizado na figura 11.

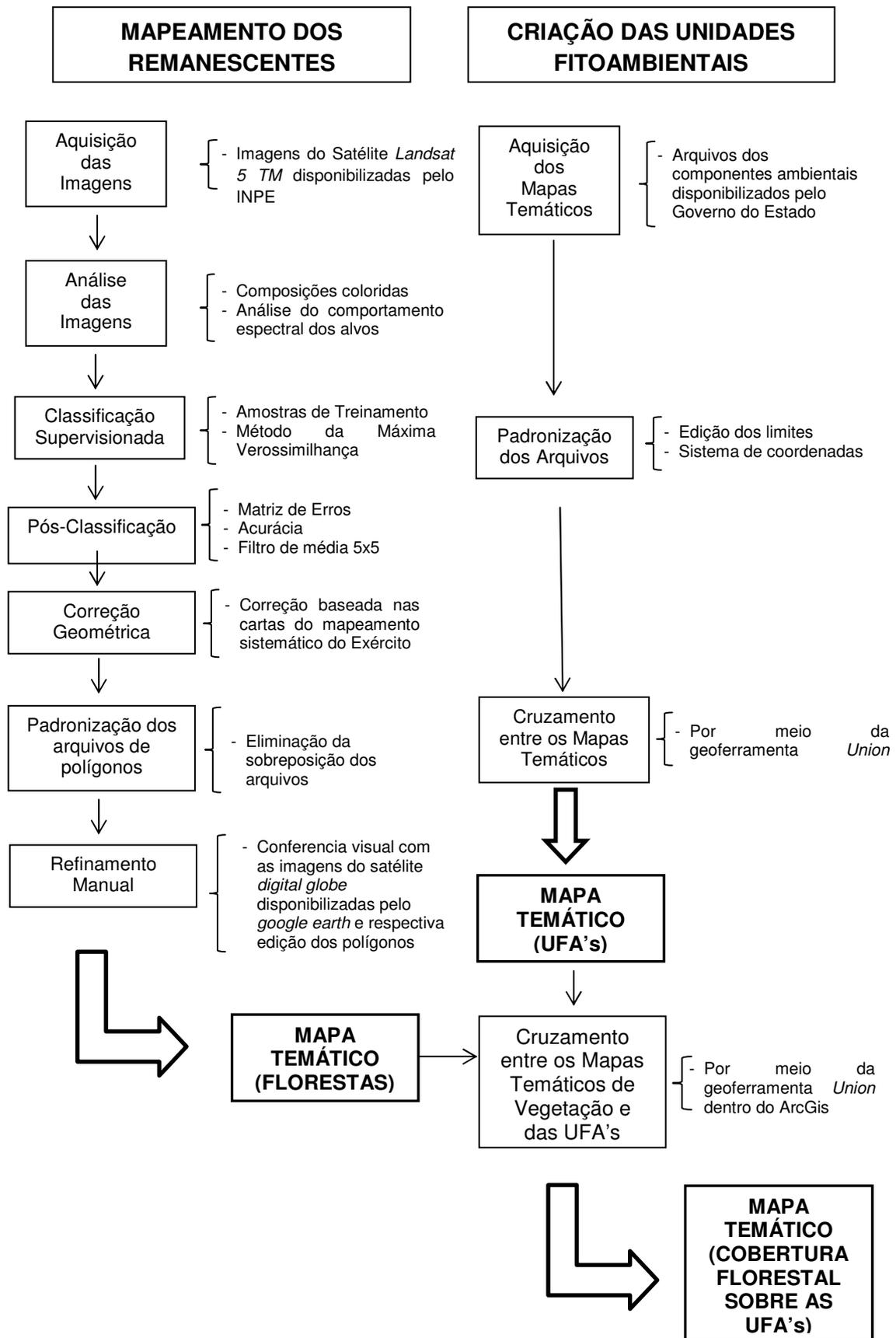


FIGURA 11 – DIAGRAMA DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 4.3 MAPEAMENTO DOS REMANESCENTES ARBÓREOS DO ESTADO DO PARANÁ

Com o objetivo de se obter os dados espaciais da cobertura vegetal arbórea do Estado, bem como abastecer o Sistema de Informações Geográficas, também objetivo deste trabalho, foram mapeados todos os remanescentes arbóreos do estado, por meio de técnicas de geoprocessamento descritas a seguir.

#### 4.3.1 Aquisição das Imagens

Devido ao histórico de obtenção de bons resultados em estudos voltados ao mapeamento de vegetação foram utilizadas imagens do satélite Landsat 5 TM. As imagens foram obtidas através do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), no qual são disponibilizadas, gratuitamente, cenas de diferentes sensores remotos em diferentes datas. Foram selecionadas as imagens mais recentes e que possuíssem um baixo percentual de cobertura de nuvens, conforme pode ser visualizado na tabela 2.

TABELA 2 – DATA E PERCENTUAL DE COBERTURA DE NUVENS DAS CENAS UTILIZADAS DO SATÉLITE LANDSAT 5

<b>CENA</b>	<b>DATA</b>	<b>Cobertura de Nuvens</b>
<b>220/077</b>	19/11/2010	<5%
<b>220/078</b>	19/11/2010	<5%
<b>221/076</b>	26/09/2011	<5%
<b>221/077</b>	06/06/2011	<5%
<b>221/078</b>	28/10/2011	<5%
<b>222/076</b>	16/08/2011	<5%
<b>222/077</b>	01/09/2011	<5%
<b>222/078</b>	01/10/2011	<5%
<b>223/076</b>	19/05/2011	<5%
<b>223/077</b>	19/05/2011	<5%
<b>223/078</b>	07/08/2011	<5%
<b>224/076</b>	15/09/2011	<5%
<b>224/077</b>	02/11/2011	<5%
<b>224/078</b>	11/06/2011	<5%

Analisando as informações da tabela 2 pode-se visualizar que a maioria das imagens são do ano de 2011, podendo-se constatar que o resultado do mapeamento pode ser datado para Setembro de 2011. Cada uma das cenas (FIGURA 12) foi processada separadamente no intuito de aumentar a velocidade de processamento.

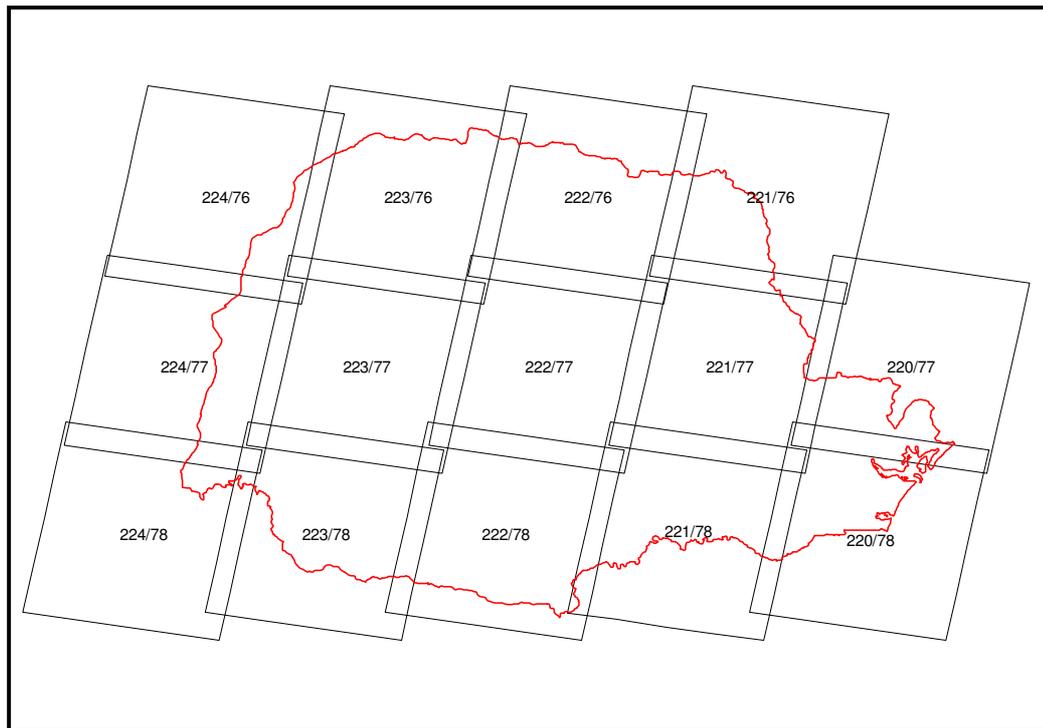


FIGURA 12 – CENAS DO SATÉLITE LANDSAT-5 QUE RECOBREM O ESTADO DO PARANÁ

As imagens foram primeiramente analisadas para se identificar o comportamento espectral das áreas recobertas por vegetação arbórea. As bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 de cada cena, foram inseridas no software ENVI 4.7 onde foram convertidas em um único arquivo (para cada imagem) no formato padrão do programa (*Envi Standard*).

Como auxílio para diferenciação das florestas nativas arbóreas dos outros elementos de cada imagem, foram utilizadas composições coloridas 4-5-7 (RGB), que por serem compostas por imagens infravermelhas, realçam as diferenças na vegetação (FIGURA 13).

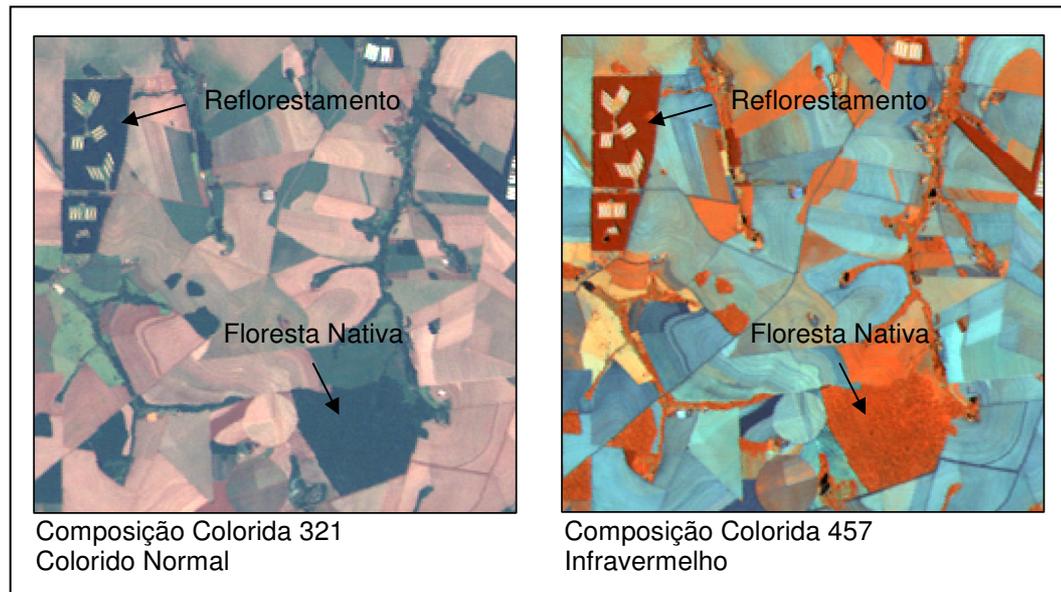


FIGURA 13 – COMPARAÇÃO ENTRE AS COMPOSIÇÕES COLORIDO NORMAL E INFRAVERMELHO  
 FONTE: O AUTOR (2013)

#### 4.3.2 Classificação das imagens

A criação das amostras de treinamento foi baseada no brilho dos pixels da composição colorida, bem como auxiliada pelas imagens DigitalGlobe, de alta resolução, disponibilizadas pelo *Google Earth* e tiveram como objetivo distinguir apenas duas classes, Floresta e Não-Floresta, onde a classe Floresta compreende as áreas formadas por comunidades vegetais nativas arbóreas e a classe Não-Floresta compreende todas as outras tipologias, tais como agricultura, água, reflorestamento, áreas urbanas, várzeas e florestas em estágio inicial de regeneração, bem como os bracatingais voltados à produção de energia.

Com o objetivo de serem obtidas amostras de treinamento representativas, foram adotadas quatro premissas citadas por Novo (1992), Lauer (1994); Fuller *et al.* (1994) e Erdas (1994):

- a) Número suficientemente grande de pixels (>100) para permitir a estimativa das características espectrais dos alvos a serem mapeados;
- b) Conjuntos de pixels de tonalidades homogêneas dentro de cada amostra;
- c) Avaliação do histograma de cada amostra buscando a distribuição mais próxima da curva normal;
- d) Interpretação visual da imagem.

Após serem criados os conjuntos de amostras de treinamento para cada cena, as imagens foram submetidas aos processamentos da Classificação Supervisionada pelo método da Máxima Verossimilhança (MAXVER), devido este ser o mais tradicional e ter apresentado excelentes resultados para os trabalhos de Pereira *et al.* (2011), Cavassim Junior e Centeno (2003) e Silva Junior e Bacani (2011).

#### 4.3.3. Acurácia da Classificação

Esta etapa visou verificar a qualidade, bem como a confiabilidade dos resultados gerados pelas classificações. Para tal, a primeira premissa, condicionante para seguir às próximas etapas, foi de que houvesse compatibilidade visual entre as imagens e suas respectivas classificações.

As imagens classificadas que passavam pela etapa de verificação visual, eram então submetidas à análise estatística das amostras de treinamento por meio da “matriz de confusão”. A matriz de confusão cruza os valores dos tons de cinza dos pixels de cada amostra de treinamento, verificando se há tons de pixels coincidentes em mais de uma amostra. Este resultado é visualizado em uma tabela onde os valores fora da diagonal da matriz demonstram os pixels que ocorrem em mais de uma classe.

Com base nos pixels ocorrentes dentro e fora de sua classe, a matriz de confusão gera um percentual de acerto (acurácia), onde o valor mínimo exigido para o trabalho foi de 95%.

#### 4.3.4 Aplicação de Filtro

Em decorrência da extensa área registrada em cada imagem, aliada a uma paisagem altamente fragmentada, foram identificados inúmeros pixels isolados como Floresta. No intuito de eliminar estes *pixels*, que isoladamente não configuravam uma comunidade vegetal arbórea, foi aplicado um filtro de média 5 x 5, que por teoria, a cada conjunto de 5 x 5 pixels, classifica o pixel central como a classe de maior ocorrência nos pixels adjacentes.

Após a aplicação do filtro cada imagem foi exportada no formato *Raster* (imagem) para poder ser identificada dentro do Sistema de Informações Geográficas.

#### 4.3.5 Sistema de Informações Geográficas

Cada imagem classificada, exportada do software de processamento de imagens (ENVI 4.7), foi inserida no Sistema de Informações Geográficas ArcGis 9.3 e foi automaticamente interpretada pelo sistema como uma Matriz numérica, onde cada “cor” representava uma diferente classe resultante do processamento classificatório.

Visto que Sistemas de Informações Geográficas manipulam e gerenciam dados vetoriais com maior velocidade que dados matriciais, as imagens em formato *raster* foram convertidas para polígonos vetoriais em formato *shape*, permitindo que estes arquivos pudessem ser inter-relacionados com outros dados espaciais.

#### 4.3.6 Correção Geométrica

Seguindo a recomendação de D'Alge (1987), de que qualquer imagem que venha a ser utilizada em mapeamentos temáticos deve ter sua geometria corrigida e no intuito de não alterar os histogramas das imagens no processamento da classificação, a correção geométrica foi realizada após a etapa da classificação supervisionada. Para tal, utilizou-se as cartas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e da Diretoria do Serviço Geográfico do Ministério do Exército, em escalas 1:50.000 e 1:100.000, disponibilizadas no endereço eletrônico do Instituto de Terras, Cartografia e Geociências do Estado do Paraná. As cartas em formato analógico foram escanerizadas, formando uma base cartográfica, de onde foram extraídas as coordenadas dos pontos de controle para correção de cada uma das imagens. Segundo Montgomery e Schuch (1993), esta metodologia possui um erro posicional médio de 25,4 metros, o que no presente trabalho representa aproximadamente o tamanho de um pixel da imagem.

Estes mesmos pontos de controle foram aplicados aos arquivos de polígonos resultantes da classificação de cada uma das imagens para que todos os

arquivos, além de corrigidos, estivessem dentro do mesmo sistema de coordenadas e com o mesmo *datum*. Devido ao fato do Estado do Paraná contemplar mais de um fuso no Sistema de Coordenadas UTM, todos os arquivos foram convertidos para o Sistema de Coordenadas Geográficas no *datum* SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas), instituído como o principal sistema de referência geodésico brasileiro desde 2005.

#### 4.3.7 Padronização dos arquivos vetoriais

O imageamento do satélite Landsat 5 TM resulta em cenas com uma sobreposição de 10%, o que conseqüentemente gerou uma sobreposição dos arquivos vetoriais de polígonos. Objetivando eliminar esta sobreposição, foi traçada uma linha de corte no centro da área coincidente entre as imagens e os polígonos que ultrapassavam essa linha foram automaticamente excluídos.

#### 4.3.8 Conferência e Refinamento Manual do Mapeamento

Com o Sistema de Informações Geográficas abastecido das imagens georreferenciadas e dos polígonos representantes dos remanescentes florestais, foi possível verificar que muitas áreas ocupadas por reflorestamentos de Pinus, Eucalipto e Bracatinga, haviam sido classificadas erroneamente como florestas nativas, bem como muitas áreas cobertas por florestas nativas não haviam sido contempladas pelo processo da classificação.

Ainda referente a análise dos produtos das classificações, muitas áreas nativas com a presença de *Araucaria angustifolia* não foram contempladas dentro da classe floresta, devido o valor generalizado de alguns pixels, produto da reflectância do conjunto de espécies desta tipologia, assemelhar-se muito ao de áreas reflorestadas com coníferas. Desta forma, foi dado início a conferência visual e refinamento manual do mapeamento, que além de se apresentar como a fase que exigiu a maior demanda de tempo, foi a que consolidou e lapidou os resultados de maior importância deste trabalho.

Para realizar este refinamento de forma metódica, foi criada uma quadrícula ortogonal (norte-sul) composta por 960 quadrados de 15 x 15 km (FIGURA 14). Este arquivo foi exportado para o programa *Google Earth* (software gratuito que disponibiliza imagens georreferenciadas de alta resolução espacial da empresa DigitalGlobe), para que se estabelecesse uma referência espacial de conferência e se tivesse a certeza de que todos os polígonos fossem verificados.

Estabelecida esta referência espacial, os dois programas foram então ligados simultaneamente na tela do computador (ArcGis para edição e as imagens *DigitalGlobe* disponibilizadas pelo *software* GoogleEarth, na escala 1:30.000, como verdade de campo) e cada um dos polígonos, em não conformidade, tiveram seus limites corrigidos, bem como foram criados novos polígonos para os remanescentes não mapeados e ainda foram excluídos aqueles polígonos que não representavam comunidades arbóreas.

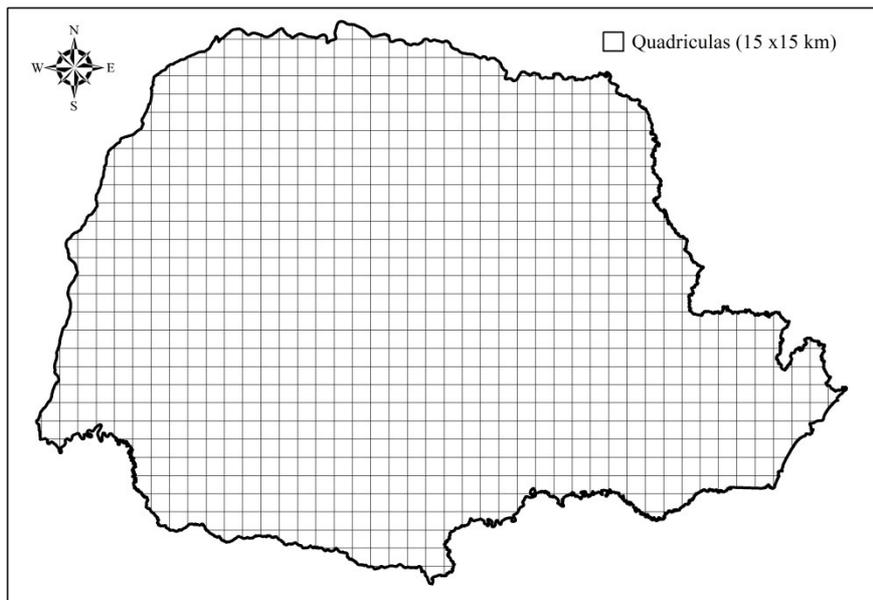


FIGURA 14 – LOCALIZAÇÃO DAS QUADRÍCULAS UTILIZADAS PARA CONFERÊNCIA DO MAPEAMENTO

#### 4.4 DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES FITOAMBIENTAIS

Foram utilizados cinco mapas temáticos (fisiografia, geologia, hidrografia, classes altimétricas e cobertura vegetal original) para a construção das Unidades Fitoambientais (UFAS) e todos foram manipulados no formato *shapefile*, que é o formato digital de arquivos vetoriais para o Sistema de Informações Geográficas ArcGis 9.3.

#### 4.4.1 Fisiografia do Estado do Paraná

O mapa da fisiografia foi resultado da análise conjunta dos mapas de geologia e altimetria disponibilizado no endereço eletrônico do Instituto de Terras, Cartografia e Geociências do Estado do Paraná, adaptado pelo autor (FIGURA 15).

#### 4.4.2 Geologia

O mapa base de geologia utilizado foi resultado da última compilação em escala 1:650.000 realizada pela MINEROPAR em 2006, para atender o programa de Zoneamento Ecológico-Econômico coordenado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

No intuito de reduzir o número de Unidades Litoestatigráficas do mapa original, estas unidades foram agrupadas de acordo com sua gênese, resultando no mapa ilustrado na figura 16.

#### 4.4.3 Relevo do Estado do Paraná

O mapa de relevo utilizado é resultante do processamento digital do arquivo das curvas de nível com equidistância de 100 m e na escala 1:250.000 disponibilizado no endereço eletrônico do Instituto de Terras, Cartografia e Geociências do Estado do Paraná. A partir deste arquivo foi gerado um Modelo Digital do Terreno, que pode ser visualizado na figura 17.

A partir deste modelo foi criado um mapa temático formado por três classes altimétricas (FIGURA 18), que se diferenciam ecologicamente pela distribuição de matéria orgânica no solo (teor de carbono no horizonte A): 0 a 800 m (fraco a moderado), 800 a 1100 m (proeminente) e maior que 1100 m (hístico e húmico). Este parâmetro inclui, ainda, um limite ecológico determinante: a ocorrência de geadas (AUGUSTIN, 2013).

#### 4.4.4 Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná

O mapa das bacias hidrográficas do Estado do Paraná utilizado no presente trabalho foi adquirido no endereço eletrônico do Instituto de Águas do Paraná e pode ser visualizado na figura 19.

#### 4.4.5 Vegetação Original do Estado do Paraná

O mapa da cobertura vegetal original do Estado do Paraná foi baseado no mapa elaborado por Maack (1950) e adaptado por Galvão e Curcio em 2010 e pode ser observado na figura 20.

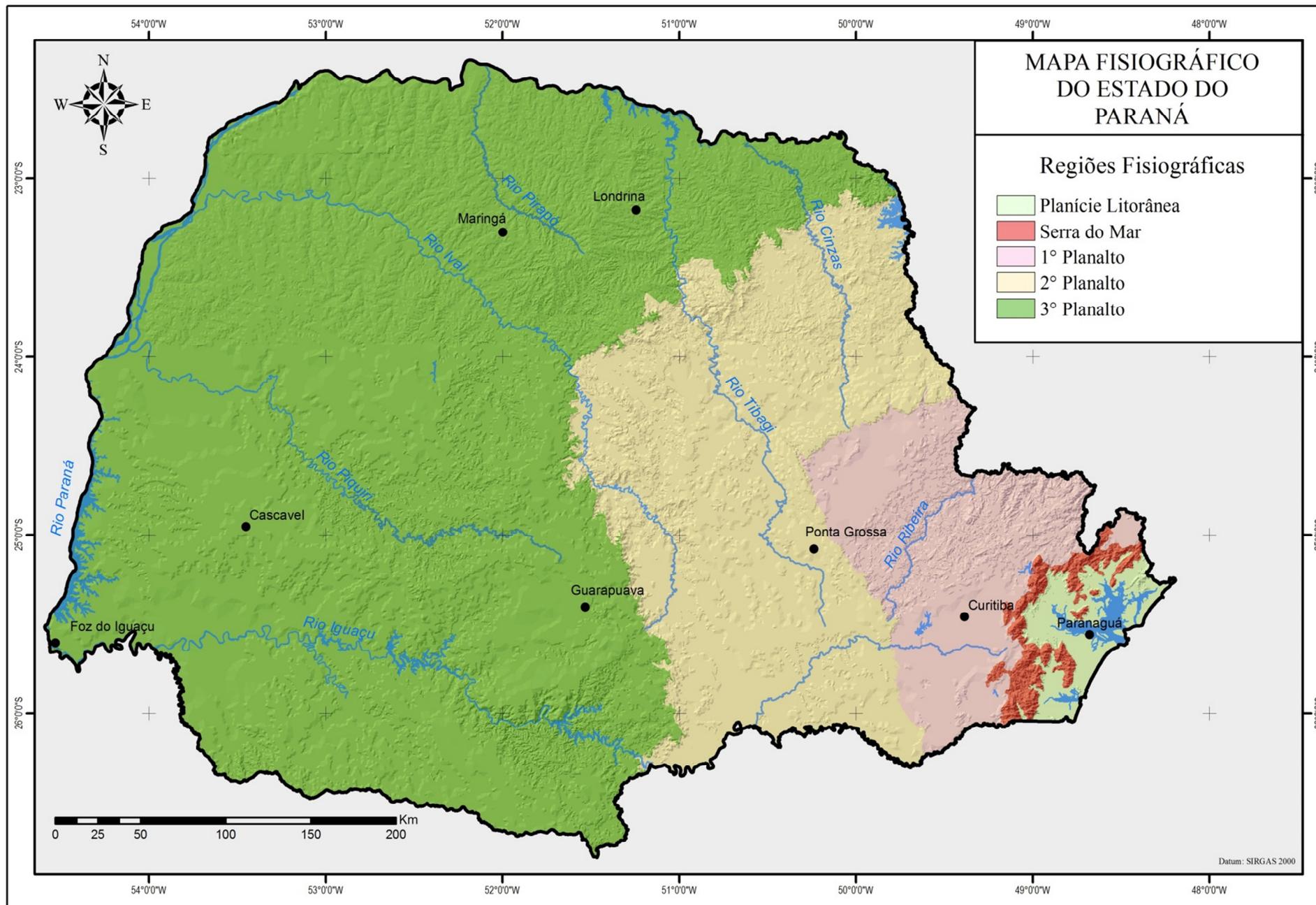


FIGURA 15 – MAPA FISIGRÁFICO DO ESTADO DO PARANÁ, FONTE: ITCG, ADAPTADO POR GALVÃO E CURCIO (2006)

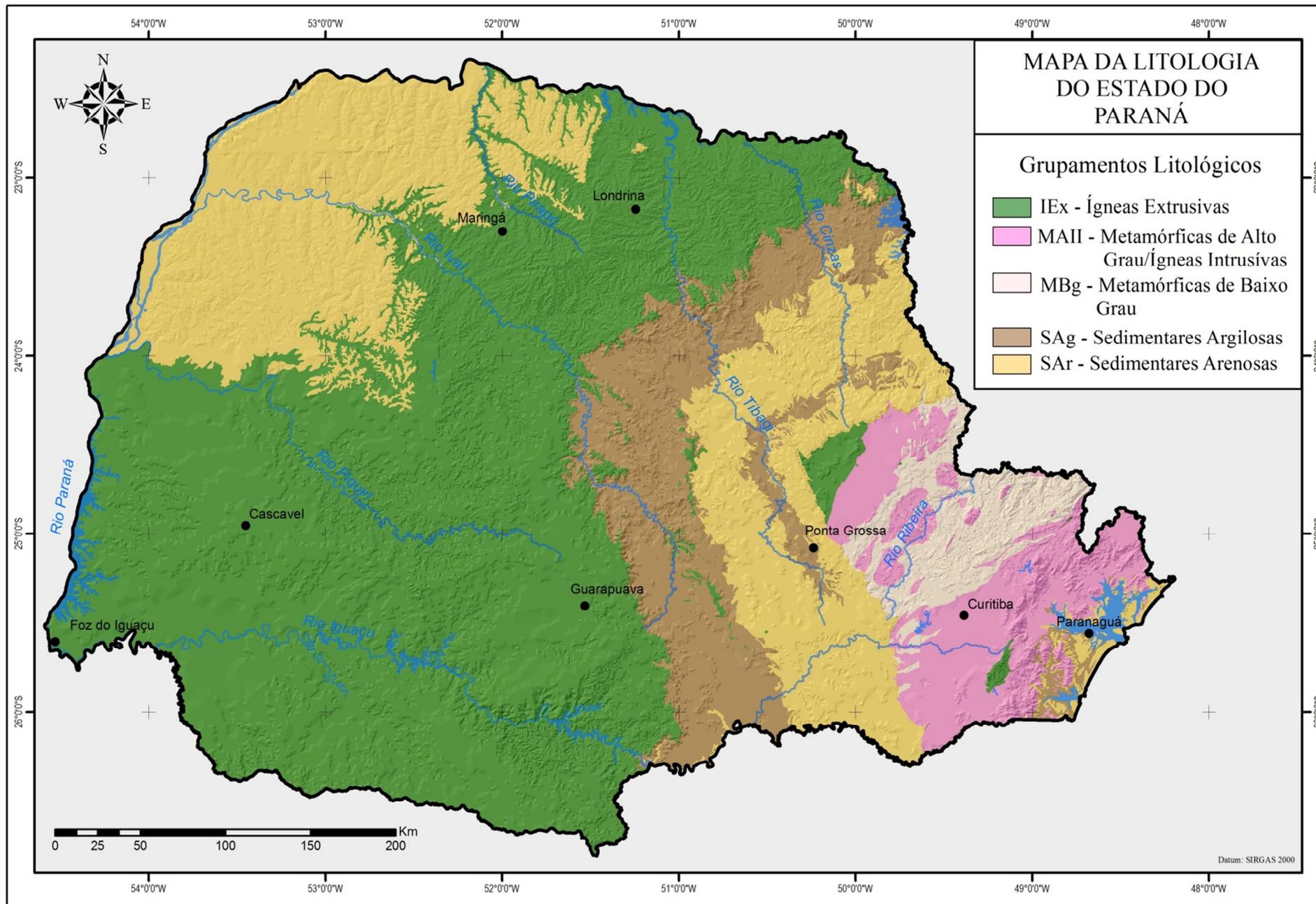


FIGURA 16 – MAPA DA LITOLOGIA DO ESTADO DO PARANÁ, FONTE: MINEROPAR (2006) , FONTE: O AUTOR

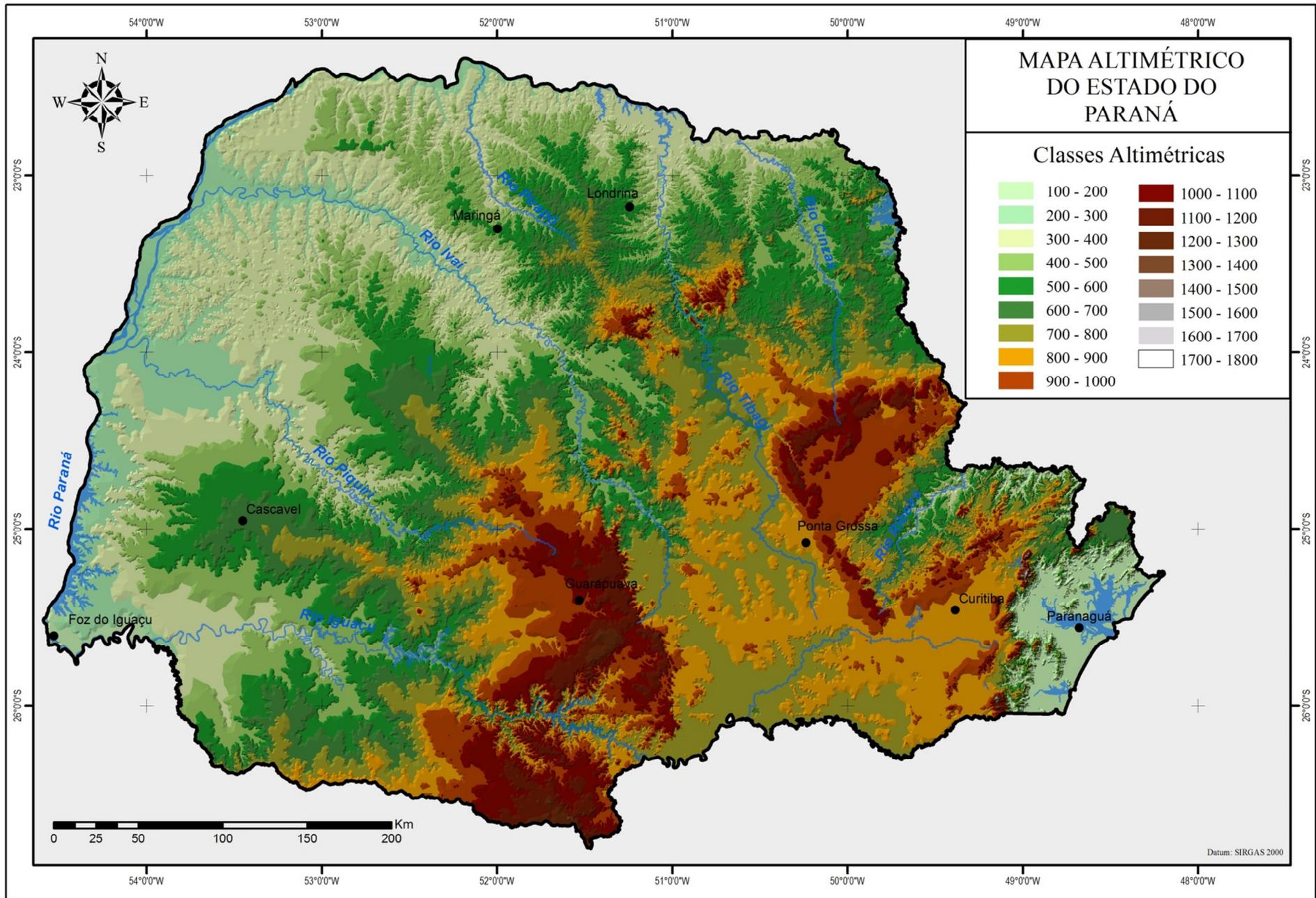


FIGURA 17 – MODELO DIGITAL DO TERRENO DO ESTADO DO PARANÁ, FONTE: ITCG, adaptado pelo autor

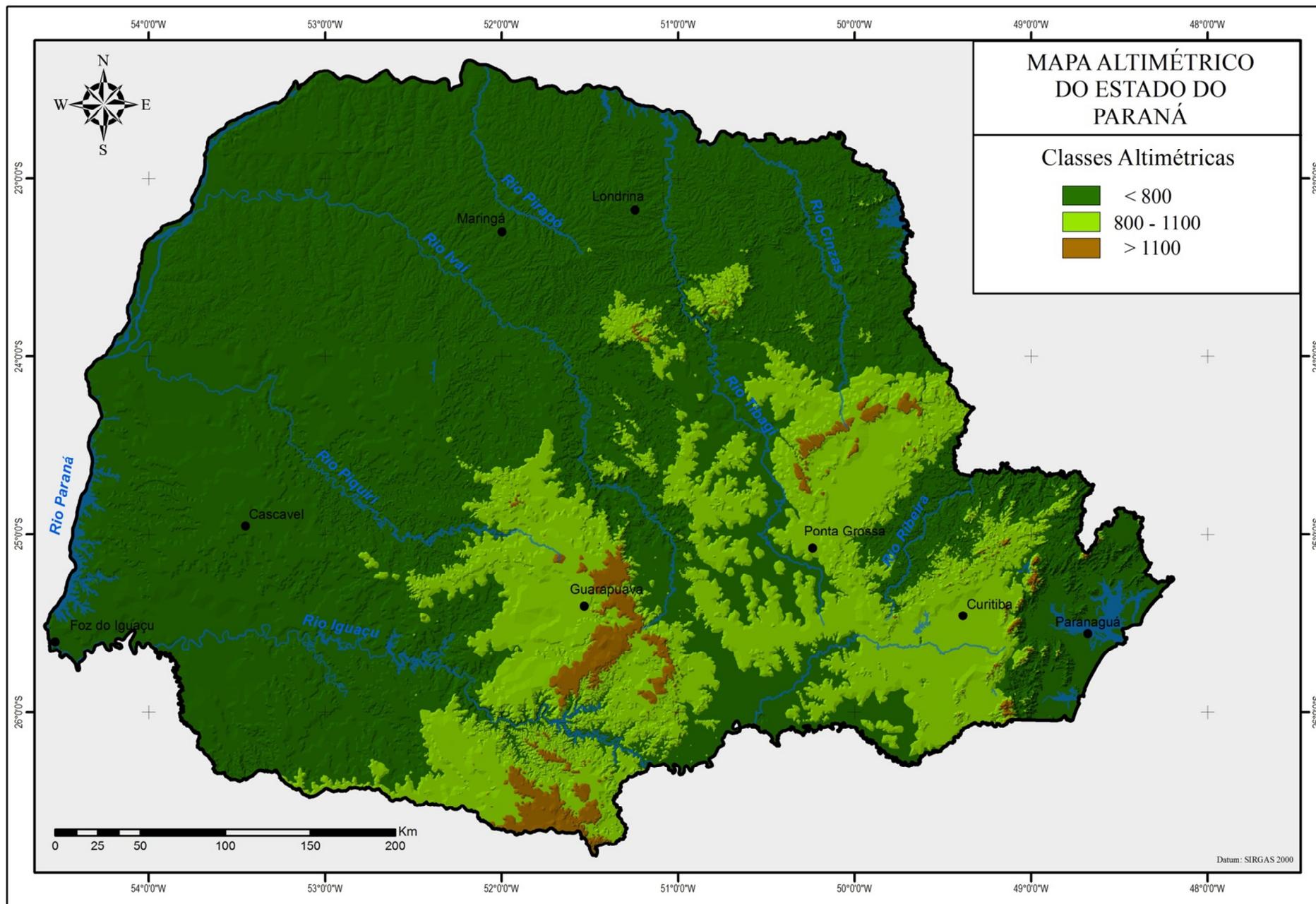


FIGURA 18 – MAPA ALTIMÉTRICO DO ESTADO DO PARANÁ, FONTE: ITCG, adaptado pelo autor



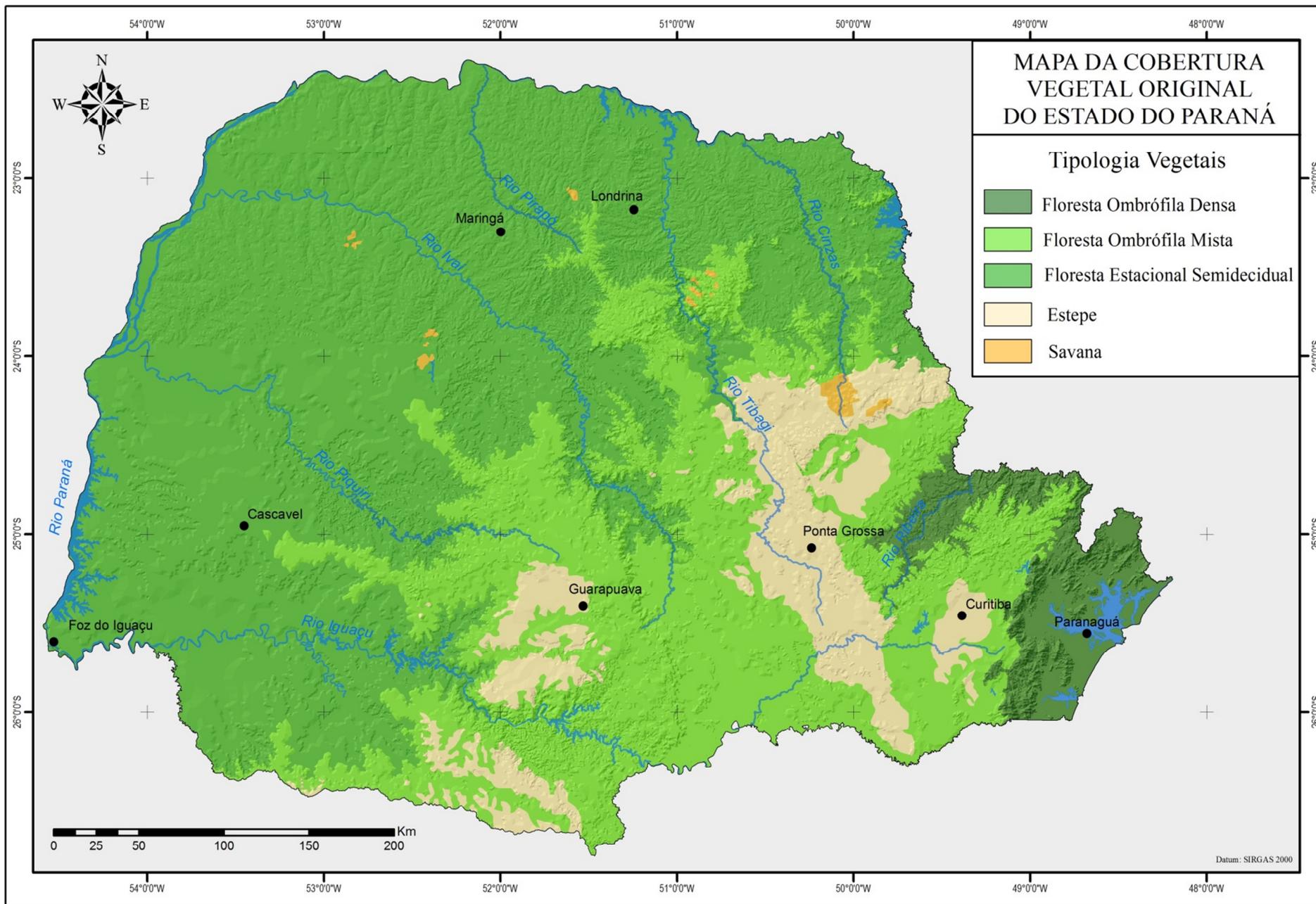


FIGURA 20 – MAPA DA COBERTURA VEGETAL ORIGINAL DO ESTADO DO PARANÁ - FONTE: MAACK (1950), ADAPTADO POR GALVÃO (2007)

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 CLASSIFICAÇÃO DAS IMAGENS DE SATÉLITE

Para todas as 14 classificações supervisionadas foram gerados histogramas das amostras de treinamento (FIGURA 21). Estes histogramas demonstram a média da frequência dos tons de cinza dos *pixels* das amostras de treinamento, em cada uma das bandas.

Em uma análise geral é possível observar que a banda 4 foi decisiva na distinção entre a Classe “Floresta” (com cobertura arbórea) e a Classe “N\_Floresta” (sem cobertura arbórea).

Lourenço e Landim (2004) comentam que na faixa do infravermelho próximo (banda 4), tanto a morfologia interna das folhas quanto a estrutura da vegetação ocasionam uma alta reflectância da energia solar incidente. Ainda complementam que quanto maior o contraste nesta faixa espectral, mais vigorosa será a vegetação.

Em algumas imagens, o comportamento espectral classes “Floresta” e “Não Floresta” se assemelharam muito em decorrência do uso do solo destas regiões. As cenas 221/77 e 222/77 apresentaram valores próximos devido à existência de áreas em sucessão vegetal da fase inicial para a intermediária. Sendo assim as amostras localizadas sobre estas áreas assemelharam-se muito com as amostras localizadas sobre as áreas de vegetação arbórea em estágio de sucessão intermediária e avançada.

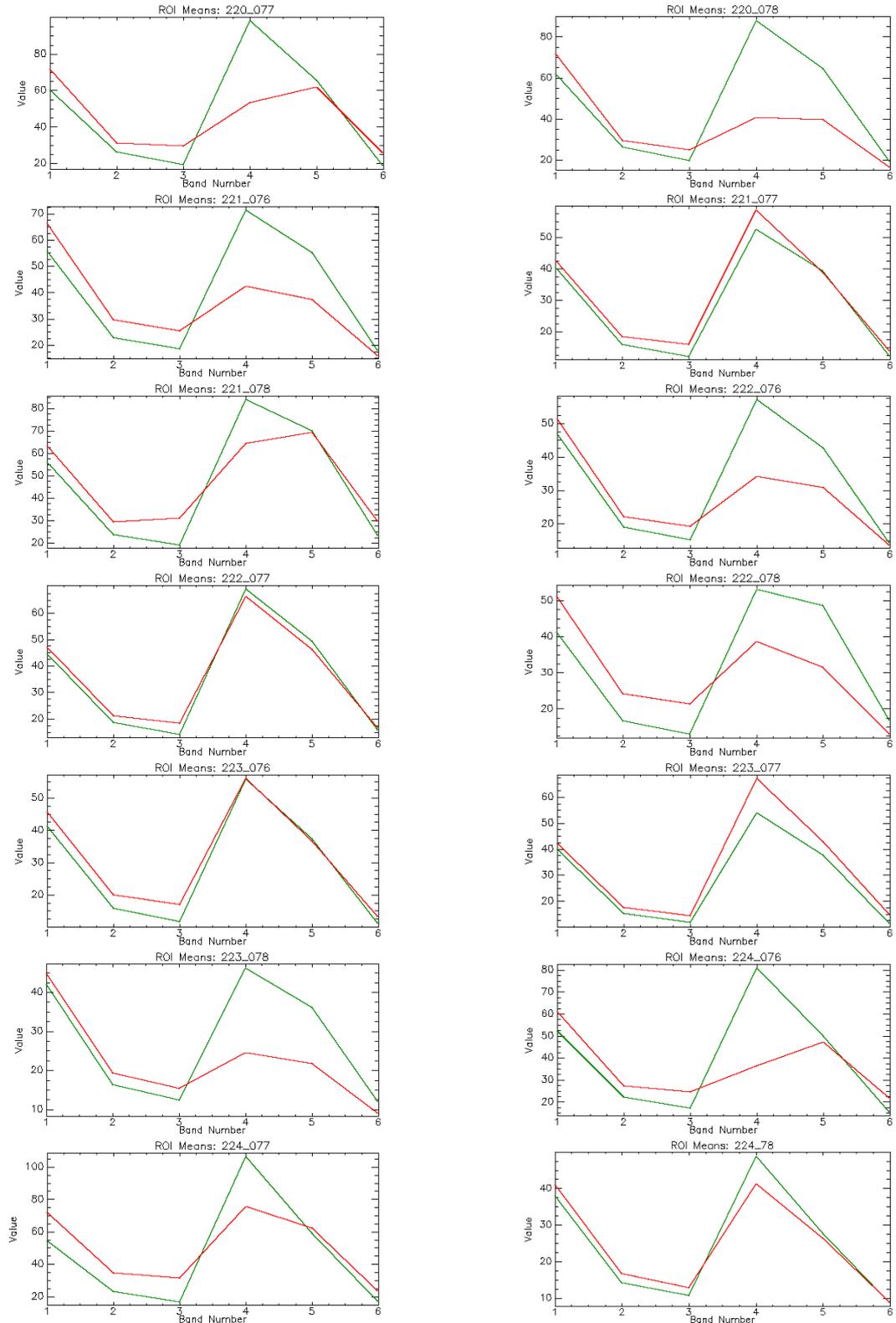


FIGURA 21 – HISTOGRAMAS DOS VALORES MÉDIOS DE REFLECTÂNCIA DAS AMOSTRAS DE TREINAMENTO GERADOS PELO SOFTWARE ENVI 4.7 UTILIZADAS PARA CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA DAS CENAS DO SATÉLITE LANDSAT 5/TM. (VERDE: AMOSTRAS DA CLASSE DE COBERTURA FLORESTAL ARBÓREA; VERMELHO: AMOSTRAS DA CLASSE SEM COBERTURA FLORESTAL ARBÓREA).

Para cada uma das imagens foi gerada uma matriz de confusão, onde podem ser observados os erros embutidos na atribuição dos *pixels* às classes, bem como podem ser observados a Acurácia Global e o Índice Kappa para cada uma das classificações (TABELA 3).

TABELA 3 – MATRIZES DE CONFUSÃO OBTIDAS NAS CLASSIFICAÇÕES SUPERVISIONADAS

CENA 220-77				CENA 220-78			
Acurácia Global = (1618/1620) 99,88%				Acurácia Global = (1557/1565) 99,49%			
Coeficiente Kappa = 0,9956				Coeficiente Kappa = 0,9872			
Classes	Floresta	N_Floresta	Total	Classes	Floresta	N_Floresta	Total
Floresta	269	1	270	Floresta	428	6	434
N_Floresta	1	1349	1350	N_Floresta	2	1129	1350
Total	270	1350	1620	Total	430	1135	1565
CENA 221-76				CENA 221-77			
Acurácia Global = (2397/2416) 99,21%				Acurácia Global = (1258/1272) 98,90%			
Coeficiente Kappa = 0,9696				Coeficiente Kappa = 0,9674			
Classes	Floresta	N_Floresta	Total	Classes	Floresta	N_Floresta	Total
Floresta	359	19	378	Floresta	267	11	278
N_Floresta	0	2038	2038	N_Floresta	3	991	994
Total	359	2057	2416	Total	270	1002	1272
CENA 221-78				CENA 222-76			
Acurácia Global = (1598/1606) 99,50%				Acurácia Global = (2950/3014) 97,88%			
Coeficiente Kappa = 0,9876				Coeficiente Kappa = 0,9400			
Classes	Floresta	N_Floresta	Total	Classes	Floresta	N_Floresta	Total
Floresta	444	8	452	Floresta	660	62	722
N_Floresta	0	1154	1154	N_Floresta	2	2290	2292
Total	444	1162	1606	Total	662	4	3014
CENA 222-77				CENA 222-78			
Acurácia Global = (1567/1664) 94,17%				Acurácia Global = (1801/1801) 100%			
Coeficiente Kappa = 0,8533				Coeficiente Kappa = 1,0000			
Classes	Floresta	N_Floresta	Total	Classes	Floresta	N_Floresta	Total
Floresta	404	92	496	Floresta	498	0	498
N_Floresta	5	1163	1168	N_Floresta	0	1303	1303
Total	409	1255	1664	Total	498	1303	1801
CENA 223-76				CENA 223-77			
Acurácia Global = (2097/2337) 89,73%				Acurácia Global = (1341/1447) 92,67%			
Coeficiente Kappa = 0,6736				Coeficiente Kappa = 0,7660			
Classes	Floresta	N_Floresta	Total	Classes	Floresta	N_Floresta	Total
Floresta	327	240	567	Floresta	225	106	331
N_Floresta	0	1770	1770	N_Floresta	0	1116	1116
Total	327	2010	2337	Total	225	1222	1447
CENA 223-78				CENA 224-76			
Acurácia Global = (2200/2216) 99,28%				Acurácia Global = (1268/1268) 100%			
Coeficiente Kappa = 0,9791				Coeficiente Kappa = 1,0000			
Classes	Floresta	N_Floresta	Total	Classes	Floresta	N_Floresta	Total
Floresta	485	11	496	Floresta	230	0	230
N_Floresta	5	1715	1720	N_Floresta	0	1038	1038
Total	490	1726	2216	Total	230	1038	1268

CENA 224-77				CENA 224-78			
Acurácia Global = (2235/2308) 96,84%				Acurácia Global = (1595/1649) 96,72%			
Coeficiente Kappa = 0,9121				Coeficiente Kappa = 0,9243			
Classes	Floresta	N_Floresta	Total	Classes	Floresta	N_Floresta	Total
Floresta	506	69	575	Floresta	494	41	535
N_Floresta	4	1729	1733	N_Floresta	13	1101	1114
<b>Total</b>	510	<b>1798</b>	<b>2308</b>	<b>Total</b>	507	<b>1142</b>	<b>1649</b>

Em uma análise geral dos valores da Acurácia Global e do Coeficiente Kappa, pode-se verificar e concluir que as classificações pelo algoritmo da Máxima Verossimilhança obtiveram resultados razoáveis na diferenciação das classes Floresta e Não-Floresta, confirmando estudos realizados por Ribeiro *et al.* (2007), Binoti e Pereira (2007) e Cerqueira e Alves (2010), que também obtiveram excelentes resultados utilizando este método (>95%).

## 5.2 CORREÇÃO GEOMÉTRICA DAS CLASSIFICAÇÕES

Para que as imagens e seus respectivos produtos provenientes das classificações supervisionadas pudessem ser inseridos em um sistema de informações geográficas, as imagens tiveram sua geometria corrigida com base nas cartas planialtimétricas da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, na escala 1:50.000 e 1:100.000. As cartas utilizadas para cada imagem e os respectivos erros obtidos, podem ser visualizados na tabela 4.

TABELA 4 – CARTAS UTILIZADAS PARA O GEORREFERENCIAMENTO DAS CENAS DO SATÉLITE LANDSAT 5/TM NO ESTADO DO PARANÁ E RESPECTIVOS ERROS OBTIDOS

CENA	CARTAS (1:50.000) UTILIZADAS PARA GEORREFERENCIAMENTO	ERRO MÉDIO (RMS) (metros)
220-77	MI 2826-2 / MI 2842-2 / MI 2844-4 / MI 2827-4	11,5
220-78	MI 2842-4 / MI 2869-1 / MI 2858-4 / MI 2858-1	7,9
221-76	MI 2731-4 / MI 2787-4 / MI 2786-1 / MI 2761-3	19,8
221-77	MI 2786-3 / MI 2839-2 / MI 2842-1 / MI 2787-4 / MI 2824-2	20,5
221-78	MI 2855-4 / MI 2839-3 / MI 2841-4 / MI 2856-4 / MI 2865-4	9,8
222-76	MI 2728-2 / MI 2783-1 / MI 2785-4 / MI 2731-3 / MI 2758-4	14,6
222-77	MI 2783-3 / MI 2806-1 / MI 2836-1 / MI 2838-2 / MI 2822-1	11,1
222-78	MI 2836-1 MI 2838-4 / MI 2862-4 / MI 2877-1 / MI 2852-3	11,4
223-76	MI 2726-1 / MI 2727-2 / MI 2780-1 MI 2782-2 / MI 2755-4	8,6
223-77	MI 2818-2 / MI 2833-2 / MI 2835-2 / MI 2779-4 / MI 2803-1	12,6
223-78	MI 2833-3 / MI 2860-2 / MI 2862-3 / MI 2835-4 / MI 2849-4	1,9
224-76	MI 2778-2 / MI 2753-3 / MI 2725-1 MI 2779-4	4,7
224-77	MI 2832-1 / MI 2799-1 / MI 2800-3 / MI 2833-1	5,8
224-78	MI 2831-4 / MI 2847-2 / MI 2846-2	10,6

O deslocamento obtido está relacionado a fatores como a exatidão da base cartográfica utilizada, grandes variações de altitudes na área contemplada pela imagem e metodologia aplicada na locação dos pontos de controle.

Vergara *et al.* (1997) realizaram estudos comparativos entre as escalas de imagens Landsat 5 e cartas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na escala 1:50.000 e seus resultados demonstraram um erro médio de 50,427 metros entre as duas fontes de dados espaciais.

Como o presente trabalho apresentou um erro médio de 10,11 metros, os resultados da correção geométrica foram considerados satisfatórios em virtude de o erro médio ser inferior ao tamanho de 1 pixel.

O resultado do conjunto de imagens georreferenciadas pode ser visualizado na Figura 22.

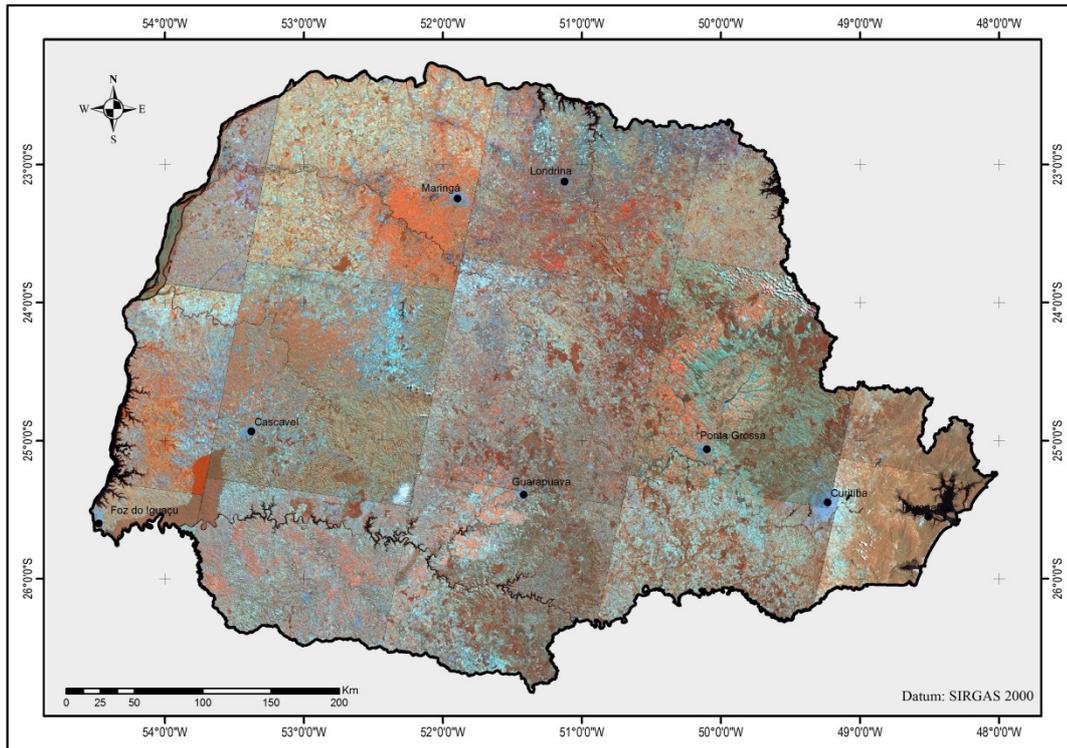


FIGURA 22 – CENAS GEORREFERENCIADAS DO SATÉLITE LANDSAT 5/TM (COMPOSIÇÕES COLORIDAS 4-5-7)

### 5.3 CONFERÊNCIA E REFINAMENTO MANUAL DO MAPEAMENTO

A ambição econômica global sobre a exploração dos recursos naturais, minimamente controlados pela legislação ambiental vigente, tem como resultado uma forte alteração na paisagem natural dos ambientes, que hoje encontra-se altamente fragmentada e que Viana *et al.* (1997) definiram como sendo resultado da expansão de fronteiras de desenvolvimento humano.

Estas paisagens fragmentadas assumem infinitas conformações, em decorrência da associação, não apenas de sua localização, mas também de fatores bióticos, abióticos, legais e econômicos.

No estado do Paraná, a origem desta fragmentação, embora decorrente da expansão das fronteiras agrícolas, associada aos excelentes solos do Estado (ANJOS, 1998), foi altamente potencializada pela exploração de espécies florestais, criando uma cultura de exploração florestal, que hoje se reflete na existência de

diversas empresas reflorestadoras, e que somadas a pequenos produtores, perfazem uma área de 817.566 ha reflorestados com pinus e eucalipto (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF, 2013).

Esta pluralidade no uso do solo implica diretamente nas dificuldades de se mapear estas áreas, visto que, além de pequenas propriedades vizinhas possuírem diferentes usos, áreas de reflorestamento intermeiam-se a remanescentes florestais, causando grande confusão em processos classificatórios automáticos.

Objetivando a minimização destas indesejáveis confusões, foi realizada a conferência e o refinamento manual dos resultados da classificação supervisionada, tendo seus resultados ilustrados na tabela 5.

TABELA 5 – COMPARAÇÃO ENTRE AS ÁREAS DOS REMANESCENTES ARBÓREOS RESULTANTES DAS CLASSIFICAÇÕES SUPERVISIONADAS E AS MESMAS APÓS CONFERÊNCIA E REFINAMENTO, AMBAS POR TIPOLOGIA VEGETAL.

TIPOLOGIA	COBERTURA VEGETAL				
	Vegetação Arbórea Classificação (ha)	%	Vegetação Arbórea após Refinamento (ha)	%	Varição em Área (ha)
Floresta Ombrófila Densa	694.547,1	17,66%	762.802,56	20,62%	68.255,46
Floresta Ombrófila Mista	1.948.625,17	49,55%	1.866.412,42	50,44%	-82.212,75
Floresta Estacional Semidecidual	864.594,7	21,99%	682.702,58	18,45%	-181.892,12
Estepe	418.224,1	10,64%	382.442,07	10,34%	-35.782,03
Savana	6.418,2	0,16%	5.696,72	0,15%	-721,48
<b>TOTAL</b>	<b>3.932.409,4</b>	<b>100%</b>	<b>3.700.056,35</b>	<b>100,00%</b>	<b>-232.353,05</b>

Pode-se verificar um aumento de 68.255,46 ha sobre a área ocupada pela tipologia Floresta Ombrófila Densa. Este acréscimo é referente à inclusão de inúmeras áreas de sombra, consequentes do relevo montanhoso (PRO-ATLÂNTICA, 2002) e que não haviam sido mapeadas como vegetação, bem como a adição de áreas de algumas áreas de manguezais que não foram mapeadas pelo processo automatizado.

A Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual somadas, tiveram uma redução de 264.104,87 ha, resultante, quase em sua totalidade, de

áreas de reflorestamento de pinus, eucalipto e bracatinga mapeadas como florestas nativas.

Pode-se observar que não houve grandes alterações na representatividade percentual de cada tipologia, em relação aos totais mapeados, porém evidencia-se uma notável redução de 232.353,05 de hectares no total da área mapeada.

#### 5.4 REMANESCENTES FLORESTAIS ARBÓREOS DO ESTADO DO PARANÁ

A área total resultante da conferência e refinamento dos dados do mapeamento foi de 3.700.056,35 hectares, ou seja, 18,51% da área total Estado. Estes valores correspondem aos remanescentes de comunidades arbóreas de espécies nativas, desconsiderando a tipologia à qual pertençam estas comunidades, sendo inclusas não apenas aquelas de estrutura florestal, mas também todas aquelas de porte arbóreo, tais como, restinga arbórea, manguezais e caixetais.

Não existem muitos dados disponíveis referentes a mapeamentos da cobertura vegetal realizados exclusivamente para o Estado do Paraná e que contemplem toda a sua extensão, porém existem dois projetos de âmbito nacional que dentre seus objetivos destaca-se o mapeamento do Bioma Mata Atlântica, que por sua vez ocupa em torno de 98% da área do Estado.

O primeiro é o relatório final do Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica, inserido no Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO) (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2004), que obteve uma área 3.872.230 ha de remanescentes florestais, com um erro estimado em 13,6%. Este trabalho utilizou uma combinação de técnicas de geoprocessamento, objetivando um mapeamento na escala 1:250.000, não sendo mapeados remanescentes com área inferior a 40 hectares.

Mesmo levando em consideração a escala menos detalhada, aliada ao não mapeamento dos remanescentes com menos de 40 ha, o resultado final do mapeamento PROBIO assemelha-se muito dos resultados encontrados no presente trabalho, com uma diferença aproximada de 60 mil hectares.

O segundo trabalho, mais atual e mais divulgado pela mídia, é o Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, que vem sendo atualizado e reeditado desde 1990, tendo suas edições datadas de 1990, 2005, 2008, 2010 e 2012 (FUNDAÇÃO MATA ATLÂNTICA; INPE, 2013).

O Atlas apresenta uma área de 2.458.128 hectares, mapeados em escala 1:50.000 provenientes de adequações e refinamentos de mapeamentos em escalas. A área total de remanescentes publicada no Atlas é bem inferior em comparação área total encontrada no presente trabalho, totalizando uma diferença de aproximadamente 1.400.000 hectares, que pode ser atribuída aos critérios utilizados na concepção de remanescentes. Segundo o que consta no relatório da edição 2012, “O Atlas adota um critério mais conservador, mapeando as áreas de vegetação que possuem menor interferência antrópica e maior capacidade de proteger parte da sua biodiversidade original”. O mapeamento realizado no presente trabalho, considerou como remanescentes todas as áreas de comunidades arbóreas de espécies nativas adensadas, visto que não é possível avaliar remotamente o grau de interferência antrópica, sem que haja uma verificação *in loco*.

O arquivo dos fragmentos mapeados foi inter-relacionado com o arquivo da cobertura vegetal original do Estado, proporcionando o enquadramento de cada remanescente à sua tipologia vegetal, bem como a quantificação da cobertura vegetal arbórea de cada tipologia (TABELA 6).

TABELA 6 – ÁREAS DE COBERTURA VEGETAL ORIGINAL E ATUAL DO ESTADO DO PARANÁ

TIPOLOGIA	COBERTURA VEGETAL				
	Cobertura Original (ha)	%	Cobertura Arbórea Atual (ha)	%	% em relação à área original
Floresta Ombrófila Densa	1.025.724,7	5,13%	762.802,56	20,62%	74,37%
Floresta Ombrófila Mista	5.721.843,3	28,63%	1.866.412,42	50,44%	32,62%
Floresta Estacional Semidecidual	11.243.831,4	56,26%	682.702,58	18,45%	6,07%
Estepe	1.925.451,4	9,64%	382.442,07	10,34%	19,86%
Savana	68.494,1	0,34%	5.696,72	0,15%	8,32%
<b>TOTAL</b>	<b>19.985.344,9</b>	<b>100</b>	<b>3.700.056,35</b>	<b>100,00%</b>	<b>18,51%</b>

O resultado demonstra que a tipologia de Floresta Ombrófila Densa é a mais conservada do estado, possuindo ainda 74,37% de sua área original. A conservação deste ambiente está associada à dificuldade de sua antropização. O relevo montanhoso e de difícil acesso proporcionou perpetuidade de desde ecossistema.

A Floresta Estacional Semidecidual foi a mais devastada do Estado, restando apenas 6,07% desta tipologia. Esta redução significativa da cobertura original deve-se às características edáficas da região, que contempla os melhores solos do País.

Para melhor visualização do resultado do mapeamento, foi elaborado um mapa temático da distribuição dos remanescentes florestais arbóreos, ilustrado na figura 23.

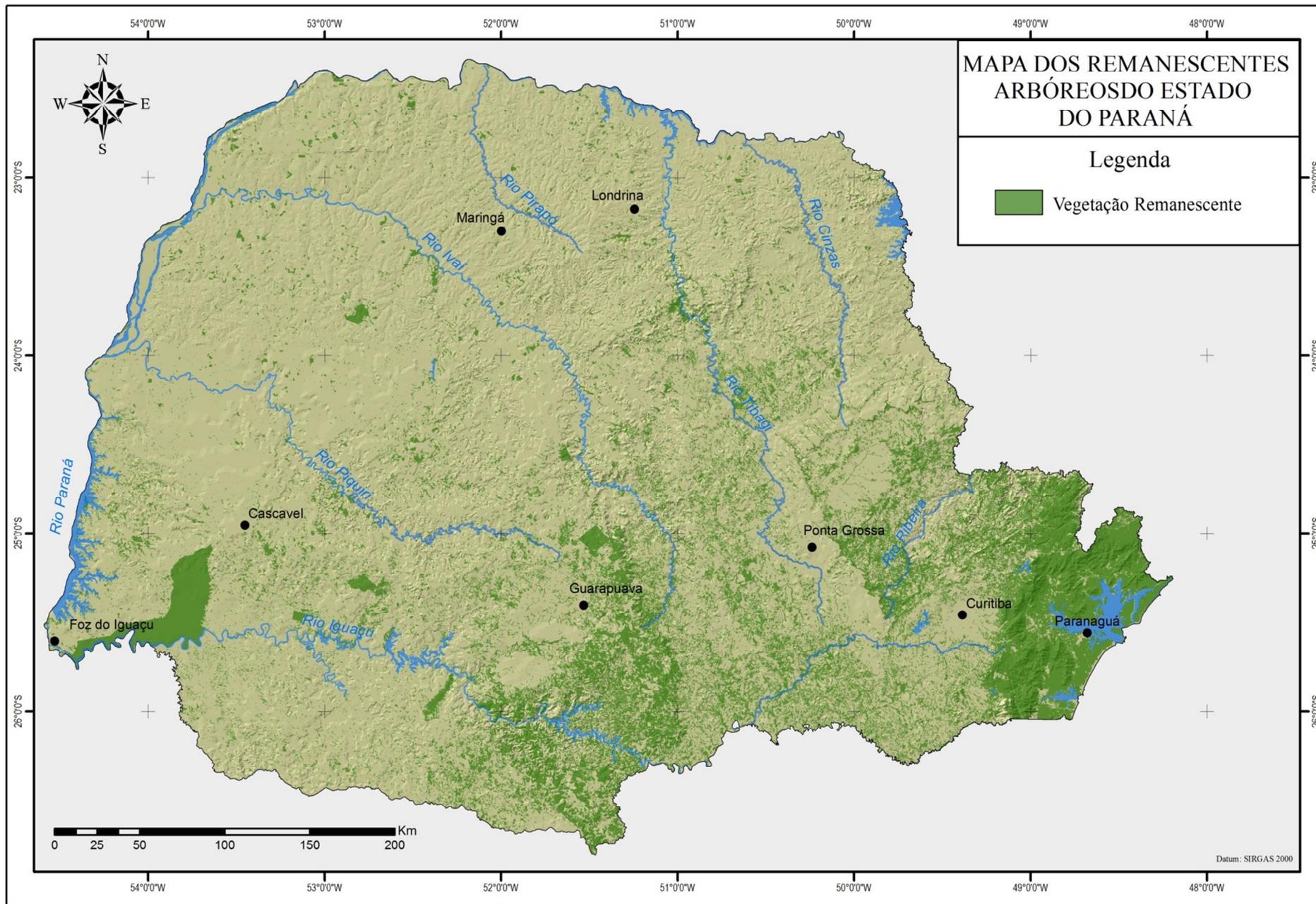


FIGURA 23 – MAPA DOS REMANESCENTES FLORESTAIS ARBÓREOS DO ESTADO DO PARANÁ, FONTE: O AUTOR

## 5.5 UNIDADES FITOAMBIENTAIS (UFA's)

O cruzamento entre os mapas temáticos de fisiografia, grupamentos litológicos, bacias hidrográficas, classes altimétricas e vegetação original resultou em um mapa temático contendo 171 Unidades Fitoambientais (GALVÃO; AUGUSTIN, 2011).

AUGUSTIN (2013) analisou as unidades e concluiu que muitas delas apresentavam características ecológicas de áreas de transição (ecótonos), não podendo ser classificadas como uma UFA. Sendo assim, cada unidade contendo estas características, foi agrupada à unidade que possuísse as características mais semelhantes. O trabalho resultou em 81 UFA's e podem ser visualizadas na figura 24. Existem poucos estudos que combinem variáveis ecológicas com objetivo de proporcionar uma análise mais conjuntural da conservação de ambientes (PEREIRA; DUCKSTEIN, 1993; KEISLER; SUNDELL, 1997).

He *et al* (1998) desenvolveram um trabalho semelhante na região dos grandes lagos, norte dos Estados Unidos, no estado de Wisconsin. Neste estudo, que tinha como objetivo encontrar relações entre a distribuição espacial de espécies e características edafo-climáticas, foram cruzados os mapas temáticos de classes de solos e clima, resultando em sete unidades, então chamadas de eco-regiões. Estas eco-regiões foram posteriormente inter-relacionadas com o mapeamento da localização dos indivíduos de várias espécies florestais. Os resultados, além de confirmar a preferência de algumas espécies por determinadas eco-regiões, ressaltou a escassez de dados espaciais confiáveis para eco-zoneamentos, bem como a importância de estudos ecológicos serem sempre realizados com base na associação de fatores abióticos.

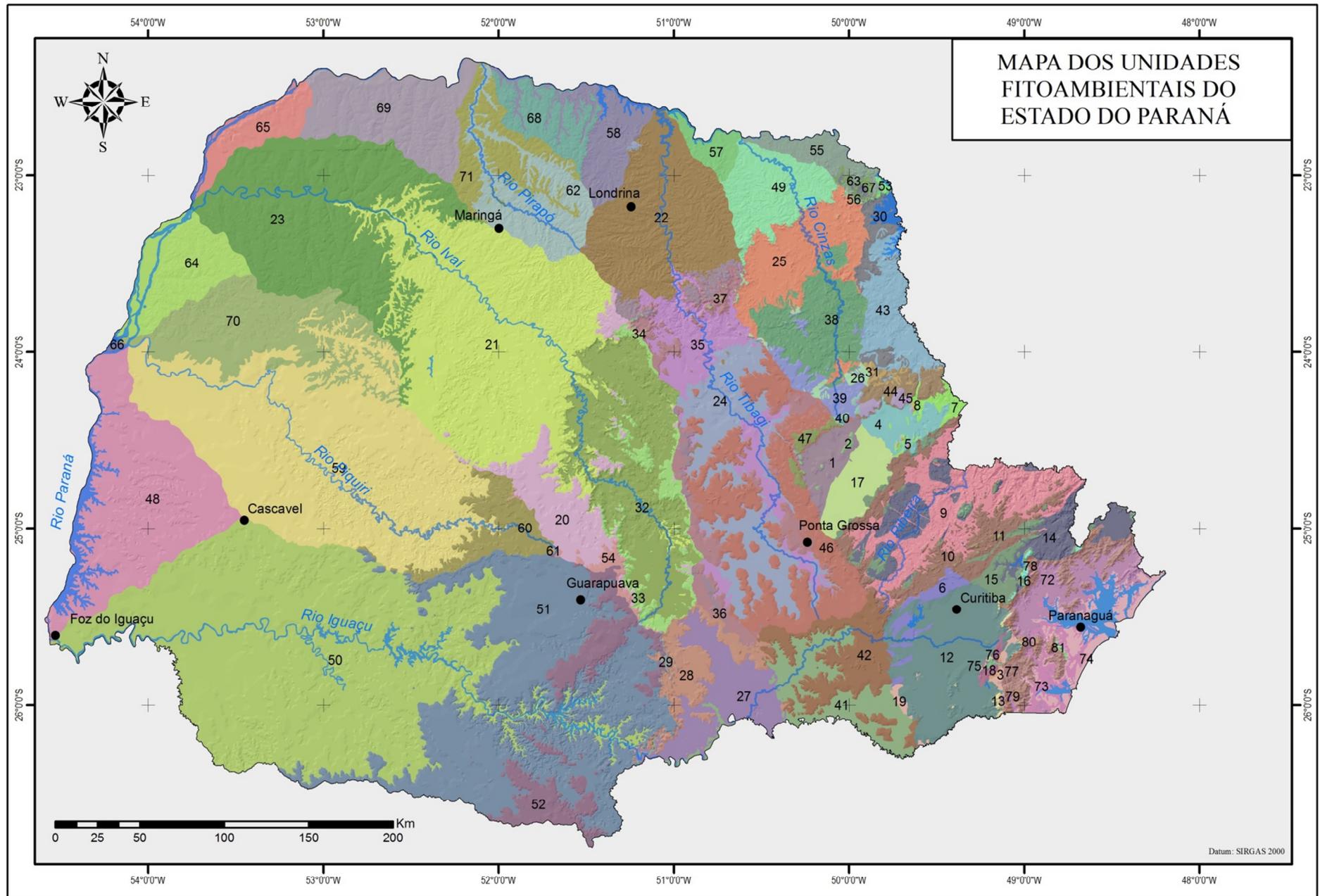


FIGURA 24 – UNIDADES FITOAMBIENTAIS DO ESTADO DO PARANÁ, Adaptadas por AUGUSTIN, 2013

Tais observações confirmam que diferentes conjuntos de fatores abióticos, conformam ambientes com diferentes biodiversidades, merecendo assim, serem tratados de forma individualizada, de modo a preservar suas características ambientais singulares, corroborando com a metodologia de análise ambiental utilizada nas UFA's, que por sua vez, representam áreas com tendências de homogeneidade ecológica, pois contemplam cinco macro-componentes físico-ambientais formadores de um ecossistema.

Phua e Minowa (2005) também realizaram estudos avaliando “múltiplos critérios” para conservação de florestas na Malásia, ressaltam a importância do uso de Sistemas de Informações Geográficas em estudos ecológicos, concluindo que os SIG's aproximam e estendem as soluções de problemas de conflitos envolvendo múltiplas variáveis, tais como a conservação de ambientes, também mencionados por Janssen e Rietveld (1990), Eastman *et al.*, (1995) e Yeh e Li (1998), em seus respectivos estudos.

Na tabela 7 podem ser observados os componentes físico-ambientais que conformaram cada uma das UFA's, bem como a área contemplada por cada uma delas dentro do Estado do Paraná.

TABELA 7 – UNIDADES FITOAMBIENTAIS DO ESTADO DO PARANÁ

UFA's (N)	Fisiografia	Grupamento Litológico	Bacia Hidrográfica	Classe Altimétrica	Vegetação	Area (ha)
1	1º, 2º e 3º Planaltos	Ígneas Extrusivas	Tibagi	800 a 1.100 m	ESTEPE / FOM / SAVANA	175.030,08
2	1º e 2º Planaltos	Ígneas Extrusivas	Tibagi	> 1.100 m	ESTEPE / FOM	6.458,42
3	1º Planalto	Ígneas Extrusivas	Iguaçu	0 a 800 m	FOM	1.825,36
4	1º Planalto	Metamórficas de Alto Grau / Ígneas Intrusivas	Itararé	800 a 1.100 m	ESTEPE / FOM / SAVANA	85.919,77
5	1º Planalto	Metamórficas de Alto Grau / Ígneas Intrusivas	Itararé	> 1.100 m	ESTEPE / FOM	1.065,39
6	1º Planalto	Metamórficas de Baixo Grau	Iguaçu	800 a 1.100 m	ESTEPE / FOM	55.172,76
7	1º Planalto	Metamórficas de Baixo Grau	Itararé	800 a 1.100 m	ESTEPE / FOM	35.232,22
8	1º Planalto	Metamórficas de Baixo Grau	Itararé	> 1.100 m	ESTEPE / FOM	1.743,46
9	1º Planalto	Metamórficas de Baixo Grau	Ribeira	0 a 800 m	ESTEPE / FOD / FOM	373.252,52

10	1º Planalto	Metamórficas de Baixo Grau	Ribeira	800 a 1.100 m	ESTEPE / FOM	250.738,92
11	1º Planalto	Metamórficas de Baixo Grau	Ribeira	> 1.100 m	FOM	3.111,39
12	1º Planalto e Serra do Mar	Metamórficas de Alto Grau / Ígneas Intrusivas	Iguaçu	800 a 1.100 m	ESTEPE / FOM / FOD	445.343,46
13	1º Planalto e Serra do Mar	Metamórficas de Alto Grau / Ígneas Intrusivas	Iguaçu	> 1.100 m	FOM / FOD	6.836,84
14	1º Planalto e Serra do Mar	Metamórficas de Alto Grau / Ígneas Intrusivas	Ribeira	0 a 800 m	FOD / FOM	232.181,19
15	1º Planalto e Serra do Mar	Metamórficas de Alto Grau / Ígneas Intrusivas	Ribeira	800 a 1.100 m	FOD / FOM	119.764,04
16	1º Planalto e Serra do Mar	Metamórficas de Alto Grau / Ígneas Intrusivas	Ribeira	> 1.100 m	FOD / FOM	6.119,00
17	1º Planalto	Metamórficas de Alto Grau / Ígneas Intrusivas	Tibagi	800 a 1.100 m	ESTEPE / FOM	135.947,00
18	1º Planalto e Serra do Mar	Ígneas Extrusivas	Iguaçu	800 a 1.100 m	FOM / FOD	14.863,09
19	1º Planalto e Serra do Mar	Metamórficas de Alto Grau / Ígneas Intrusivas	Iguaçu	0 a 800 m	ESTEPE / FOM / FOD	20.995,61
20	2º e 3º Planaltos	Ígneas Extrusivas	Ivaí	800 a 1.100 m	FOM	277.280,18
21	2º e 3º Planaltos	Ígneas Extrusivas	Ivaí	0 a 800 m	FES / FOM / SAVANA	1.477.249,30
22	2º e 3º Planaltos	Ígneas Extrusivas	Tibagi	0 a 800 m	FES / FOM / SAVANA	620.401,07
23	2º e 3º Planaltos	Sedimentares Arenosas	Ivaí	0 a 800 m	FOM / FES / SAVAMA	1.058.470,67
24	2º e 3º Planaltos	Sedimentares Arenosas	Tibagi	0 a 800 m	ESTEPE / FES / FOM	395.813,53
25	2º Planalto	Sedimentares Argilosas	Cinzas	0 a 800 m	ESTEPE / FES / FOM / SAVANA	317.515,08
26	2º Planalto	Sedimentares Argilosas	Cinzas	800 a 1.100 m	ESTEPE / FES / SAVANA	22.499,58
27	2º Planalto	Sedimentares Argilosas	Iguaçu	0 a 800 m	FOM	262.136,51
28	2º Planalto	Sedimentares Argilosas	Iguaçu	800 a 1.100 m	FOM	171.817,24
29	2º Planalto	Sedimentares Argilosas	Iguaçu	> 1.100 m	FOM	6.337,52
30	2º Planalto	Sedimentares Argilosas	Itararé	0 a 800 m	ESTEPE / FES / FOM	86.520,68

31	2° Planalto	Sedimentares Argilosas	Itararé	800 a 1.100 m	ESTEPE	12.645,41
32	2° Planalto	Sedimentares Argilosas	Ivaí	0 a 800 m	ESTEPE / FES / FOM	680.374,00
33	2° Planalto	Sedimentares Argilosas	Ivaí	800 a 1.100 m	ESTEPE / FOM	133.858,36
34	2° Planalto	Sedimentares Argilosas	Ivaí	> 1.100 m	FOM	3.064,92
35	2° Planalto	Sedimentares Argilosas	Tibagi	0 a 800 m	ESTEPE / FES / FOM / SAVANA	321.436,97
36	2° Planalto	Sedimentares Argilosas	Tibagi	800 a 1.100 m	ESTEPE / FOM / SAVANA	255.613,35
37	2° Planalto	Sedimentares Argilosas	Tibagi	> 1.100 m	FOM	1.672,75
38	2° Planalto	Sedimentares Arenosas	Cinzas	0 a 800 m	ESTEPE / FES / FOM / SAVANA	287.093,73
39	2° Planalto	Sedimentares Arenosas	Cinzas	800 a 1.100 m	ESTEPE / FOM / SAVANA	78.039,81
40	2° Planalto	Sedimentares Arenosas	Cinzas	> 1.100 m	ESTEPE	6.650,52
41	2° Planalto	Sedimentares Arenosas	Iguaçu	0 a 800 m	ESTEPE / FOM	233.786,21
42	2° Planalto	Sedimentares Arenosas	Iguaçu	800 a 1.100 m	ESTEPE / FOM	262.785,89
43	2° Planalto	Sedimentares Arenosas	Itararé	0 a 800 m	ESTEPE / FES / FOM	186.940,25
44	2° Planalto	Sedimentares Arenosas	Itararé	800 a 1.100 m	ESTEPE / SAVANA	64.813,11
45	2° Planalto	Sedimentares Arenosas	Itararé		ESTEPE / SAVANA	18.941,82
46	2° Planalto	Sedimentares Arenosas	Tibagi	800 a 1.100 m	ESTEPE / FOM	555.202,04
47	2° Planalto	Sedimentares Arenosas	Tibagi	> 1.100 m	ESTEPE / FOM	26.329,03
48	3° Planalto	Ígneas Extrusivas	Paraná 3	0 a 800 m	FES	865.078,44
49	3° Planalto	Ígneas Extrusivas	Cinzas	0 a 800 m	FES / FOM	253.364,47
50	3° Planalto	Ígneas Extrusivas	Iguaçu	0 a 800 m	FOM / FES	2.412.232,93
51	3° Planalto	Ígneas Extrusivas	Iguaçu	800 a 1.100 m	FOM / ESTEPE	1.368.354,91
52	3° Planalto	Ígneas Extrusivas	Iguaçu	> 1.100 m	FOM / ESTEPE	306.834,48
53	3° Planalto	Ígneas Extrusivas	Itararé	0 a 800 m	FES / FOM	6.902,62
54	3° Planalto	Ígneas Extrusivas	Ivaí	> 1.100 m	FOM	34.338,38
55	3° Planalto	Ígneas Extrusivas	Parapanema 1	0 a 800 m	FES / FOM	103.372,07

56	3º Planalto	Ígneas Extrusivas	Paranapanema 1	800 a 1.100 m	FOM	1.050,90
57	3º Planalto	Ígneas Extrusivas	Paranapanema 2	0 a 800 m	FES	72.068,85
58	3º Planalto	Ígneas Extrusivas	Paranapanema 3	0 a 800 m	FES / FOM	220.828,57
59	3º Planalto	Ígneas Extrusivas	Piquiri	0 a 800 m	FES / FOM	1.704.068,64
60	3º Planalto	Ígneas Extrusivas	Piquiri	800 a 1.100 m	FOM	184.574,38
61	3º Planalto	Ígneas Extrusivas	Piquiri	> 1.100 m	FOM	2.657,47
62	3º Planalto	Ígneas Extrusivas	Pirapó	0 a 800 m	FES / FOM / SAVANA	296.383,37
63	3º Planalto	Sedimentares Argilosas	Paranapanema 1	0 a 800 m	FES / FOM	13.184,81
64	3º Planalto	Sedimentares Arenosas	Paraná 1	0 a 800 m	FES	291.974,15
65	3º Planalto	Sedimentares Arenosas	Paraná 2	0 a 800 m	FES	162.944,36
66	3º Planalto	Sedimentares Arenosas	Paraná 3	0 a 800 m	FES	5.921,47
67	3º Planalto	Sedimentares Arenosas	Paranapanema 1	0 a 800 m	FES	6.278,08
68	3º Planalto	Sedimentares Arenosas	Paranapanema 3	0 a 800 m	FES	157.410,74
69	3º Planalto	Sedimentares Arenosas	Paranapanema 4	0 a 800 m	FES	415.888,82
70	3º Planalto	Sedimentares Arenosas	Piquiri	0 a 800 m	FES	510.115,20
71	3º Planalto	Sedimentares Arenosas	Pirapó	0 a 800 m	FES	215.005,41
72	Planície Litorânea	Metamórficas de Alto Grau / Ígneas Intrusivas	Litorânea	0 a 800 m	FOD	151.501,01
73	Planície Litorânea	Sedimentares Argilosas	Litorânea	0 a 800 m	FOD	71.945,98
74	Planície Litorânea	Sedimentares Arenosas	Litorânea	0 a 800 m	FOD	106.837,59
75	Serra do Mar	Ígneas Extrusivas	Iguaçu	> 1.100 m	FOD	1.310,51
76	Serra do Mar	Ígneas Extrusivas	Litorânea	800 a 1.100 m	FOD	2.253,69
77	Serra do Mar	Metamórficas de Alto Grau / Ígneas Intrusivas	Litorânea	0 a 800 m	FOD	144.222,61
78	Serra do Mar	Metamórficas de Alto Grau / Ígneas Intrusivas	Litorânea	800 a 1.100 m	FOD	17.777,06
79	Serra do Mar	Metamórficas de Alto Grau / Ígneas Intrusivas	Litorânea	> 1.100 m	FOD	8.266,49
80	Serra do Mar	Sedimentares Argilosas	Litorânea	0 a 800 m	FOD	2.716,81

81	Serra do mar	Sedimentares Arenosas	Litorânea	0 a 800 m	FOD	1.942,85
<b>TOTAL</b>						19.916.498,17

FES = Floresta Estacional Semidecidual; FOD = Floresta Ombrófila Densa; FOM = Floresta Ombrófila Mista.

Em uma análise geral pode-se verificar que as maiores unidades conformam a porção Oeste do Estado em resposta às características de homogeneidade geológicas ocorrentes na região, bem como o oposto se dá na porção Leste, que por sua vez, possui uma geologia mais complexa, resultante de acontecimentos geológicos mais severos.

## 5.6 COBERTURA VEGETAL ARBÓREA ATUAL DAS UFA'S

No intuito de se obter a área de cobertura vegetal arbórea de cada UFA (APÊNDICE I), as mesmas foram inter-relacionadas com os resultados do mapeamento dos remanescentes, resultando na figura 25 e tendo seus dados quantificados na tabela 8.

TABELA 8 – COBERTURA VEGETAL ARBÓREA DAS UNIDADES FITOAMBIENTAIS

UFA's (N)	UFA	Área Total (ha)	Cobertura Arbórea (ha)	Percentual de Cobertura (ha)
1	1 / 2 / 3 / IEx / Tibagi / 2 / EST / FOM / SAV	175.030,08	28.890,26	16,51%
2	1 / 2 / IEx / Tibagi / 3 / EST / FOM	6.458,42	2.898,05	44,87%
3	1 / IEx / Iguaçú / 1 / FOM	1.825,36	1.641,17	89,91%
4	1 / MAII / Itararé / 2 / EST / FOM / SAV	85.919,77	20.967,01	24,40%
5	1 / MAII / Itararé / 3 / EST / FOM	1.065,39	530,12	49,76%
6	1 / MBg / Iguaçú / 2 / EST / FOM	55.172,76	15.293,28	27,72%
7	1 / MBg / Itararé / 2 / EST / FOM	35.232,22	6.522,76	18,51%
8	1 / MBg / Itararé / 3 / EST / FOM	1.743,46	687,82	39,45%
9	1 / MBg / Ribeira / 1 / EST / FOD / FOM	373.252,52	176.117,90	47,18%
10	1 / MBg / Ribeira / 2 / EST / FOM	250.738,92	129.510,46	51,65%
11	1 / MBg / Ribeira / 3 / FOM	3.111,39	1.852,79	59,55%
12	1 / S / MAII / Iguaçú / 2 / EST / FOM / FOD	445.343,46	124.496,48	27,96%
13	1 / S / MAII / Iguaçú / 3 / FOM / FOD	6.836,84	3.840,01	56,17%
14	1 / S / MAII / Ribeira / 1 / FOD / FOM	232.181,19	130.900,54	56,38%
15	1 / S / MAII / Ribeira / 2 / FOD / FOM	119.764,04	71.101,77	59,37%
16	1 / S / MAII / Ribeira / 3 / FOD / FOM	6.119,00	5.410,77	88,43%

17	1MAII / Tibagi / 2 / EST / FOM	135.947,00	20.837,50	15,33%
18	1S / IEx / Iguaçu / 2 / FOM / FOD	14.863,09	12.089,70	81,34%
19	1S / MAII / Iguaçu / 1 / EST / FOM / FOD	20.995,61	13.627,29	64,91%
20	2 / 3 / Ex / Ivai / 2 / FOM	277.280,18	57.022,54	20,56%
21	2 / 3 / IEx / Ivai / 1 / FES / FOM / SAV	1.477.249,30	77.412,05	5,24%
22	2 / 3 / IEx / Tibagi / 1 / FES / FOM / SAV	620.401,07	34.116,83	5,50%
23	2 / 3 / SAr / Ivai / 1 / FOM / FES / SAV	1.058.470,67	46.606,19	4,40%
24	2 / 3 / SAr / Tibagi / 1 / EST / FES / FOM	395.813,53	88.873,73	22,45%
25	2 / SAg / Cinzas / 1 / EST / FES / FOM / SAV	317.515,08	18.528,95	5,84%
26	2 / SAg / Cinzas / 2 / EST / FES / SAV	22.499,58	1.976,92	8,79%
27	2 / SAg / Iguaçu / 1 / FOM	262.136,51	91.250,70	34,81%
28	2 / SAg / Iguaçu / 2 / FOM	171.817,24	64.430,71	37,50%
29	2 / SAg / Iguaçu / 3 / FOM	6.337,52	4.784,35	75,49%
30	2 / SAg / Itararé / 1 / EST / FES / FOM	86.520,68	3.591,06	4,15%
31	2 / SAg / Itararé / 2 / EST	12.645,41	1.098,64	8,69%
32	2 / SAg / Ivai / 1 / EST / FES / FOM	680.374,00	114.027,71	16,76%
33	2 / SAg / Ivai / 2 / EST / FOM	133.858,36	38.836,85	29,01%
34	2 / SAg / Ivai / 3 / FOM	3.064,92	1.402,94	45,77%
35	2 / SAg / Tibagi / 1 / EST / FES / FOM / SAV	321.436,97	58.015,48	18,05%
36	2 / SAg / Tibagi / 2 / EST / FOM / SAV	255.613,35	39.859,80	15,59%
37	2 / SAg / Tibagi / 3 / FOM	1.672,75	210,45	12,58%
38	2 / SAr / Cinzas / 1 / EST / FES / FOM / SAV	287.093,73	28.488,54	9,92%
39	2 / SAr / Cinzas / 2 / EST / FOM / SAV	78.039,81	10.412,36	13,34%
40	2 / SAr / Cinzas / 3 / EST	6.650,52	379,96	5,71%
41	2 / SAr / Iguaçu / 1 / EST / FOM	233.786,21	88.652,13	37,92%
42	2 / SAr / Iguaçu / 2 / EST / FOM	262.785,89	81.055,51	30,84%
43	2 / SAr / Itararé / 1 / EST / FES / FOM	186.940,25	8.054,54	4,31%
44	2 / SAr / Itararé / 2 / EST / SAV	64.813,11	7.046,84	10,87%
45	2 / SAr / Itararé / 3 / EST / SAV	18.941,82	2.002,40	10,57%
46	2 / SAr / Tibagi / 2 / EST / FOM	555.202,04	113.890,62	20,51%
47	2 / SAr / Tibagi / 3 / EST / FOM	26.329,03	2.335,83	8,87%
48	3 / Ex / Parana_3 / 1 / FES	865.078,44	81.463,72	9,42%
49	3 / IEx / Cinzas / 1 / FES / FOM	253.364,47	11.351,76	4,48%
50	3 / IEx / Iguaçu / 1 / FOM / FES	2.412.232,93	434.252,36	18,00%
51	3 / IEx / Iguaçu / 2 / FOM / EST	1.368.354,91	468.230,26	34,22%
52	3 / IEx / Iguaçu / 3 / FOM / EST	306.834,48	149.317,44	48,66%
53	3 / IEx / Itararé / 1 / FES / FOM	6.902,62	343,41	4,98%
54	3 / IEx / Ivai / 3 / FOM	34.338,38	16.422,60	47,83%
55	3 / IEx / Paranapanema_1 / 1 / FES / FOM	103.372,07	4.030,87	3,90%
56	3 / IEx / Paranapanema_1 / 2 / FOM	1.050,90	148,63	14,14%
57	3 / IEx / Paranapanema_2 / 1 / FES	72.068,85	1.858,62	2,58%

58	3 / IEx / Paranapanema_3 / 1 / FES / FOM	220.828,57	11.348,31	5,14%
59	3 / IEx / Piquiri / 1 / FES / FOM	1.704.068,64	101.012,84	5,93%
60	3 / IEx / Piquiri / 2 / FOM	184.574,38	20.420,63	11,06%
61	3 / IEx / Piquiri / 3 / FOM	2.657,47	310,61	11,69%
62	3 / IEx / Pirapó / 1 / FES / FOM / SAV	296.383,37	9.226,76	3,11%
63	3 / SAg / Paranapanema_1 / 1 / FES / FOM	13.184,81	538,28	4,08%
64	3 / SAr / Parana_1 / 1 / FES	291.974,15	13.241,14	4,54%
65	3 / SAr / Parana_2 / 1 / FES	162.944,36	13.497,21	8,28%
66	3 / SAr / Parana_3 / 1 / FES	5.921,47		0,00%
67	3 / SAr / Paranapanema_1 / 1 / FES	6.278,08	270,86	4,31%
68	3 / SAr / Paranapanema_3 / 1 / FES	157.410,74	5.595,50	3,55%
69	3 / SAr / Paranapanema_4 / 1 / FES	415.888,82	21.951,05	5,28%
70	3 / SAr / Piquiri / 1 / FES	510.115,20	17.836,51	3,50%
71	3 / SAr / Pirapó / 1 / FES	215.005,41	6.233,61	2,90%
72	P / MAII / Litoranea / 1 / FOD	151.501,01	137.127,08	90,51%
73	P / SAg / Litoranea / 1 / FOD	71.945,98	57.664,46	80,15%
74	P / SAr / Litoranea / 1 / FOD	106.837,59	88.869,03	83,18%
75	S / IEx / Iguaçu / 3 / FOD	1.310,51	1.219,26	93,04%
76	S / IEx / Litoranea / 2 / FOD	2.253,69	2.113,25	93,77%
77	S / MAII / Litoranea / 1 / FOD	144.222,61	143.152,35	99,26%
78	S / MAII / Litoranea / 2 / FOD	17.777,06	17.396,45	97,86%
79	S / MAII / Litoranea / 3 / FOD	8.266,49	7.406,14	89,59%
80	S / SAg / Litoranea / 1 / FOD	2.716,81	2.683,90	98,79%
81	S / SAr / Litoranea / 1 / FOD	1.942,85	1.941,59	99,94%

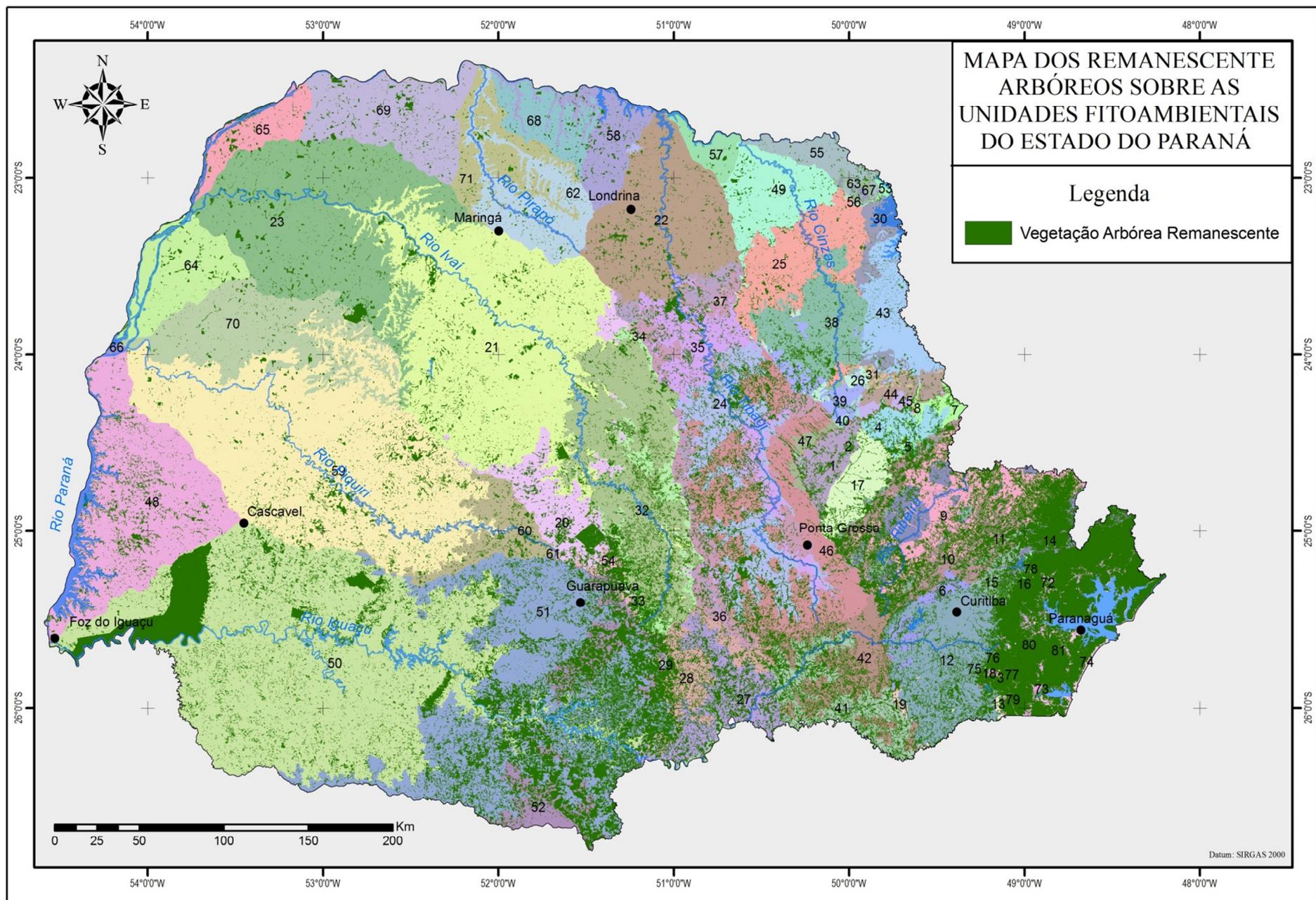


FIGURA 25 – MAPA DOS REMANESCENTES ARBÓREOS SOBRE AS UNIDADES FITOAMBIENTAIS DO ESTADO DO PARANÁ, FONTE: O AUTOR

É importante ressaltar que em determinadas UFA's, o baixo percentual de cobertura vegetal arbórea não reflete, necessariamente, o grau de conservação destes ambientes, pois muitos deles possuem uma estrutura ecológica formada por comunidades herbáceo-arbustivas. Esta observação é pertinente principalmente às UFA's de cobertura estépica, que em sua estrutura vegetal, se apresenta, naturalmente como comunidades herbáceas e fragmentos de Floresta Ombrófila Mista (RODERJAN *et al.*, 2002).

Visto que a tipologia Estepe recobre apenas 10% do Estado, a existência de cobertura vegetal arbórea sobre as UFA's, será considerada a variável determinante na conservação destes ambientes no decorrer das considerações do presente trabalho.

Do ponto de vista conservacionista, é importante não apenas quantificar a área com cobertura arbórea de cada uma das UFA's, mas também avaliar o grau de fragmentação de cada uma destas áreas, em virtude da fragmentação de ambientes ser a maior ameaça para a biodiversidade e conservação de ecossistemas (SPIES *et al.*, 1994; LATHROP; BOGNAR, 1998).

A análise de fragmentos não foi realizada, visto que além de não fazer parte dos objetivos do presente trabalho, a escala resultante de mapeamento oriundos de imagens landsat, com resolução espacial de 30 metros, não confere exatidão e respectiva confiabilidade para análises espaciais de fragmentos muito pequenos.

No intuito de um melhor entendimento da atual situação ambiental do Estado, foi elaborado um mapa temático com classes de percentual de cobertura das UFA's, proporcionando a visualização da paisagem preservada, bem como o cenário de degradação dos nossos ecossistemas (FIGURA 26 e APÊNDICE I).

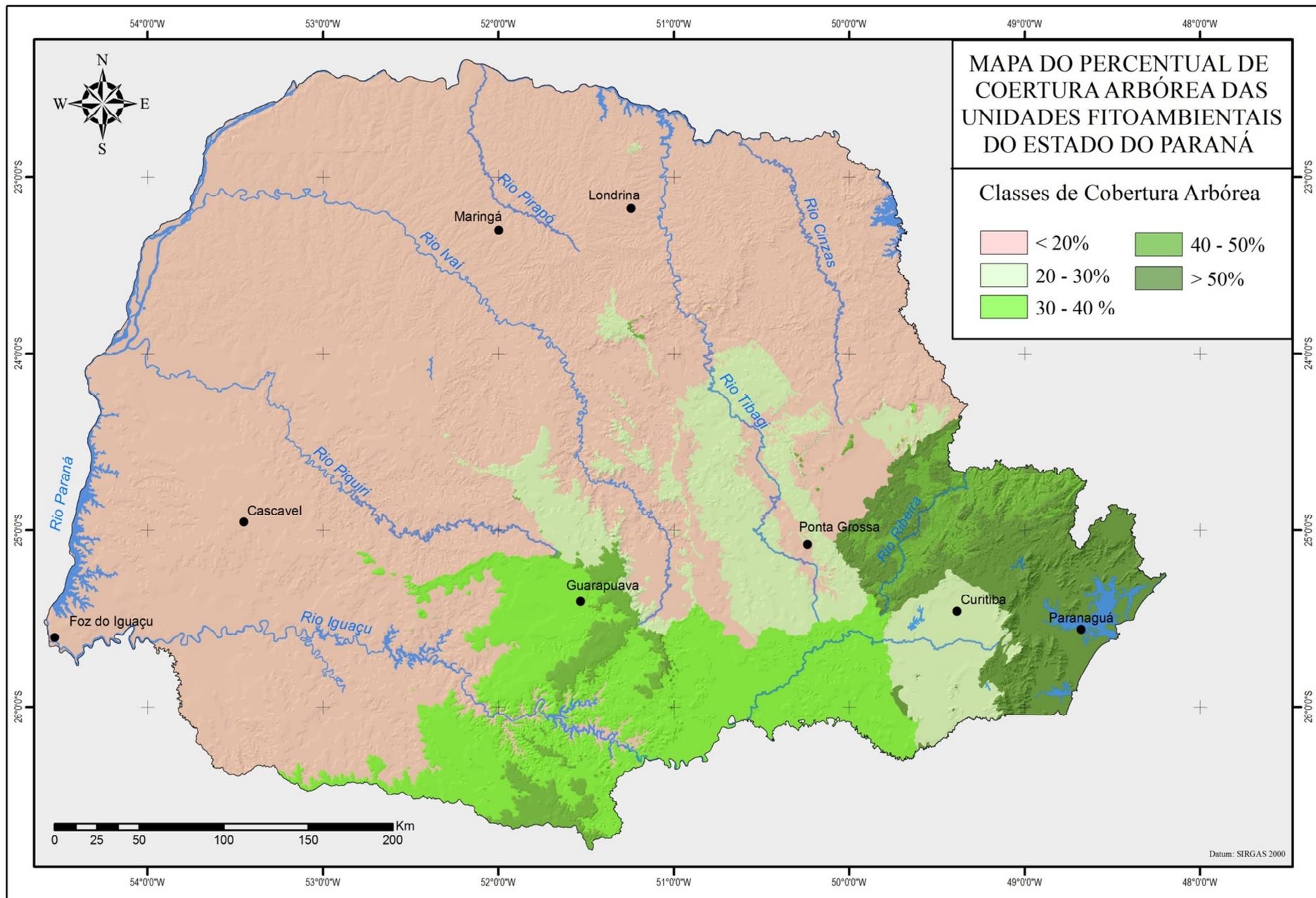


FIGURA 26 – MAPA DO PERCENTUAL DE COBERTURA ARBÓREA DAS UNIDADES FITOAMBIENTAIS DO ESTADO DO PARANÁ, FONTE: O AUTOR

Em uma análise geral pode-se verificar que 58 UFA's, ou seja, 71% das unidades, que juntas perfazem em torno de 18 milhões de hectares, representantes de 90% da superfície do estado, possuem menos de 50% de suas extensões recobertos por remanescentes florestais.

Realizando esta mesma análise, porém pelo prisma da legislação ambiental estadual vigente (DECRETO Nº 387 - 02/03/1999 em PARANÁ, 1999), que considera suficiente a preservação de 20% da vegetação original de um ecossistema, verifica-se que 39 unidades, ou seja, 48% das Ufa's, que juntas totalizam em torno de 11 milhões de hectares, possuem menos de 20% de suas áreas recobertas por comunidades arbóreas.

## 5.7 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

No intuito de verificar a efetividade conservacionista das Unidades de Conservação do Estado do Paraná, foi realizada uma simulação, onde foi retirada a cobertura vegetal das Áreas de Proteção Ambiental estaduais e federais, bem como dos Parques Estaduais e Nacionais, criando uma paisagem hipotética, como se tais áreas não tivessem sido protegidas pela legislação e se apresentassem sem nenhuma cobertura arbórea.

Esta simulação proporcionou uma nova tabela de cobertura arbórea das UFAS (TABELA 9), bem como seu respectivo mapa temático de classes de percentual de cobertura (FIGURA 27).

TABELA 9 – REDUÇÃO EM ÁREA DE COBERTURA ARBÓREA DAS UFA'S DESCONSIDERANDO A COBERTURA DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

UFA's (N)	UFA	Área Total (ha)	Cobertura Arbórea (ha)	Cobertura Arbórea sem as UC's (há)	Percentual de Redução de Cobertura (%)
1	1 / 2 / 3 / IEx / Tibagi / 2 / EST / FOM / SAV	175.030,08	28.890,26	26.182,61	9,4%
2	1 / 2 / IEx / Tibagi / 3 / EST / FOM	6.458,42	2.898,05	2.741,47	5,4%
3	1 / IEx / Iguaçu / 1 / FOM	1.825,36	1.641,17	177,28	89,2%
4	1 / MAII / Itararé / 2 / EST / FOM / SAV	85.919,77	20.967,01	18.120,66	13,6%
5	1 / MAII / Itararé / 3 / EST / FOM	1.065,39	530,12	364,15	31,3%
6	1 / MBg / Iguaçu / 2 / EST / FOM	55.172,76	15.293,28	12.485,77	18,4%
7	1 / MBg / Itararé / 2 / EST / FOM	35.232,22	6.522,76	4.209,06	35,5%
8	1 / MBg / Itararé / 3 / EST / FOM	1.743,46	687,82	352,90	48,7%
9	1 / MBg / Ribeira / 1 / EST / FOD / FOM	373.252,52	176.117,90	159.723,34	9,3%
10	1 / MBg / Ribeira / 2 / EST / FOM	250.738,92	129.510,46	110.759,17	14,5%

11	1 / MBg / Ribeira / 3 / FOM	3.111,39	1.852,79	1.852,79	0,0%
12	1 / S / MAII / Iguacu / 2 / EST / FOM / FOD	445.343,46	124.496,48	99.836,01	19,8%
13	1 / S / MAII / Iguacu / 3 / FOM / FOD	6.836,84	3.840,01	476,43	87,6%
14	1 / S / MAII / Ribeira / 1 / FOD / FOM	232.181,19	130.900,54	81.904,68	37,4%
15	1 / S / MAII / Ribeira / 2 / FOD / FOM	119.764,04	71.101,77	64.522,44	9,3%
16	1 / S / MAII / Ribeira / 3 / FOD / FOM	6.119,00	5.410,77	2.466,09	54,4%
17	1MAII / Tibagi / 2 / EST / FOM	135.947,00	20.837,50	17.413,67	16,4%
18	1S / IEx / Iguacu / 2 / FOM / FOD	14.863,09	12.089,70	4.100,03	66,1%
19	1S / MAII / Iguacu / 1 / EST / FOM / FOD	20.995,61	13.627,29	6.115,05	55,1%
20	2 / 3 / Ex / Ivai / 2 / FOM	277.280,18	57.022,54	52.171,43	8,5%
21	2 / 3 / IEx / Ivai / 1 / FES / FOM / SAV	1.477.249,30	77.412,05	76.173,00	1,6%
22	2 / 3 / IEx / Tibagi / 1 / FES / FOM / SAV	620.401,07	34.116,83	33.412,01	2,1%
23	2 / 3 / SAr / Ivai / 1 / FOM / FES / SAV	1.058.470,67	46.606,19	43.419,20	6,8%
24	2 / 3 / SAr / Tibagi / 1 / EST / FES / FOM	395.813,53	88.873,73	87.894,41	1,1%
25	2 / SAg / Cinzas / 1 / EST / FES / FOM / SAV	317.515,08	18.528,95	18.505,40	0,1%
26	2 / SAg / Cinzas / 2 / EST / FES / SAV	22.499,58	1.976,92	1.632,46	17,4%
27	2 / SAg / Iguacu / 1 / FOM	262.136,51	91.250,70	91.247,41	0,0%
28	2 / SAg / Iguacu / 2 / FOM	171.817,24	64.430,71	50.415,77	21,8%
29	2 / SAg / Iguacu / 3 / FOM	6.337,52	4.784,35	28,20	99,4%
30	2 / SAg / Itararé / 1 / EST / FES / FOM	86.520,68	3.591,06	3.470,80	3,3%
31	2 / SAg / Itararé / 2 / EST	12.645,41	1.098,64	666,56	39,3%
32	2 / SAg / Ivai / 1 / EST / FES / FOM	680.374,00	114.027,71	112.843,42	1,0%
33	2 / SAg / Ivai / 2 / EST / FOM	133.858,36	38.836,85	27.324,20	29,6%
34	2 / SAg / Ivai / 3 / FOM	3.064,92	1.402,94	337,77	75,9%
35	2 / SAg / Tibagi / 1 / EST / FES / FOM / SAV	321.436,97	58.015,48	57.476,46	0,9%
36	2 / SAg / Tibagi / 2 / EST / FOM / SAV	255.613,35	39.859,80	38.594,78	3,2%
37	2 / SAg / Tibagi / 3 / FOM	1.672,75	210,45	210,45	0,0%
38	2 / SAr / Cinzas / 1 / EST / FES / FOM / SAV	287.093,73	28.488,54	28.432,14	0,2%
39	2 / SAr / Cinzas / 2 / EST / FOM / SAV	78.039,81	10.412,36	7.549,00	27,5%
40	2 / SAr / Cinzas / 3 / EST	6.650,52	379,96	0,00	100,0%
41	2 / SAr / Iguacu / 1 / EST / FOM	233.786,21	88.652,13	88.051,40	0,7%
42	2 / SAr / Iguacu / 2 / EST / FOM	262.785,89	81.055,51	72.069,13	11,1%
43	2 / SAr / Itararé / 1 / EST / FES / FOM	186.940,25	8.054,54	7.653,20	5,0%
44	2 / SAr / Itararé / 2 / EST / SAV	64.813,11	7.046,84	2.366,65	66,4%
45	2 / SAr / Itararé / 3 / EST / SAV	18.941,82	2.002,40	20,37	99,0%
46	2 / SAr / Tibagi / 2 / EST / FOM	555.202,04	113.890,62	100.456,06	11,8%
47	2 / SAr / Tibagi / 3 / EST / FOM	26.329,03	2.335,83	310,43	86,7%
48	3 / Ex / Parana_3 / 1 / FES	865.078,44	81.463,72	81.265,51	0,2%
49	3 / IEx / Cinzas / 1 / FES / FOM	253.364,47	11.351,76	10.993,68	3,2%
50	3 / IEx / Iguacu / 1 / FOM / FES	2.412.232,93	434.252,36	270.682,69	37,7%
51	3 / IEx / Iguacu / 2 / FOM / EST	1.368.354,91	468.230,26	417.840,55	10,8%

52	3 / IEx / Iguaçu / 3 / FOM / EST	306.834,48	149.317,44	116.756,15	21,8%
53	3 / IEx / Itararé / 1 / FES / FOM	6.902,62	343,41	343,41	0,0%
54	3 / IEx / Ivai / 3 / FOM	34.338,38	16.422,60	4.850,03	70,5%
55	3 / IEx / Paranapanema_1 / 1 / FES / FOM	103.372,07	4.030,87	4.030,87	0,0%
56	3 / IEx / Paranapanema_1 / 2 / FOM	1.050,90	148,63	148,63	0,0%
57	3 / IEx / Paranapanema_2 / 1 / FES	72.068,85	1.858,62	1.858,62	0,0%
58	3 / IEx / Paranapanema_3 / 1 / FES / FOM	220.828,57	11.348,31	11.280,86	0,6%
59	3 / IEx / Piquiri / 1 / FES / FOM	1.704.068,64	101.012,84	100.905,74	0,1%
60	3 / IEx / Piquiri / 2 / FOM	184.574,38	20.420,63	20.420,63	0,0%
61	3 / IEx / Piquiri / 3 / FOM	2.657,47	310,61	310,61	0,0%
62	3 / IEx / Pirapó / 1 / FES / FOM / SAV	296.383,37	9.226,76	9.226,76	0,0%
63	3 / SAg / Paranapanema_1 / 1 / FES / FOM	13.184,81	538,28	538,28	0,0%
64	3 / SAr / Parana_1 / 1 / FES	291.974,15	13.241,14	5.294,84	60,0%
65	3 / SAr / Parana_2 / 1 / FES	162.944,36	13.497,21	2.732,79	79,8%
66	3 / SAr / Parana_3 / 1 / FES	5.921,47		0,00	0,0%
67	3 / SAr / Paranapanema_1 / 1 / FES	6.278,08	270,86	270,86	0,0%
68	3 / SAr / Paranapanema_3 / 1 / FES	157.410,74	5.595,50	5.594,92	0,0%
69	3 / SAr / Paranapanema_4 / 1 / FES	415.888,82	21.951,05	21.893,47	0,3%
70	3 / SAr / Piquiri / 1 / FES	510.115,20	17.836,51	17.836,51	0,0%
71	3 / SAr / Pirapó / 1 / FES	215.005,41	6.233,61	6.233,61	0,0%
72	P / MAII / Litoranea / 1 / FOD	151.501,01	137.127,08	36.954,80	73,1%
73	P / SAg / Litoranea / 1 / FOD	71.945,98	57.664,46	20.026,48	65,3%
74	P / SAr / Litoranea / 1 / FOD	106.837,59	88.869,03	29.060,28	67,3%
75	S / IEx / Iguaçu / 3 / FOD	1.310,51	1.219,26	16,22	98,7%
76	S / IEx / Litoranea / 2 / FOD	2.253,69	2.113,25	22,58	98,9%
77	S / MAII / Litoranea / 1 / FOD	144.222,61	143.152,35	12.798,43	91,1%
78	S / MAII / Litoranea / 2 / FOD	17.777,06	17.396,45	3.732,70	78,5%
79	S / MAII / Litoranea / 3 / FOD	8.266,49	7.406,14	1.968,69	73,4%
80	S / SAg / Litoranea / 1 / FOD	2.716,81	2.683,90	0,00	100%
81	S / SAr / Litoranea / 1 / FOD	1.942,85	1.941,59	0,00	100%
<b>TOTAL</b>			<b>3.700.056,8</b>	<b>2.832.425,91</b>	<b>23,45%</b>

Observando a tabela 9 acima, verifica-se uma redução para 2.832.425,91 hectares, representantes de 23,45% de toda a vegetação arbórea remanescente do Estado, demonstrando a grande importância que as Unidades de Conservação assumem na preservação da natureza. Também pode ser observado que a preservação das unidades 29, 40, 45, 76, 77, 80 e 81, está completamente condicionada à existência das UC's. O cenário simulado da retirada da cobertura arbórea das UC's, pode ser visualizado na figura 27.

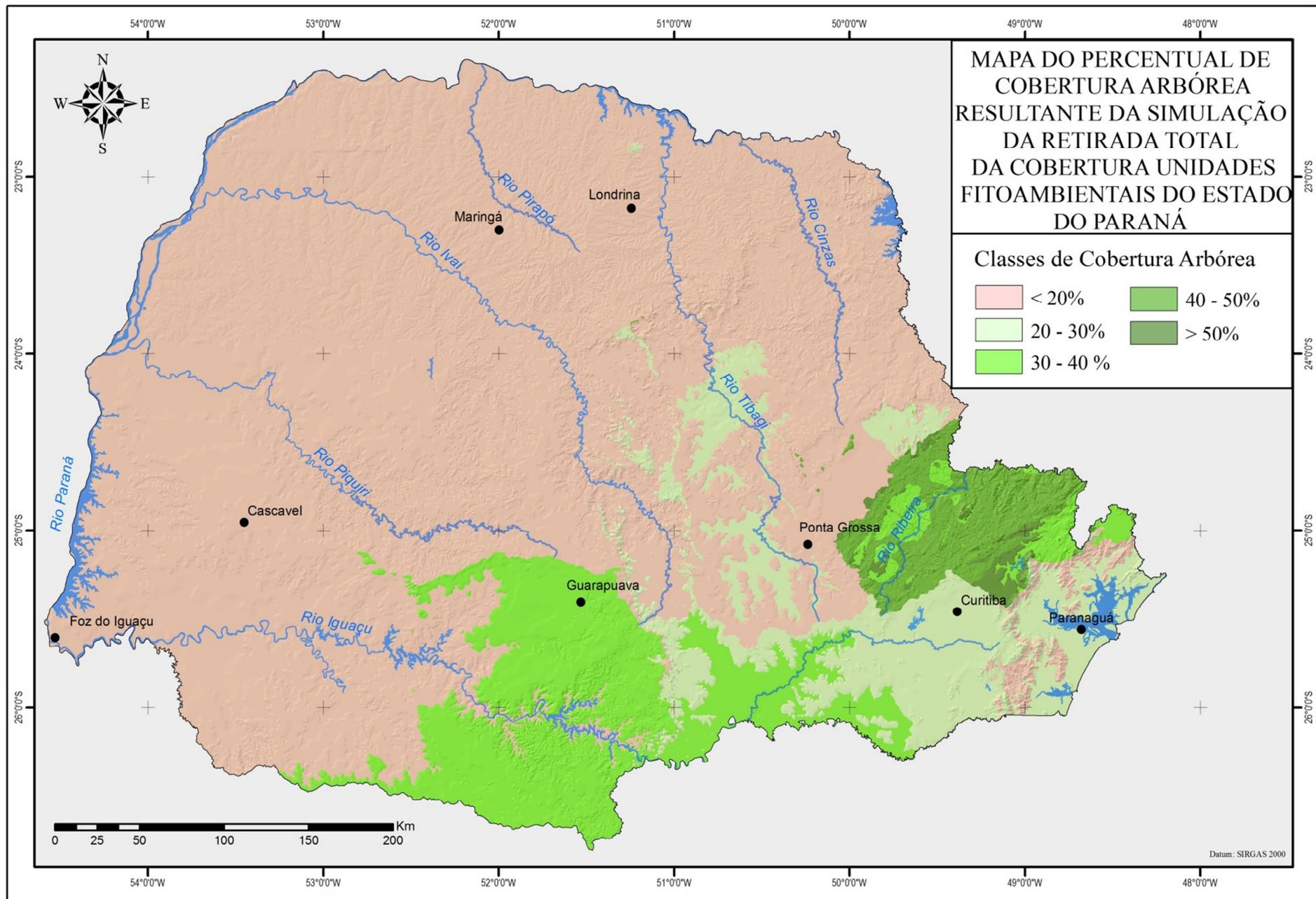


FIGURA 27 - MAPA DA COBERTURA ARBÓREA DAS UFA'S DESCONSIDERANDO A COBERTURA DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, FONTE: O AUTOR

## 6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

A metodologia aplicada para o mapeamento por meio de imagens do satélite Landsat 5, concretizou uma forma rápida para obtenção de resultados satisfatórios referentes à cobertura arbórea em nível estadual. Porém, a conferência e respectiva correção deste mapeamento, apresentou-se em um processo altamente metódico e demorado, mas que por sua vez, lapidou os resultados e possibilitou que estes reflitam, mais detalhadamente, a paisagem conformada pelos remanescentes arbóreos do Estado do Paraná.

O resultado geral da área total ocupada por remanescentes arbóreos, não demonstrou apenas o dado bruto quantitativo das áreas protegidas por vegetação, mas também mostrou-se como uma informação fundamental para o entendimento e consequente gerenciamento ambiental do Estado, consolidando a ideia de que devem ser desenvolvidos projetos que visem o mapeamento periódico e paralelo monitoramento destas comunidades.

O uso do Sensoriamento Remoto com técnicas automáticas e visuais, aliado ao Sistema de Informações Geográficas constituiu uma ferramenta singular para execução do estudo, pois possibilitou, não apenas a realização do mapeamento, mas também maximizou o potencial de análise conjuntural do trabalho.

Em virtude das diferentes escalas dos mapas utilizados na construção das Unidades Fitoambientais, deve-se ressaltar a possibilidade da ocorrência de erros espaciais, se estes forem analisados em escalas maiores. Sendo assim, recomenda-se o desenvolvimento de projetos de mapeamento em escalas maiores e que propiciem resultados mais verossímeis.

Para uma maximização do potencial de caracterização ambiental das UFA's, recomenda-se que estas sejam relacionadas ao Mapeamento da Vulnerabilidade Geoambiental do Estado do Paraná (SANTOS *et al.*, 2007), objetivando a identificação das áreas prioritárias à conservação dentro de cada unidade.

A proteção de UFA's, por meio de Unidades de conservação, se mostrou altamente correlata, indicando a evidente necessidade da criação de novas UC's

que venham a contemplar o maior número de UFA's possível, reduzindo a possibilidade da perda irreversível destes ecossistemas únicos.

A abordagem conservacionista, por meio da interação de fatores ambientais, elucidou-se como sendo uma premissa básica na análise e entendimento de ecossistemas, pois estes expressam o resultado natural da comunhão destes fatores e são, conseqüentemente, reféns da preservação dos mesmos.

Independente da abordagem temática ou da técnica utilizada para o entendimento e conservação de ecossistemas, é de suma importância que sejam consideradas e respectivamente mapeadas as áreas úmidas do Estado (PARANÁ, 2008).

São consideradas áreas úmidas, as porções da paisagem constituídas por solos hidromórficos, representadas principalmente pelas Formações Pioneiras de Influência Flúvio-lacustre (várzeas), que possuem um papel ecológico singular na regulação hídrica de um ecossistema e são protagonistas no cenário homeostático da natureza.

## REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Os domínios morfoclimáticos da América do Sul. Primeira aproximação. **Geomorfologia**, São Paulo, v. 52, p. 1-22, 1977.
- ÁGUAS PARANÁ. INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. **Mapa de bacias hidrográficas do estado do Paraná**. Disponível em: < [http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/DADOS%20ESPACIAIS/Bacias\\_Hidrograficas\\_A4.jpg](http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/DADOS%20ESPACIAIS/Bacias_Hidrograficas_A4.jpg)> Acesso em: 19 de julho de 2011.
- ANJOS, L. Consequências biológicas da fragmentação no norte do Paraná. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, p. 87-94, 1998.
- ANTENUCCI, J. C.; BROWN, K.; CROSWELL, P. L.; KEVANY, M. J.; ARCHER, H. **Geographic Information Systems: A guide to the technology**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 301 p.
- ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2.ed. EMBRAPA/Serviço de Produção de Informação: Brasília, 1998. 434 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico 2013 – Ano base 2012**. Disponível em: <http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp>. Acesso em: 16 de julho de 2013.
- AUGUSTIN, C. R. **Unidades Fitoambientais II - uma nova proposta de compartimentação ecológica. Estudo de caso: o Estado do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013, (no prelo).
- BARRET, E. C.; CURTIS, L. **Introduction to enviromental remote sensing**. Londres: Chapman e Hall, 1992. 446 p.
- BERNSTEIN, R.; FERNEYHOUGH, D. G. **Digital image processing: photogrammetric engineering**, v. 41, 1975. p. 1465-1476.
- BERNSTEIN, R. Image geometry and retification. In: COLWELL, R. N. (Ed.). **Manual of Remote Sensing**, Falls Church, Va American Society of Photogrametry, Virginia. 1983. p. 873-922.
- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. dos. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. v. 1 e 2. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994.
- BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R.; PINTO, V. M. (eds.). Geologia do Pré-Devoniano e intrusivas subsequentes da porção oriental do estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n. 23, 1967.

- BINOTI, M. L. M. S. ; PEREIRA, G. P. M. . Avaliação de algoritmos de classificação supervisionada para imagens do Cbers-2 da Região do Parque Estadual do Rio Doce-MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 2007, Florianópolis. **Anais...**, Florianópolis: INPE, 2007, p. 6223-6228.
- BOLÒS, O. de; CERVI, A. C.; HATSCHBACH, G. Estudios sobre la vegetación del estado de Paraná (Brasil meridional). **Collectanea Botanica**, Barcelona, v. 20, p. 79-182, 1991.
- BRAGAGNOLO, N.; PAN, W; THOMAS, J. C. **Solo**: uma experiência em manejo e conservação. Curitiba: Ed. do Autor, 1997. 102 p.
- BROWN, J. H.; LAMOLINO, M. V. **Biogeografia**. 2 ed. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2006. 691 p.
- BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information Systems for Earth Resources Assessment**. Oxford, UK: Clarendon Press, 1986. 193 p.
- CASTELLA, P. R.; BRITZ, R. M. de (Org.). **A floresta com araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais**. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira - PROBIO. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 233 p.
- CAVASSIM JUNIOR, I.; CENTENO, J. Classificação de uma imagem Ikonos utilizando as técnicas "pixel a pixel" e análise orientada a região. In: COLÓQUIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS, 3, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2003.
- CERQUEIRA, J. A. C.; ALVES, A. de O. Classificação de Imagens de Alta Resolução Espacial para o Mapeamento do Tipo de Pavimento Urbano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3., Recife, 2010. **Anais...** Recife, 2010. p. 0-01.
- CHUVIECO, E. **Fundamentos de Teledetección Espacial**. Madrid: Ediciones Rialp S.A., 1990. 453 p.
- CURCIO, G. R. Principais tipos de solos da planície litorânea do estado do Paraná e suas distribuições na paisagem. **Texto informativo**. EMBRAPA Florestas – Colombo / PR, Curitiba, 2002.
- CURCIO, G. R. **Relações entre a geologia, geomorfologia, pedologia e fitossociologia nas planícies fluviais do Rio Iguaçu, Paraná, Brasil**. 488 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- COHEN, J. A coefficient of agreement for nominal scales. **Educational and Measurement**, v. 20, n. 1, p. 37-46, 1960.
- COUTO, L. C. O. **Geoprocessamento: conceito e prática**. Disponível em: <<http://w>

[www.crea-mg.org.br/03\\_Gab\\_GCM\\_publicaes/Geoprocessamento.pdf](http://www.crea-mg.org.br/03_Gab_GCM_publicaes/Geoprocessamento.pdf)>. Acesso em: 03/12/2012.

D'ALGE, J. C. L. . Qualidade geométrica de imagens TM do LANDSAT-5. In: Congresso Brasileiro de Cartografia, 8., 1987, Brasília. **Anais...**, Brasília: INPE, 1987. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/~julio/arquivos/Cbc87.PDF>. Acesso em: 13 de setembro de 2012.

DISPERATI, A. A. Aplicação de métodos computadorizados em mapeamento florestal. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 12, n. 2, p.13-22, 1981.

EASTMAN, J. R.; McKENDRY, J. E.; FULK, M. A. Change and Time Series Analysis. UNITAR. Clark University, Worcester, USA. Second Edition, 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná** – Tomo I. Curitiba: EMBRAPA – SNLCS/SUDESUL/IAPAR. 1984. 414 p.

ENGESAT. **Landsat 5 TM** – Ficha técnica resumida. Disponível em: <<http://www.engesat.com.br/?system=news&action=read&id=528>>. Acesso em: 15/12/2012.

EOSAT. **Landsat thematic mapper imagery**. Maryland: Earth Observation satellite Company catalogue, 1990.

EPIPHANIO, J. C. N.; GLERIAN, J.; FORMAGIO, A. R.; RUDORFF, B. F. T. Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 6, p. 445-454, 1996.

ERDAS. **Manual Erdas Image 8.1**, Atlanta, 1994. 628 p.

FERRETTI, A. R.; BORGES, R. S.; BRITZ, R. M. Os estados da Mata Atlântica: Paraná. In.: CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. **Mata Atlântica – uma rede pela floresta**. Brasília: RMA, 2006. p. 58-76.

FULLER, R. M; GROOM, G. B; JONES, A. R. The land cover map of Great Britain - Automated Classification of Landsat thematic mapper. **Photogrammetric engineering and remote sensing**, v. 60, n. 5, p. 553-562, 1994.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica no período de 2005-2008**. Relatório Parcial, São Paulo, 2009.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica no período de 2008-2010**. Dados parciais dos estados avaliados até maio de 2010, São Paulo, 2011.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica no período de 2011-2012**, São Paulo, 2012.

GALVÃO, F. AUGUSTIN, C. A ciência a serviço da sustentabilidade ambiental – as Unidades Fitoambientais como alternativa aos impasses do novo Código Florestal. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 41, n. 3, p. 667-678, 2011.

GALVÃO, F.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S.; ZILLER, S. R. Composição florística e fitossociologia de caxetais do litoral do estado do Paraná – Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 32, n. 1, p. 17-39, 2002.

GOODCHILD, M. F.; KEMP, K. K. NCGIA Core Curriculum in GIS. **National Center for Geographic Information and Analysis**, University of California, Santa Barbara, CA, 1990.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Processamento de Imagens Digitais**. 1.ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2000. 509 p.

GUBERT FILHO, F. A. Levantamento de Áreas de Relevante Interesse Ecológico no Estado do Paraná. In.: CONGRESSO FLORESTAL DO PARANÁ, 2., 1988, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Instituto Florestal do Paraná, 1988. p. 136-160.

GUBERT FILHO, F. A. O desflorestamento do Paraná em um século. In.: SONDA, C.; TRAUZINSKI, S. C. **Reforma agrária e meio ambiente: teoria e prática no estado do Paraná**. Curitiba: ITCG, 2010. p. 15-26.

HE, H. S.; MLADENOFF, D. J.; RADELOFF, V. C.; CROW, T. R. Integration of GIS data and classified satellite Imagery for regional forest assessment. **Ecological Applications**, v. 8, n. 4, p. 1072-1083, 1998.

HERRMANN, M. L. P.; ROSA, R. O. Relevô. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. p. 59-83.

HERNANDEZ FILHO, P; SARAIVA, I. R. Análise temporal das alterações na vegetação do Parque de Jacupiranga através de tratamento digital das imagens landsat. In.: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE SENSORIAMENTO REMOTO, SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 4., 1986, Gramado. **Anais...** Gramado: INPE, 1986. v. 1, p. 785-790.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Cartas climáticas do Paraná**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>>. Acesso em 11/11/2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de clima do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. Escala 1:5.000.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 ed., revista e ampliada. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 275 p.

INSTITUTO DE TERRAS CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS (ITCG). **Produtos cartográficos**. Disponível em: <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=47>>. Acesso em: 22 out. 2012.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Paraná em números** – dados de 2010. Disponível em: <[http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg\\_conteudo=1&cod\\_conteudo=1](http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg_conteudo=1&cod_conteudo=1)>. Acesso em 25/07/2013.

JANSSEN, R.; RIETVELD, P. Multicriteria analysis and GIS: Na application to agricultural land use in the Netherlands. In: SCHOLTEN, H. J.; STILLWELL, J. C. H. (Eds.), **Geographical Information Systems and Urban and Regional Planning**. Kuwer Academic Publishers, Dordrecht. 1990.

JENSEN, J. R. **Introductory digital image processing**. Englewood Clifs, NJ, Prentice-Hall, 1986. 379 p.

JUSTUS, J. de O. Hidrografia. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: 1990. p.190-218.

KEISLER, J. M.; SUNDELL, R. C. Combining multi-attribute utility and geographic information for boundary decision: an application to park planning. **Journal of Geographic Information and Decision Analysis**, v. 1, n. 2, p. 101-118, 1997.

KERSTEN, R. de A. **Epifitismo vascular na Bacia do Alto Iguaçu, Paraná**. 218 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

KOZERA, C.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R. Espécies vasculares de uma área de campos naturais do sul do Brasil em diferentes unidades pedológicas e regimes hídricos. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 267-274, 2012.

LATHROP, R. G.; BOGNAR, J. A. Applying GIS and landscape ecological principles to evaluate land conservation alternatives. **Landscape and Urban Planning**, n. 41, p. 27-41, 1998.

LAUER, D. Production process for extracting information from satellite data. In: DENÉGRE, J. **Thematic Mapping from Satellite imagery guide book on behalf of international cartographic association**. Pergamin Press, 1994. p .32-46.

LAVINA, E.; FAUTH, G. Evolução geológica da América do Sul nos últimos 250 milhões de anos. In: CARVALHO, C.; ALMEIDA, E. (Org.). **Biogeografia da América do Sul**: padrões e processos. São Paulo: Roca, v. 1, 2010. p. 3-13.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: IBGE: **Geografia do Brasil**; região Sul. Rio de Janeiro: IBGE, v. 2, 1990.

LEITE, P. F. **As diferentes unidades fitoecológicas da Região Sul do Brasil. Proposta de classificação**. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

LIGHT, D. Characteristics of remote sensor for earth science applications. **Photogrametric Engineering e Remote Sensing**, n. 12, p. 1613-1623, 1990.

LILLESAND, T.; KIEFER, R. W. **Remote Sensing and Image Interpretation**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1994. 612 p.

LOURENÇO, R. W.; LANDIM, P. M. B. Estudo da variabilidade do “Índice de vegetação por diferença normalizada/NDVI” utilizando krigagem indicativa. **Holos Environment**, Rio Claro, v. 4, n. 1, p. 38-55, 2004.

MAACK, R. Breves notícias sobre a geologia dos estados do Paraná e Santa Catarina. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 11, p. 63-154, 1947.

MAACK, R. **Mapa fitogeográfico do Estado do Paraná**. Curitiba: IBPT-SAIC/INP. 1950. Escala 1:750.000.

MAACK, R. O ritmo da devastação das matas no Estado do Paraná. **Ciência e Cultura**, Curitiba, v. 15, n. 1, p. 25-34, 1963.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. BRDE/ IBPT/ UFPR, Editora Max Roesner, Curitiba, 1968. 350 p.

MAACK, R.; **Geografia Física do Estado Paraná**, 2.ed., Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, Curitiba, 1981. 450 p.

MANABE, V. D.; SILVA, J. dos S. V. da. Distribuição de formações pioneiras no Pantanal brasileiro. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 3., 2010, Cáceres, MT. **Anais...** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; São José dos Campos: INPE, 2010. p. 304-313.

MELGANI, F.; AL HASHEMY, B. A. R.; TAHA, S. M. R. An Explicit Fuzzy Supervised Classification Method for Multispectral Remote Sensing Images. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 38, n. 1, p. 287-295, jan. 2000.

MENESES, P. R. Principios de Sensoriamento Remoto. In: MENESES, P. R., ALMEIDA, T. de. (Org.). **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: UnB/CNPq, 2012. Livro digital. Disponível em:

[http://aneam.org.br/attachments/article/846/Livro\\_Sensoriamento\\_Remoto\\_UnB\\_CN\\_Pq\\_2012.pdf](http://aneam.org.br/attachments/article/846/Livro_Sensoriamento_Remoto_UnB_CN_Pq_2012.pdf). Acesso em: 3 de novembro de 2012.

MINERAIS DO PARANÁ (MINEROPAR). **Atlas Geológico do Estado do Paraná**. Curitiba: MINEROPAR, 2001.

MINERAIS DO PARANÁ (MINEROPAR). **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná**. Curitiba: MINEROPAR, 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO). **Relatório de Atividades PROBIO 2002-2004**. Brasília: PROBIO, 2004.

MONTGOMERY, G; SCHUCH, H. **GIS data conversion handbook**. Fort Collins: GIS World, Inc. 1993. 292 p.

MORO, R. S.; ROCHA, C. H.; TAKEDA, I. J. M.; KACZMARECH R. Análise da vegetação nativa da bacia do rio São Jorge, Ponta Grossa. **Publicatio UEPG**, v. 2, n. 1, p. 33-56, 1996.

NASA, **Earth System Science: a closer viewer**. NASA, Advisory Council Washington, DC, 1988.

NOGUCHI, M. T. G. **Um Sistema Baseado em Regras Fuzzy para Classificação Supervisionada de Imagens Multiespectrais de Alta Resolução**. 137 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda, 1992. 308 p.

PARANÁ. **Decreto nº 387 - 02/03/1999**. Instituído o Sistema de Manutenção, Recuperação e Proteção da Reserva Florestal Legal e Áreas de Preservação Permanente. – SEMA. Publicado no Diário Oficial Nº 5446 de 03/03/1999.

PARANÁ. Resolução Conjunta IBAMA/SEMA/IAP n. 5 de 28 de março de 2008. Disponível em: <  
[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao\\_ambiental/Legislacao\\_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO\\_CONJUNTA\\_IBAMA\\_SEMA\\_IAP\\_005\\_2008.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO_CONJUNTA_IBAMA_SEMA_IAP_005_2008.pdf)>. Acesso em: 13/08/2013.

PARANÁ. Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA). Resolução SEMA n. 20 de 03 de junho de 2008. Disponível em: <  
[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao\\_ambiental/Legislacao\\_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO\\_SEMA\\_20\\_2008.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO_SEMA_20_2008.pdf)>. Acesso em: 17/08/2012.

PAROLIN, M.; GUERREIRO, R. L.; KUERTEN, S.; MENEZES, H. R. Bacias hidrográficas paranenses. In: PAROLIN, M.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; LEANDRINI,

J. A. (org). **Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná**. Campo Mourão: Editora da Fecilcam, 2010. p. 61-103.

PEREIRA, J. M. C., DUCKSTEIN, L. A multiple criteria decision making approach to GIS-based land suitability evaluation. **International Journal of Geographical Information Systems**, v. 7, n. 5, p. 407-424, 1993.

PEREIRA, R. M.; BRITO, G. H. M.; MACEDO, M. A.; FERREIRA, A. A. Comparação entre os métodos de classificação supervisionada *maxver* e distância mínima na análise do uso e cobertura do solo na região do Alto Araguaia. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 9, JORNADA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO, 6, E SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2011, Anápolis. **Anais...** Anápolis: UEG, 2011.

PHUA, M.; MINOWA, M.A. GIS-based multi-criteria decision making approach to forest conservation planning at a landscape scale: a case study in the Kinabalu Area, Sabah, Malaysia. *Landscape and Urban Planning*, Amsterdam, v.71, p.207-222, 2005.

PONZONI, F. J.; GALVÃO, L. S.; EPIPHANIO, J. C. N. Influência da resolução espacial sobre a quantificação de áreas não florestadas em ambiente amazônico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...**, Foz do Iguaçu, 2001.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. 1 ed. São José dos Campos, SP: Parêntese Editora, 2007. 126 p.

PROGRAMA DE PROTEÇÃO DA FLORESTA ATLÂNTICA (PROATLANTICA). **Mapeamento da Floresta Atlântica do Estado do Paraná**, SEMA, 2002. 91 p.

PYE, J.; HENSHE, W.; EVANS, K. Control Points for Georegistering Images of the APA Guaraqueçaba. **Relatório interno**. U.S.D.A. Forest Service, North Carolina, USA, 1994.

QUEIROZ, R. B.; RODRIGUES, A. G.; GÓMEZ, A. T. Estudo Comparativo entre as Técnicas Máxima Verossimilhança Gaussiana e Redes Neurais na Classificação de Imagens IR-MSS CBERS 1. In: WORKSHOP DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO E SISTEMAS DA INFORMAÇÃO DA REGIÃO SUL, 1, 2004, Florianópolis. **Anais...**, Florianópolis, 2004.

RAMOS, N. R. **Rellenado de los gaps provocados por la falla del Scan Line Corrector en las imágenes Landsat 7 ETM+**. 49 f. Monografia (Licenciatura em Ciências da Computação). Facultad de Matemática y Computación. Universidad de La Habana, La Habana, 2009.

RIBEIRO, R. J. da C. ; BAPTISTA, G. M. de M.; BIAS, E. de S. Comparação dos métodos de classificação supervisionada de imagem Máxima Verossimilhança e Redes Neurais em Ambiente Urbano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. 3 p.

RICHARDS, J. A. **Remote sensing digital analysis: an introduction**. 2 nd ed. Berlin Springer-Verlag. 1993. 340 p.

RICHARDS, J. A. **Remote Sensing Digital Image Analysis – Na Introduction**. The Australian National University, Austrália. 1999. 355p

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar**, Ed. do Autor, Minas Gerais, Brasil, 2000, 219 p.

RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. Macrozoneamento Florístico da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba: APA – GUARAQUEÇABA. **FUPEF, Série Técnica**, 15, Curitiba, 1988. 53 p.

RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F.; HATSCHBACH, G. G. As Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 75-42, 2002.

ROSENFELD, G; FITZPATRICK-LINZ, K. Sampling for thematic map accuracy testing. **Photogrametric Engineering & Remote Sensing**, v. 48, p. 131-137, 1986.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia, FFLCH/USP**, São Paulo, v. 10. 1996.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P., SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F.; ROSS, J. L. S. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 07, p. 3-11, 2006.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALLI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F. Mapeamento da vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, n. 4, p. 812-820, 2007. Disponível em: [http://www.sbgeo.org.br/pub\\_sbg/rbg/vol37\\_down/3704/7971.pdf](http://www.sbgeo.org.br/pub_sbg/rbg/vol37_down/3704/7971.pdf). Acesso em: 04 de julho de 2011.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal, ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995. 64 p.

SCHOWENGERDT, R. A. **Techniques for image processing and classification in remote sensing**. Orlando: Academic Press, 1983. 249 p.

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO (SEED/PR). **Atlas do Paraná**. 2008.

SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (SEMA). **Bacias Hidrográficas do Paraná: Série Histórica**, 2010. 138 p.

SERRA, E. Noroeste do Paraná: o avanço das lavouras de cana e a nova dinâmica do uso do solo nas zonas de contato arenito-basalto. **Campo-Território: revista de geografia agrária**, Francisco Beltrão, PR, v. 5, n. 9, p. 89-111, 2010.

SILVA, S. M. Diagnóstico das restingas no Brasil. In: **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da zona costeira e marinha** [Internet]. São Paulo: Banco de Dados Tropical. (1999). Disponível em: [http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round7/round7/guias\\_r7/PERFURACAO\\_R7/refere/Restingas.pdf](http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round7/round7/guias_r7/PERFURACAO_R7/refere/Restingas.pdf). Acesso em: 24 de janeiro de 2013.

SOCIEDADE DE PESQUISA EM VIDA SELVAGEM E EDUCAÇÃO AMBIENTAL – SPVS. **Nossas Árvores: manual para recuperação da Reserva Florestal Legal**. Curitiba: FNMA, 1996. 84 p.

SPIES, T. A.; RIPPLE, W. J.; BRADSHAW, G. A. Dynamics and pattern of a managed coniferous forest landscape in Oregon. **Ecological Applications**, v. 4, n. 3, p. 555–568, 1994.

TRETIN, R.; DEPPE, F.; LOHMANN, M.; GRASSI, J. Monitoramento da evolução de cultivos de cana-de-açúcar nas safras 2008, 2009 e 2010 no estado do Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBSR, 2011. p. 599.

UHLMANN, A.; GALVÃO, F.; SILVA, S. M. Análise da estrutura de duas unidades fitofisionômicas de Savana (Cerrado) no Sul do Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 12 (3), p. 231-247, 1998.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada um Sistema Universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e ambientais, 1991. 124p.

VERGARA, O. R. ; KURKDJIAN, M. L. N. O. ; ALGE, J. C. L. D. ; PEREIRA, M. N. Conteúdo informativo e exatidão geométrica de dados TM-Landsat analógicos para a atualização de cartas topográficas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 18., 1997, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: SBC, 1997. p. 19-24. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/~julio/arquivos/Sbc97.pdf>. Acesso em: 25 de setembro de 2012.

VIANA, V. M.; TABANEZ, A. A. J.; BATISTA, J. L. F. Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic Moist Forest. In: LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD, R. O. (Ed.). **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: The University of Chicago Press, 1997. p. 351-365.

WATRIN, O. S **Estudo da dinâmica na paisagem da Amazônia Oriental através de técnicas de geoprocessamento**. 175 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José do Campos, 1994.

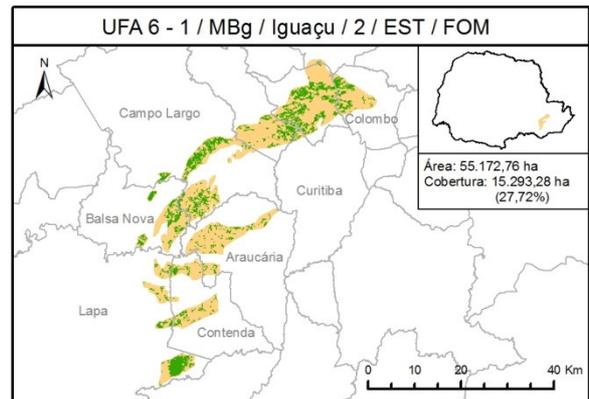
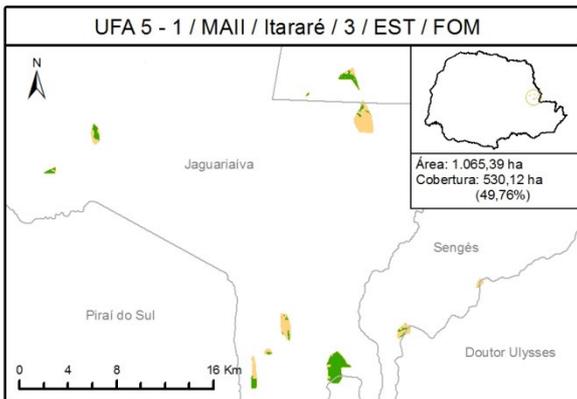
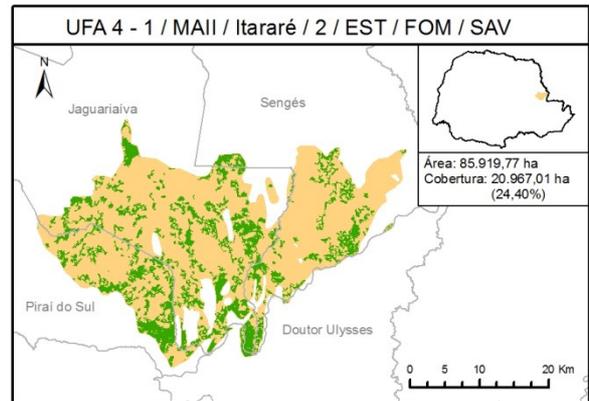
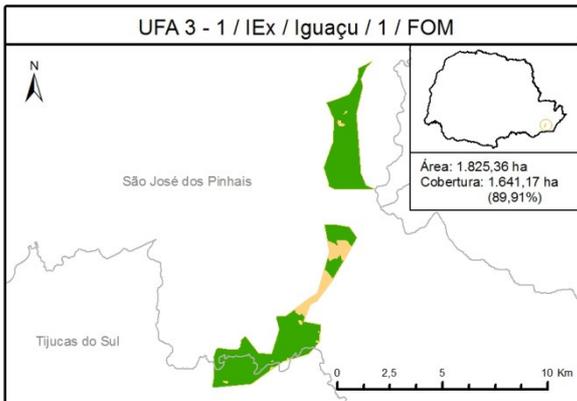
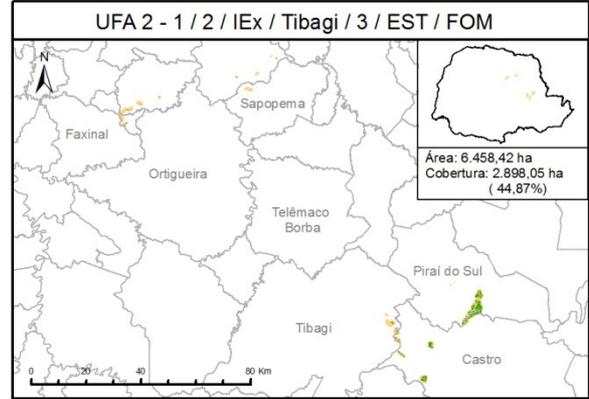
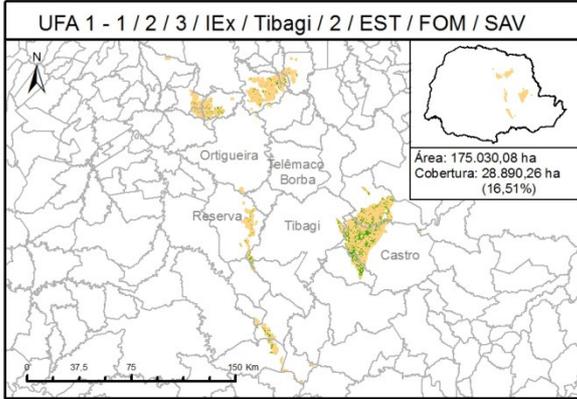
YEH, A. G., LI, X. Sustainable land development model for rapid growth areas using GIS. **Int. J. Geog. Info. Sys.** v. 12, p. 169–189, 1998.

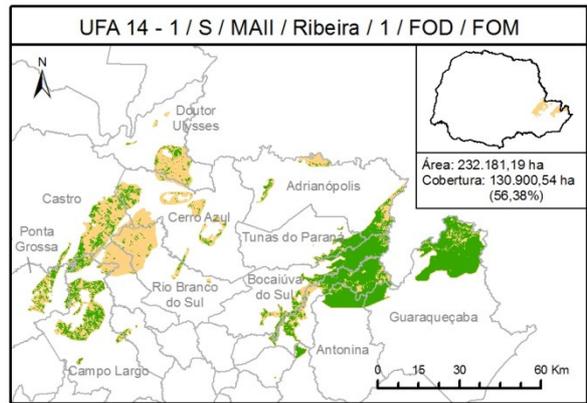
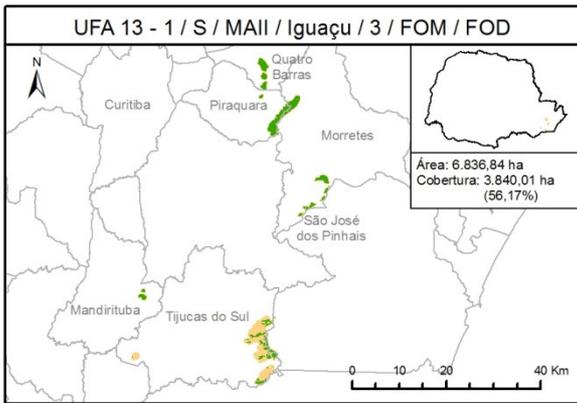
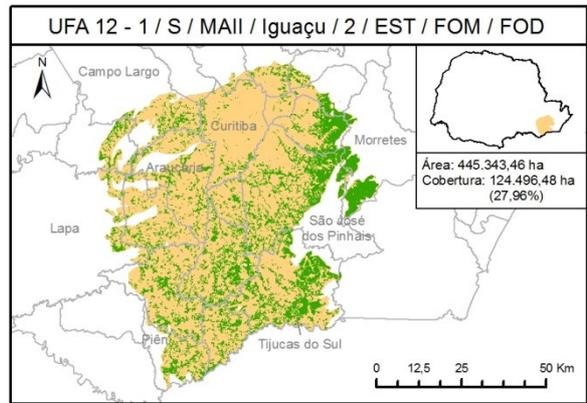
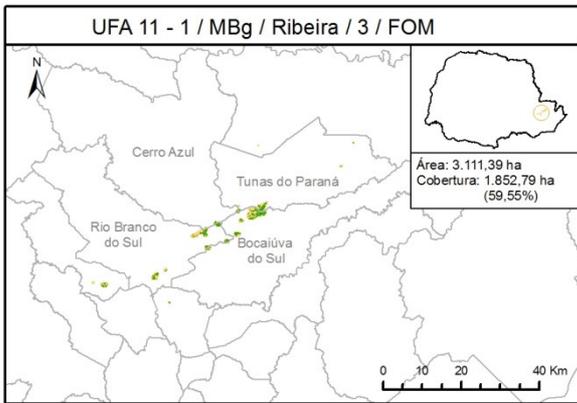
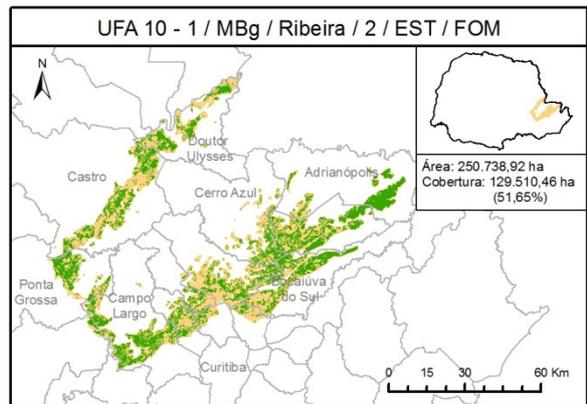
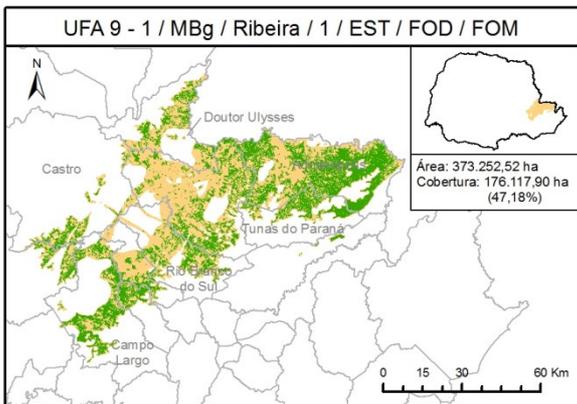
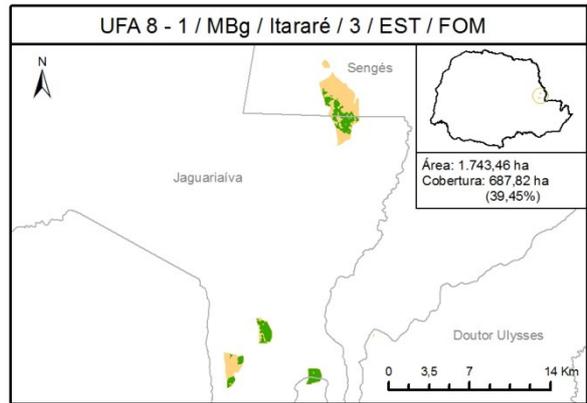
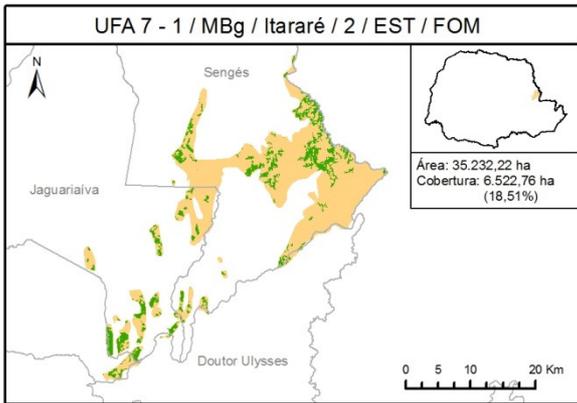
**APÊNDICES**

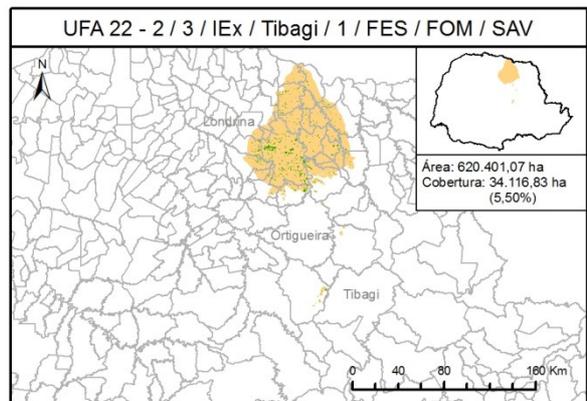
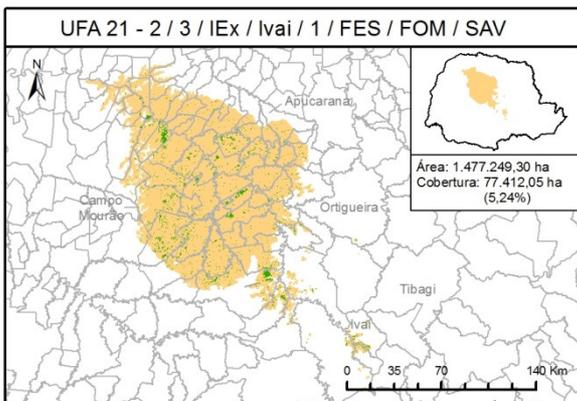
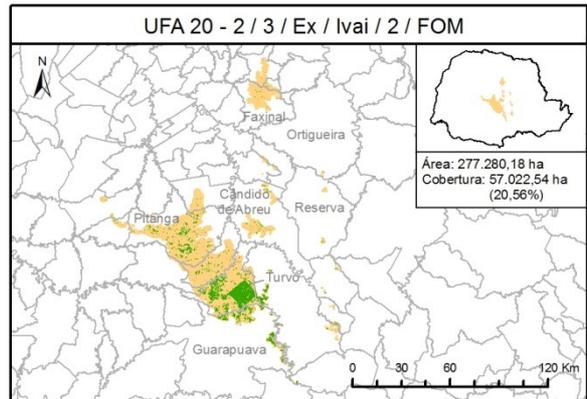
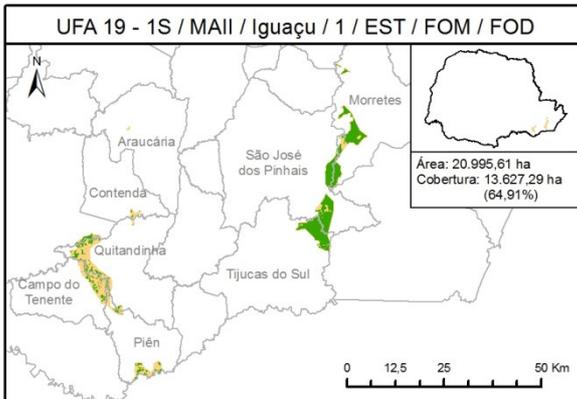
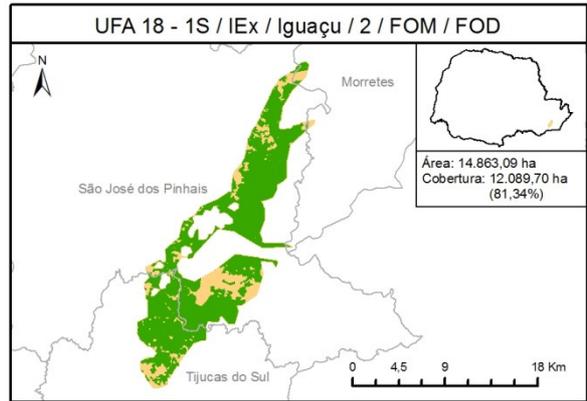
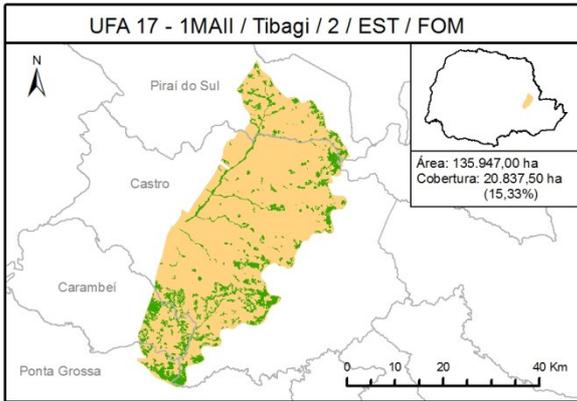
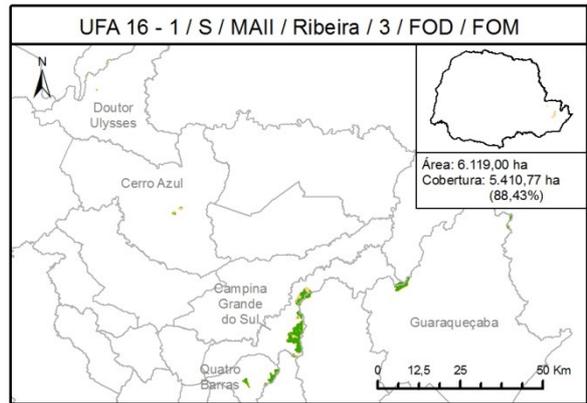
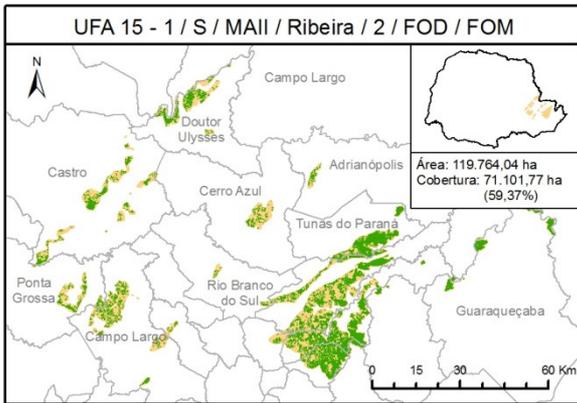
**APÊNDICE I.....108**

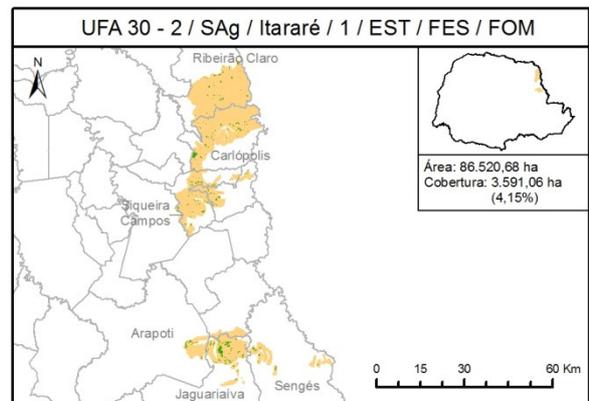
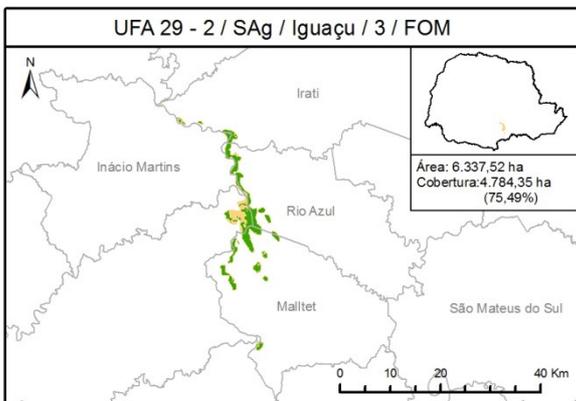
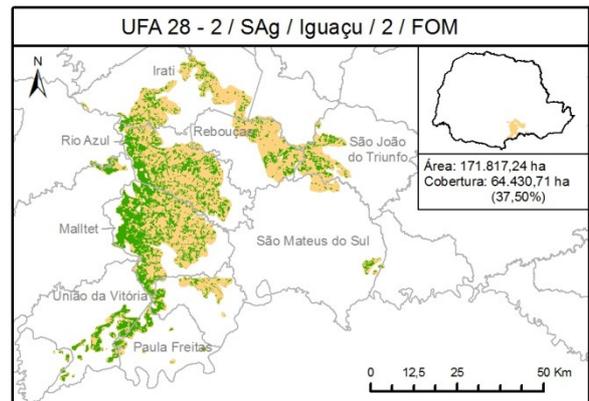
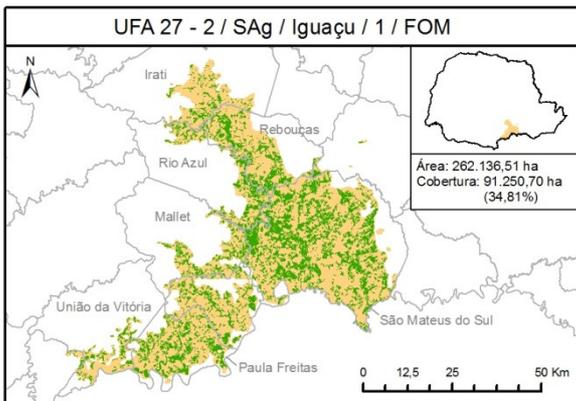
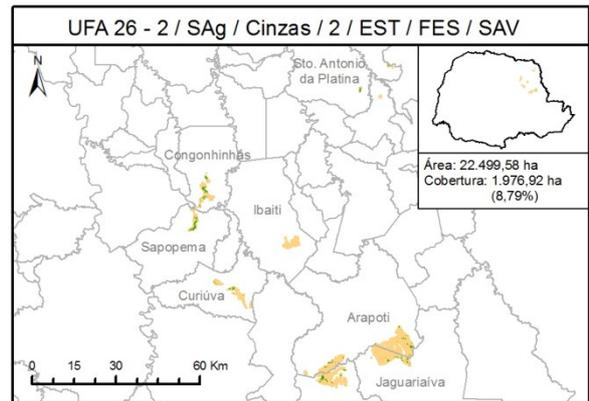
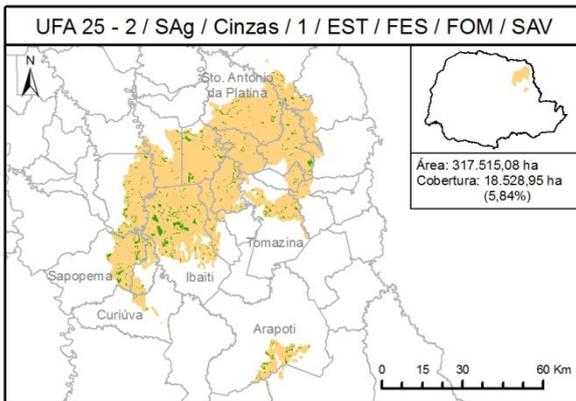
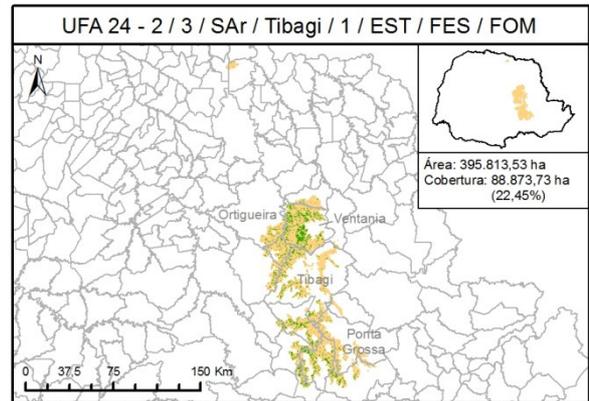
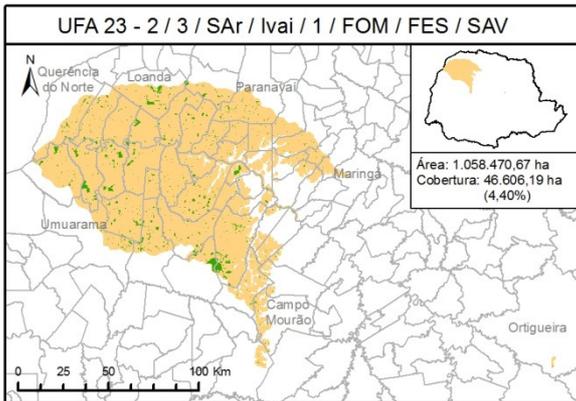
APÊNDICE I

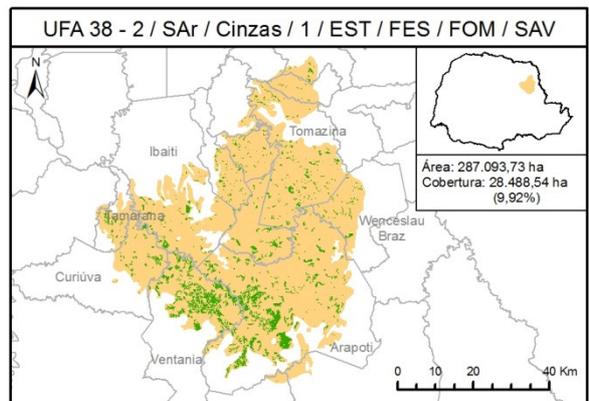
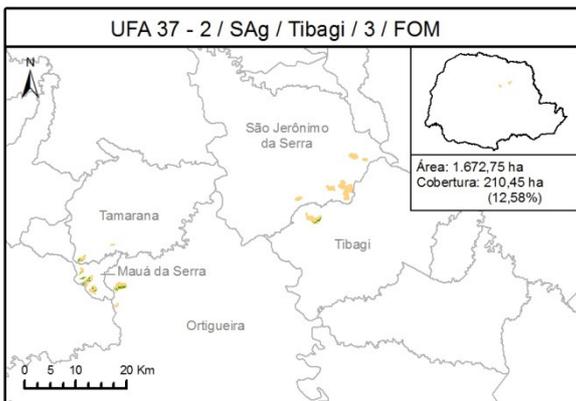
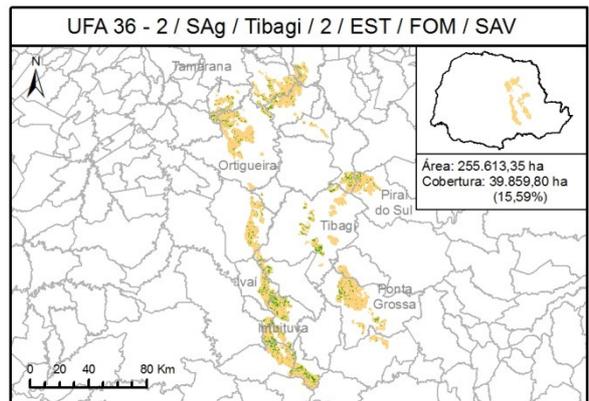
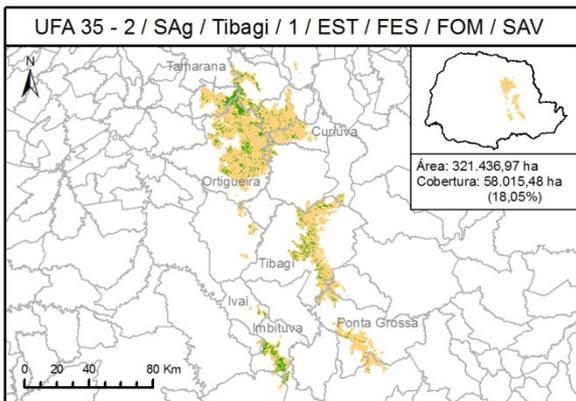
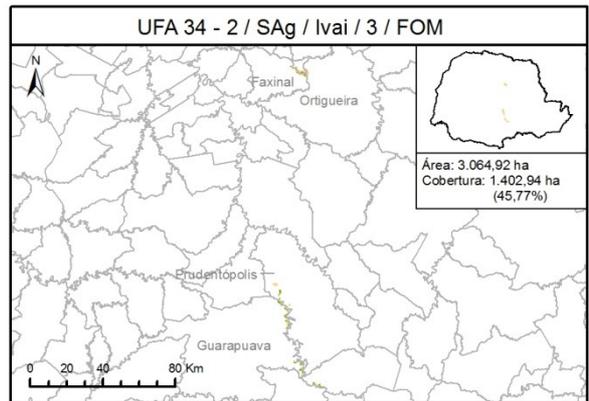
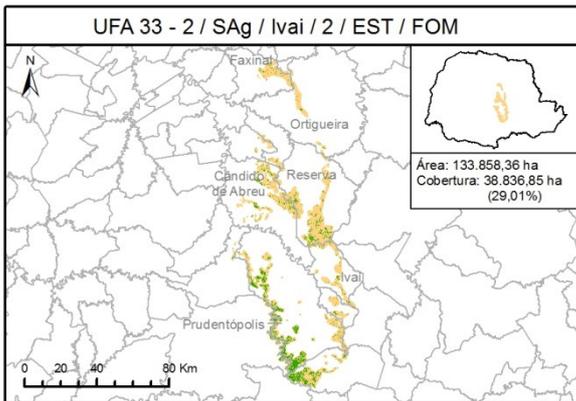
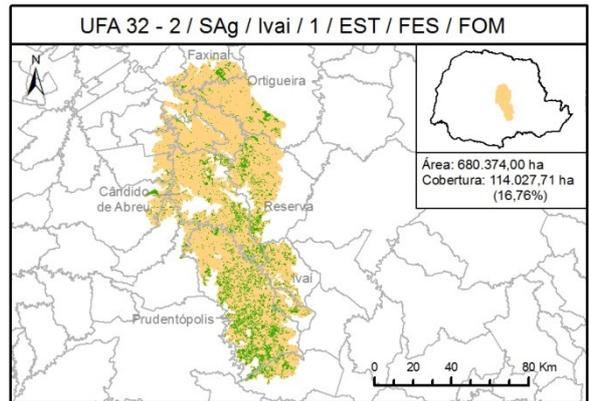
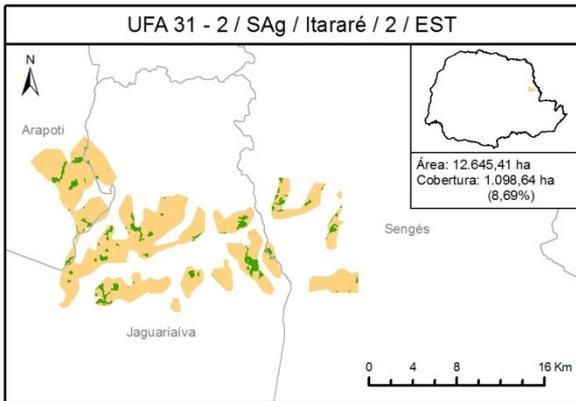
REMANESCENTES FLORESTAIS ARBÓREOS DAS UNIDADES FITOAMBIENTAIS DO PARANÁ

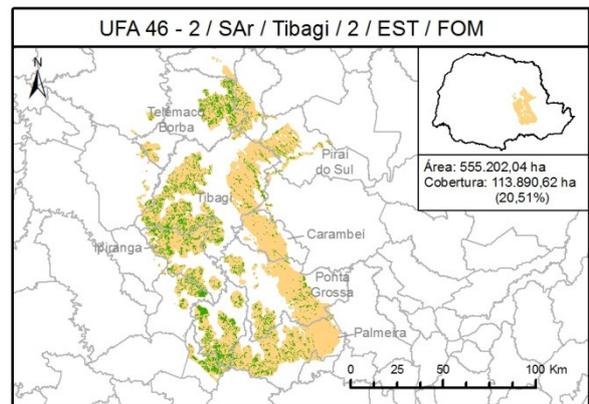
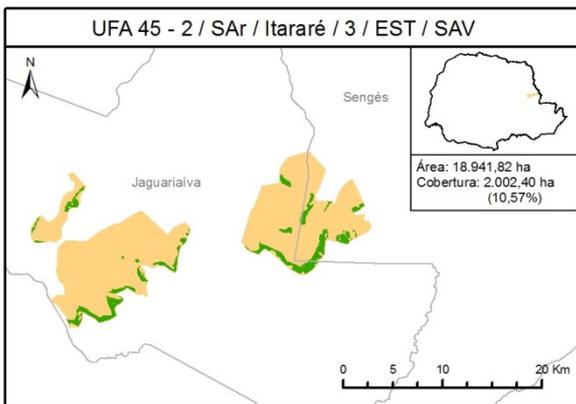
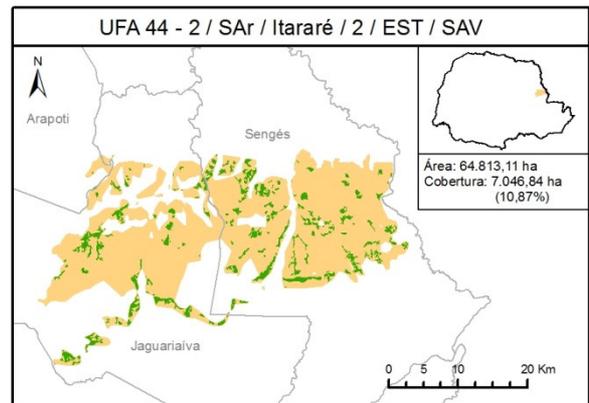
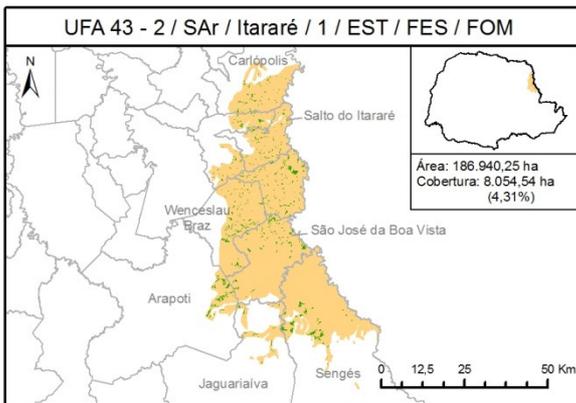
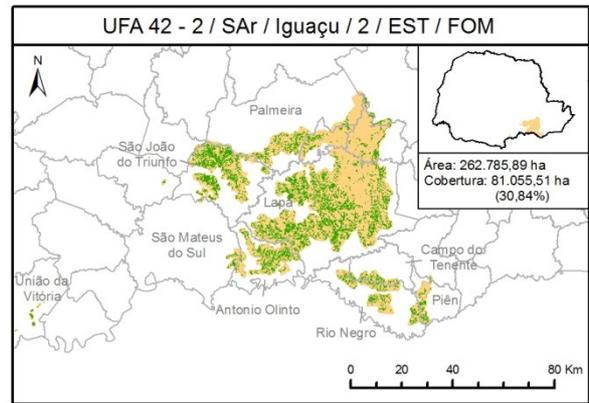
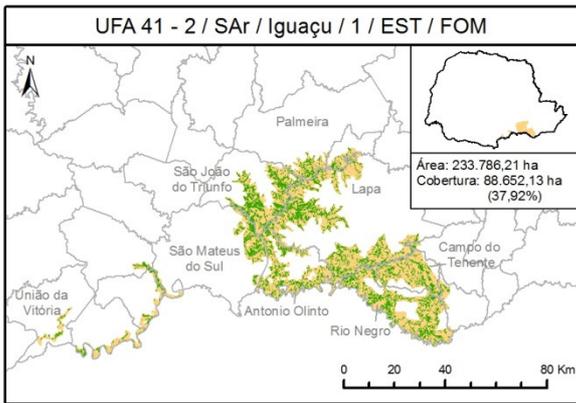
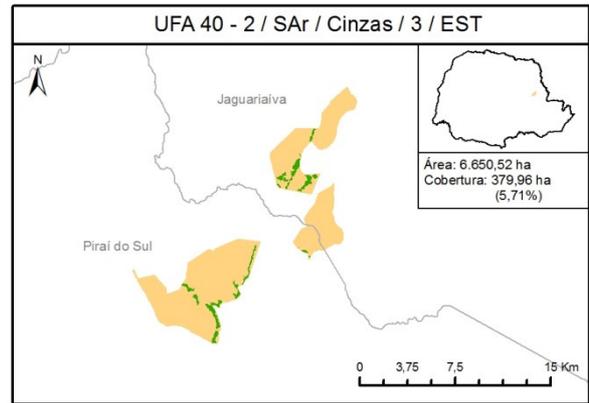
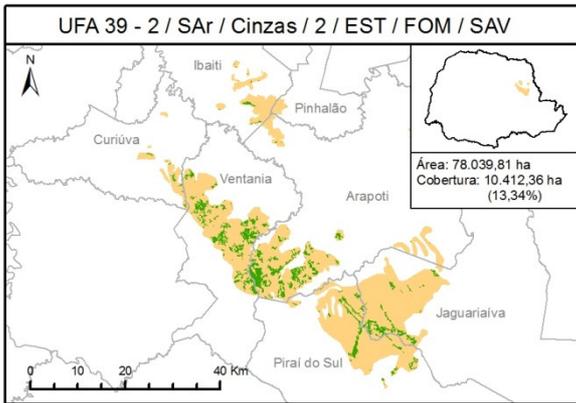


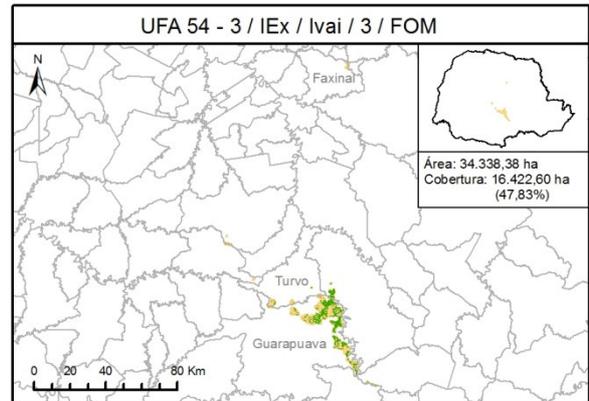
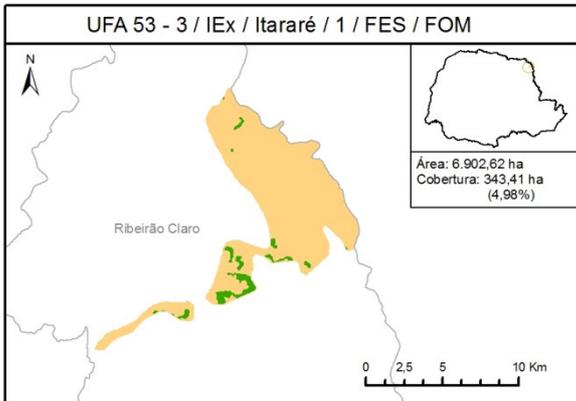
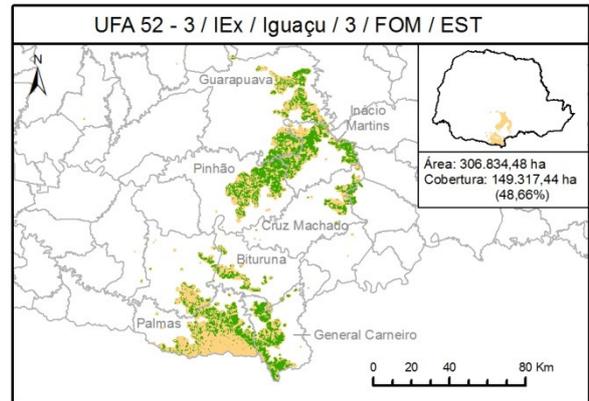
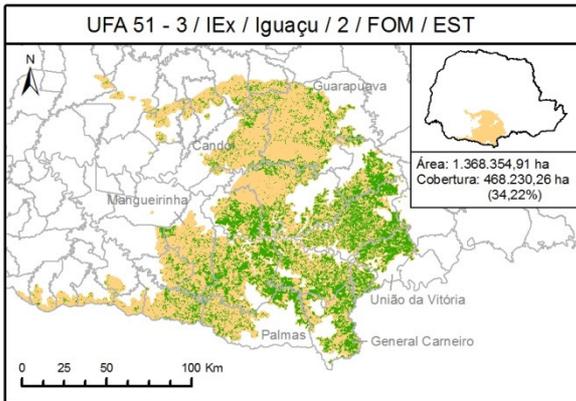
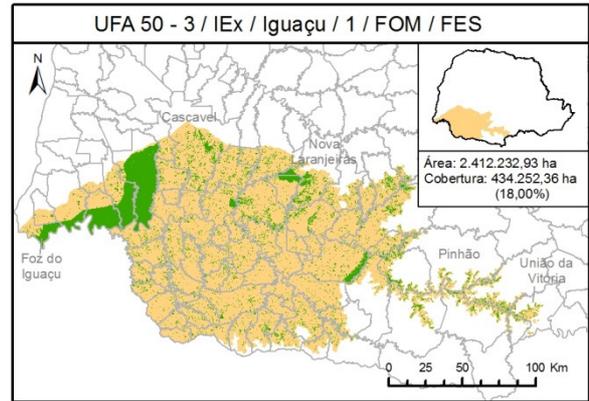
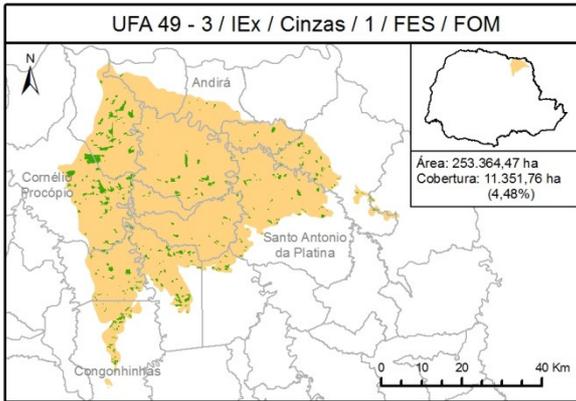
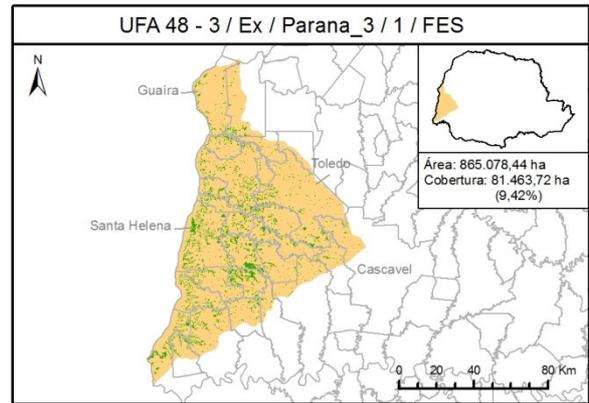
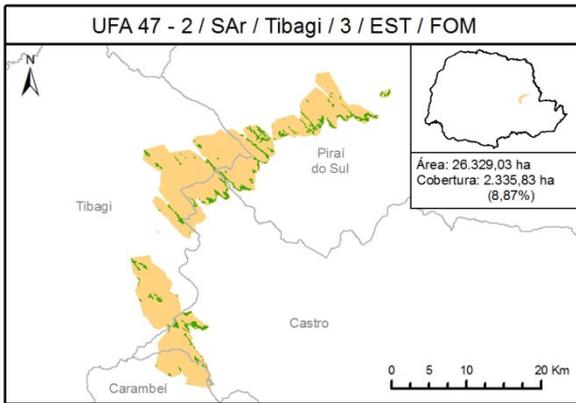


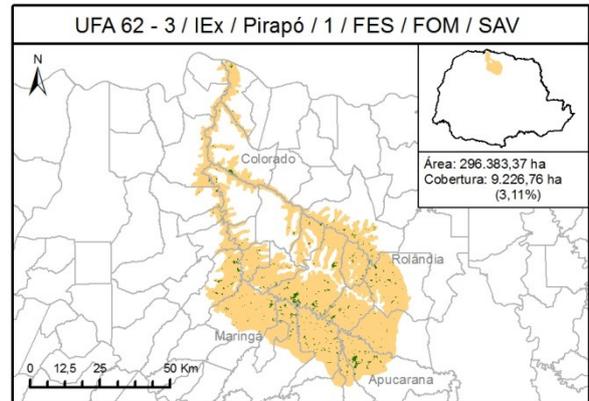
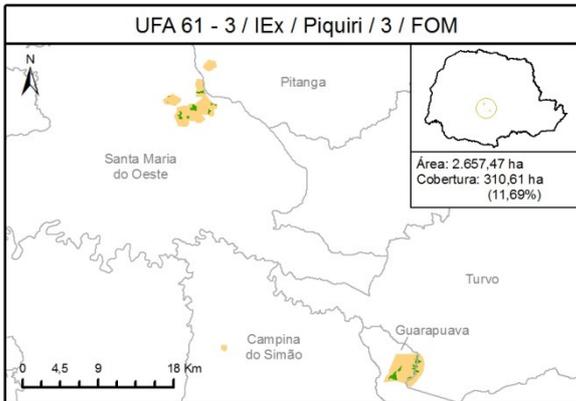
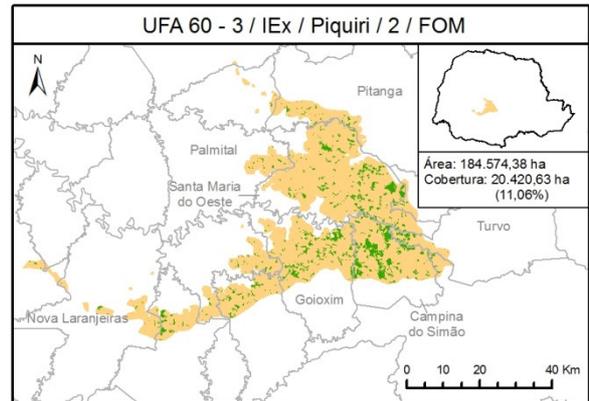
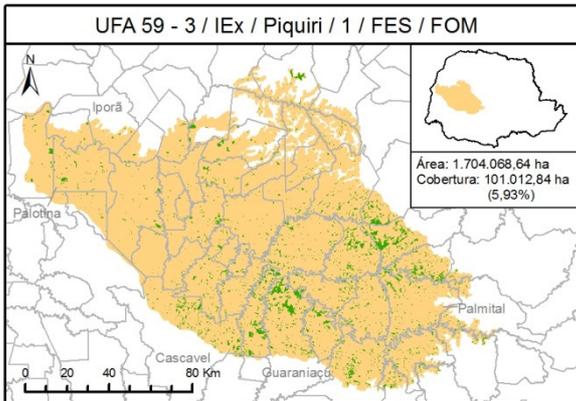
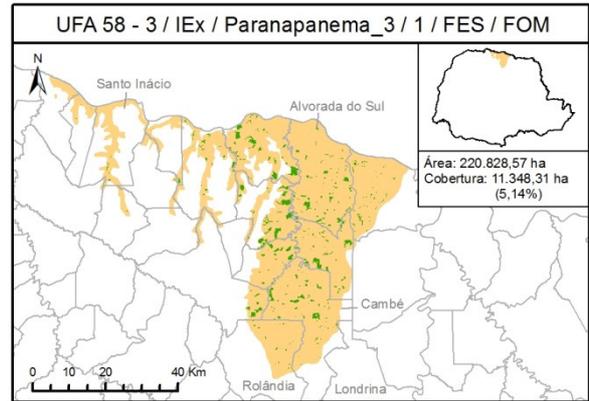
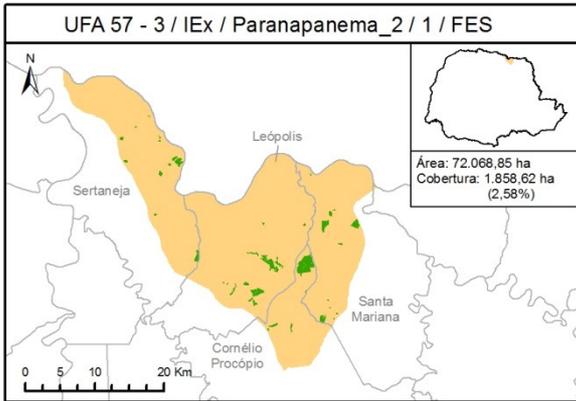
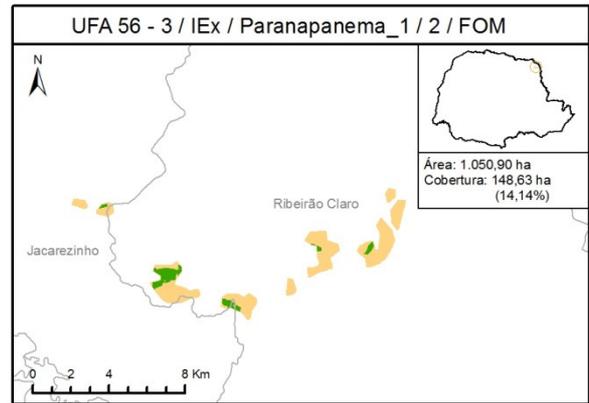
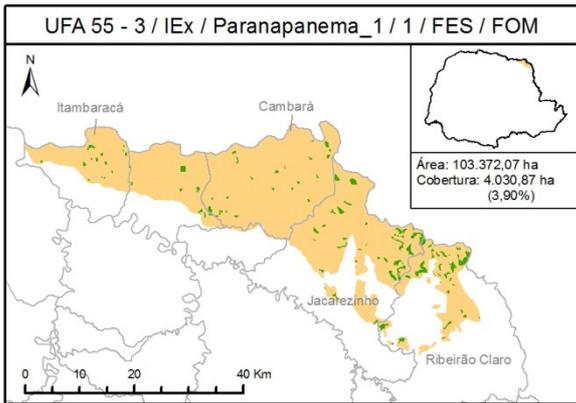


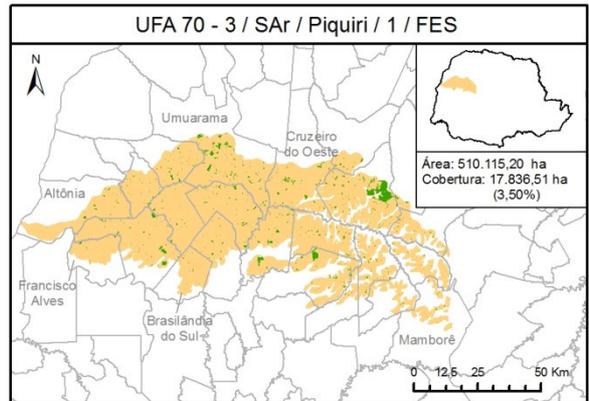
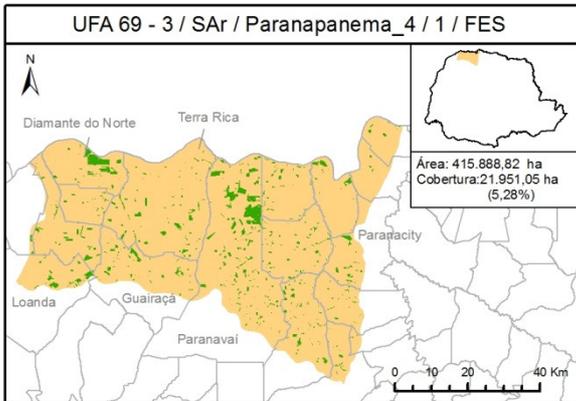
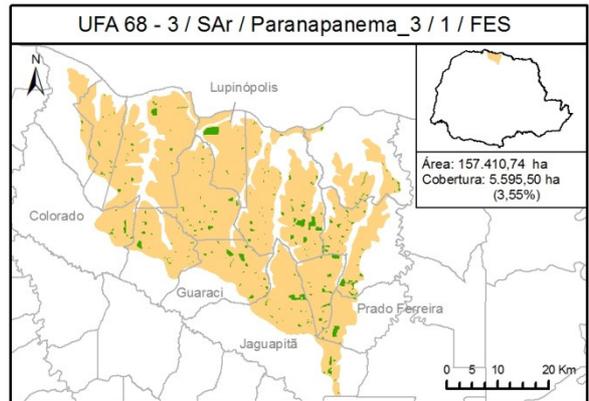
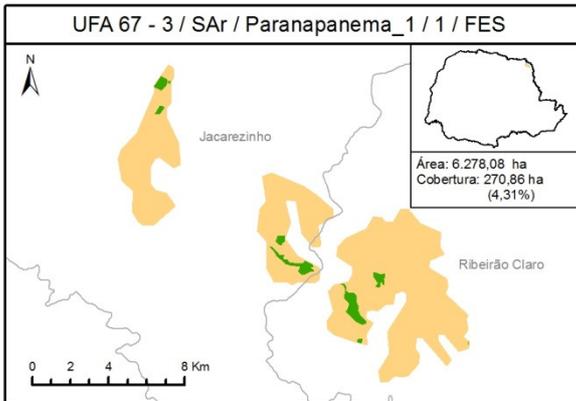
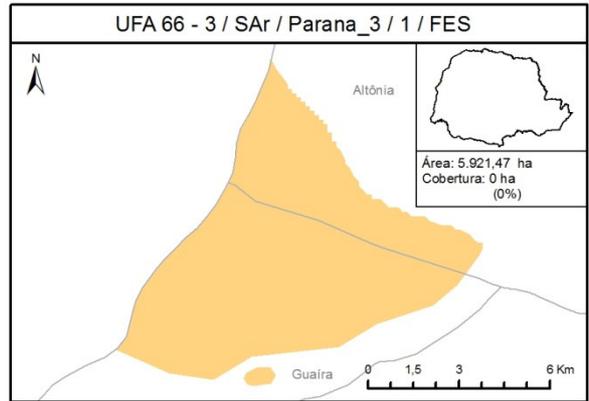
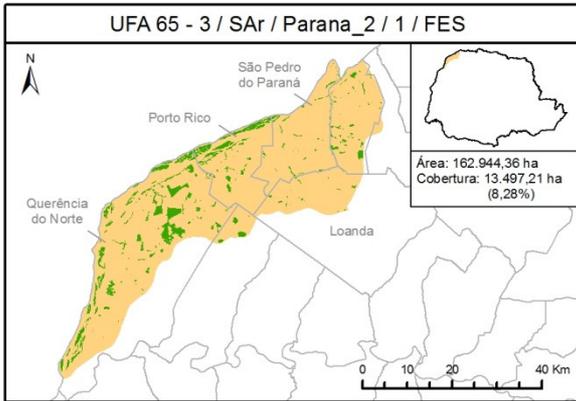
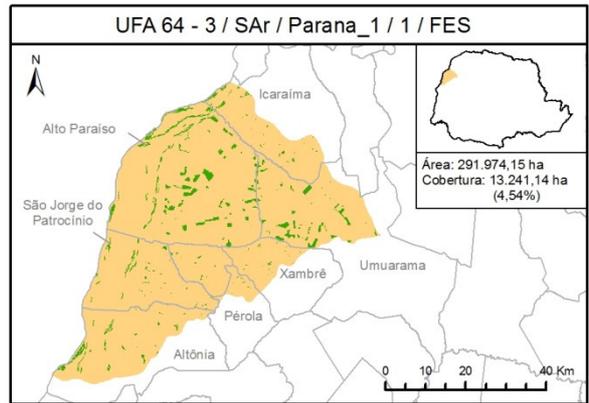
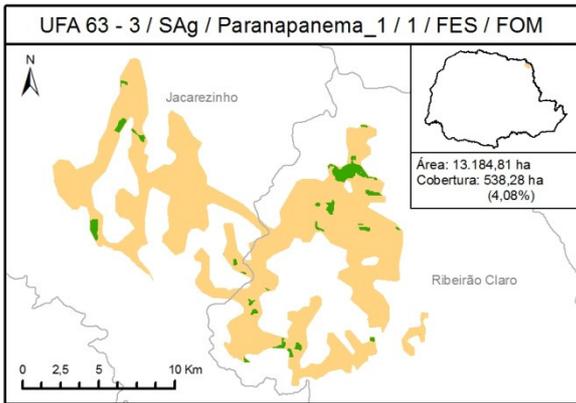


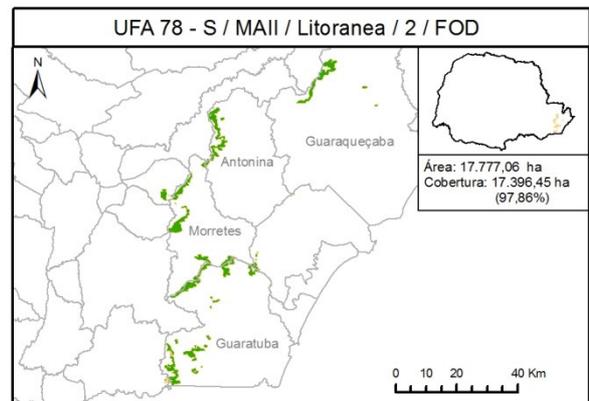
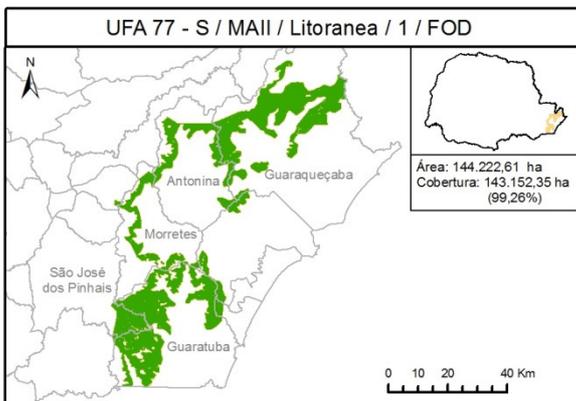
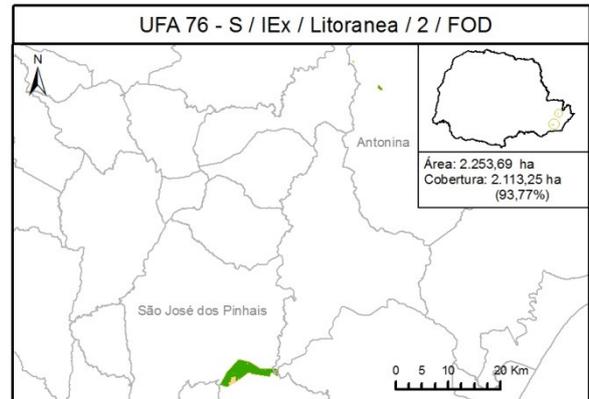
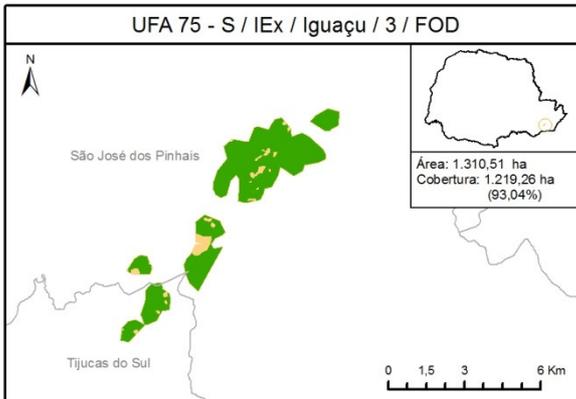
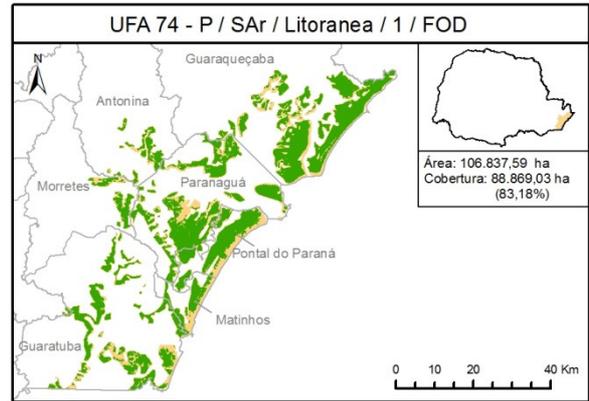
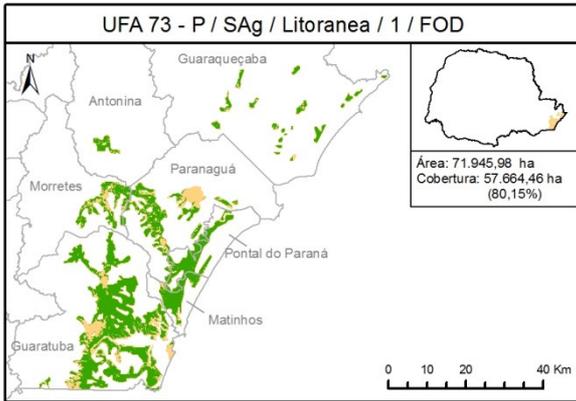
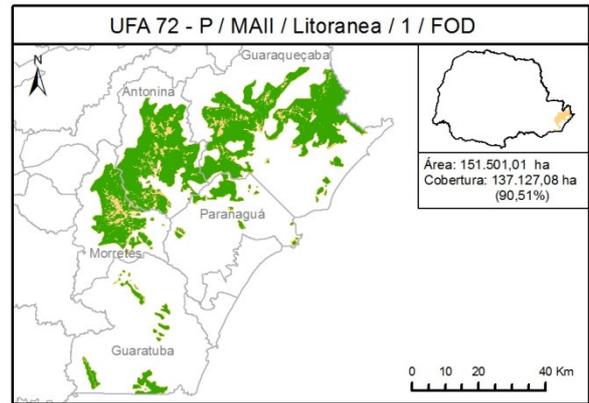
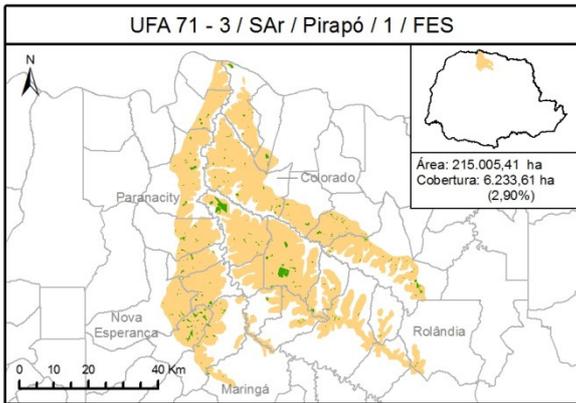


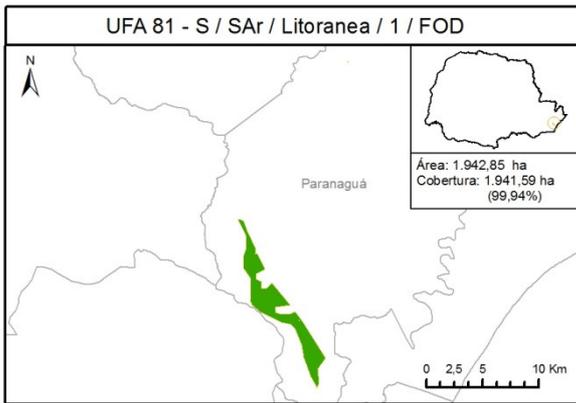
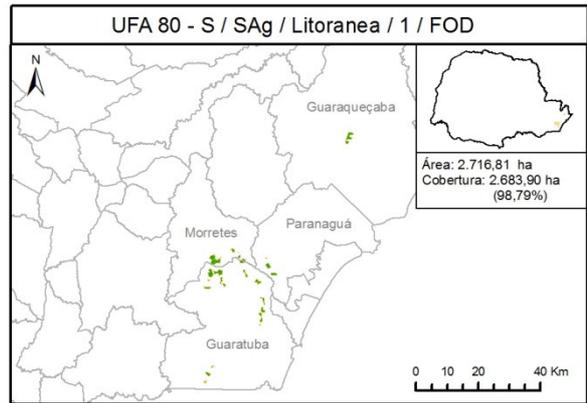
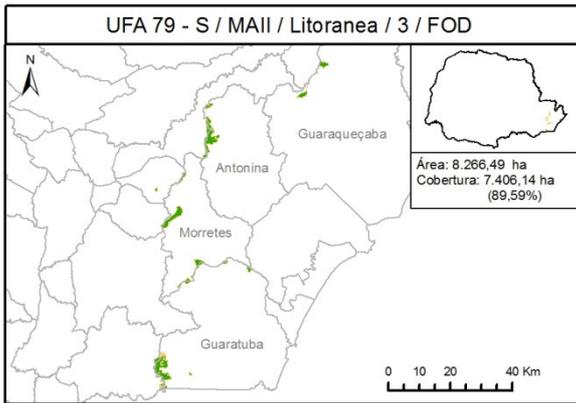












**ANEXOS**

**ANEXO I .....120**

**ANEXO I****RESOLUÇÃO SEMA Nº 020, DE 03 DE JUNHO DE 2008****(D.O.E.PR. Nº 0000 DE 00/06/08)**

*Institui o uso das UNIDADES FITOAMBIENTAIS como instrumento de política pública ambiental, em especial para análise de recuperação da cobertura vegetal e de supressão de vegetação nativa em estágio inicial no Estado do Paraná e dá outras providências.*

O SECRETÁRIO DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, designado pelo Decreto Estadual nº 6.358, de 30 de março de 2006, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Lei Estadual nº 10.066, de 27 de julho de 1992, com alterações posteriores, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 4.514, de 23 de julho de 2001, levando em conta o permissivo da Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, com alterações posteriores, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente e seus instrumentos, dentre eles o zoneamento ambiental, bem como a Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que trata da proteção do Bioma Mata Atlântica e a Lei Estadual nº 11.054, de 11 de janeiro de 1995, Lei Florestal do Paraná, além das demais normas legais aplicáveis e considerando que:

- 1) as unidades vegetacionais do Estado, que são a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista, a Floresta Estacional Semidecidual, a Estepe e seus ecossistemas associados, integram o Bioma Mata Atlântica;
- 2) a legislação em vigência não evidencia a importância da vegetação no estágio inicial como agente protetor dos recursos hídricos, como reconfigurador de estabilidade dos solos e como precedente de processos de biodiversificação local;
- 3) a legislação vigente não contempla as funcionalidades da vegetação no estágio inicial em diferentes segmentos da paisagem, nem tampouco sua fragilidade ambiental;
- 4) não há uma ferramenta que expresse a diversidade biótica e abiótica do Estado do Paraná em unidades de paisagens minimamente homogêneas, prejudicando o processo deliberativo na adoção de políticas públicas ambientais, inclusive as relativas ao licenciamento e monitoramento ambientais, a recuperação da cobertura vegetal e tampouco as autorizações para supressão de vegetação nativa em seu estágio inicial;

5) há necessidade de diretrizes técnicas com sólido embasamento científico que norteiem os programas de manutenção e de recuperação da cobertura vegetal para a proteção dos recursos hídricos, a contenção dos processos erosivos e a estabilidade ambiental em zonas de fragilidades específicas, ensejando o trabalho conjunto de instituições de ensino superior e de órgãos públicos, como no caso da construção dos Anexos da presente Resolução, dos quais participaram a UFPr, a EMBRAPA e o IAP, além da SEMA;

6) os parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 002/94, convalidados pela Resolução CONAMA nº 388/07, não são suficientes para a tomada de decisão para a supressão de vegetação nativa em seu estágio inicial no Bioma Mata Atlântica;

#### RESOLVE:

Art. 1º - Fica instituído o uso das UNIDADES FITOAMBIENTAIS – UFA como instrumento para análise de recuperação da cobertura vegetal e de supressão de vegetação nativa em estágio inicial no Estado do Paraná.

Art. 2º - As UNIDADES FITOAMBIENTAIS deverão orientar a tomada de decisão em processos de licenciamentos ambientais específicos e subsidiar políticas públicas ambientais.

Art. 3º - Para os efeitos desta Resolução, UNIDADES FITOAMBIENTAIS são compartimentos de paisagens minimamente homogêneos definidos com base em critérios fisiográficos, geológicos, hidrográficos, altimétricos e vegetacionais, conforme Anexo I.

Art. 4º - É condição básica para licenciamento ou autorização da supressão de vegetação nativa que a UNIDADE FITOAMBIENTAL no qual o imóvel rural está inserido possua, no mínimo, mais de 20% (vinte por cento) de vegetação nativa, em qualquer estágio de regeneração, desconsiderando as unidades de conservação estaduais e federais estabelecidas.

Art. 5º - É, ainda, condição básica para licenciamento que o imóvel rural inserido na respectiva UNIDADE FITOAMBIENTAL possua a reserva legal e as áreas de preservação permanentes devidamente regularizadas.

Art. 6º - Para a efetivação do licenciamento de supressão de vegetação nativa em seu estágio inicial, deverá ser adotado o roteiro de análise complementar, conforme Anexo II, que é constituído por atributos do solo, tais como regime hídrico, profundidade e textura, além da declividade do relevo.

Art. 7º - O levantamento da vegetação remanescente do Estado do Paraná deverá ser realizado a cada 5 (cinco) anos, com o propósito de atualizar os índices de cobertura vegetal em cada UNIDADE FITOAMBIENTAL.

Art. 8º - A presente Resolução entra em vigor na data da sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Curitiba, 03 de junho de 2008.

Lindsley da Silva RASCA RODRIGUES  
Secretário de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

#### ANEXO I – UNIDADES FITOAMBIENTAIS

Ordem Unidade Fitoambiental Área (em Ha)

- 1 1IEx / Iguaçu / 1 / FOM 1825,34
- 2 1IEx / Iguaçu / 2 / FOM 9771,65
- 3 1IEx / Ribeira / 1 / FOD 443,95
- 4 1IEx / Tibagi / 2 / EST 40909,40
- 5 1IEx / Tibagi / 2 / FOM 57631,48
- 6 1IEx / Tibagi / 3 / EST 2719,20
- 7 1IEx / Tibagi / 3 / FOM 2627,78
- 8 1MAII / Iguaçu / 1 / EST 1735,54
- 9 1MAII / Iguaçu / 1 / FOM 16141,62
- 10 1MAII / Iguaçu / 2 / EST 126271,13
- 11 1MAII / Iguaçu / 2 / FOM 306249,72
- 12 1MAII / Iguaçu / 3 / FOM 463,12
- 13 1MAII / Itararé / 2 / EST 15382,73
- 14 1MAII / Itararé / 2 / FOM 83183,35
- 15 1MAII / Itararé / 2 / SAV 562,25
- 16 1MAII / Itararé / 3 / EST 304,61
- 17 1MAII / Itararé / 3 / FOM 960,57
- 18 1MAII / Ribeira / 1 / FOD 156853,54

19 1MAII / Ribeira / 1 / FOM 65304,33  
20 1MAII / Ribeira / 2 / FOD 1581,70  
21 1MAII / Ribeira / 2 / FOM 108464,58  
22 1MAII / Ribeira / 3 / FOD 202,69  
23 1MAII / Ribeira / 3 / FOM 221,92  
24 1MAII / Tibagi / 2 / EST 93686,90  
25 1MAII / Tibagi / 2 / FOM 42759,73  
26 1MBg / Iguaçu / 2 / EST 10514,59  
27 1MBg / Iguaçu / 2 / FOM 44726,94  
28 1MBg / Itararé / 1 / FOM 459,67  
29 1MBg / Itararé / 2 / EST 5281,19  
30 1MBg / Itararé / 2 / FOM 30423,23  
31 1MBg / Itararé / 3 / EST 615,03  
32 1MBg / Itararé / 3 / FOM 1483,10  
33 1MBg / Ribeira / 1 / EST 182,16  
34 1MBg / Ribeira / 1 / FOD 234815,59  
35 1MBg / Ribeira / 1 / FOM 138360,84  
36 1MBg / Ribeira / 2 / EST 409,03  
37 1MBg / Ribeira / 2 / FOM 250614,28  
38 1MBg / Ribeira / 3 / FOM 3112,47  
39 2IEx / Ivai / 1 / FES 25043,56  
40 2IEx / Ivai / 1 / FOM 8605,63  
41 2IEx / Ivai / 2 / FOM 19247,86  
42 2IEx / Tibagi / 1 / FES 12573,46  
43 2IEx / Tibagi / 1 / FOM 11160,81  
44 2IEx / Tibagi / 1 / SAV 1820,04  
45 2IEx / Tibagi / 2 / EST 1349,47  
46 2IEx / Tibagi / 2 / FOM 39762,32  
47 2IEx / Tibagi / 2 / SAV 4746,4048 2IEx / Tibagi / 3 / FOM 265,72  
49 2SAg / Cinzas / 1 / EST 1335,72  
50 2SAg / Cinzas / 1 / FES 294375,74  
51 2SAg / Cinzas / 1 / FOM 18704,98  
52 2SAg / Cinzas / 1 / SAV 4244,31  
53 2SAg / Cinzas / 2 / EST 12836,50  
54 2SAg / Cinzas / 2 / FOM 6374,19

55 2SAg / Cinzas / 2 / SAV 3820,35  
56 2SAg / Iguaçu / 1 / FOM 768,54  
57 2SAg / Iguaçu / 1 / FOM 264655,91  
58 2SAg / Iguaçu / 2 / FOM 172691,80  
59 2SAg / Iguaçu / 3 / FOM 6339,47  
60 2SAg / Itararé / 1 / EST 11604,57  
61 2SAg / Itararé / 1 / FES 66874,92  
62 2SAg / Itararé / 1 / FOM 10129,17  
63 2SAg / Itararé / 2 / EST 13851,88  
64 2SAg / Ivai / 1 / EST 215,88  
65 2SAg / Ivai / 1 / FES 441925,96  
66 2SAg / Ivai / 1 / FOM 239540,91  
67 2SAg / Ivai / 2 / EST 626,06  
68 2SAg / Ivai / 2 / FOM 133494,23  
69 2SAg / Ivai / 3 / FOM 3106,33  
70 2SAg / Tibagi / 1 / EST 81357,95  
71 2SAg / Tibagi / 1 / FES 108015,95  
72 2SAg / Tibagi / 1 / FOM 132109,92  
73 2SAg / Tibagi / 1 / SAV 1467,60  
74 2SAg / Tibagi / 2 / EST 68961,19  
75 2SAg / Tibagi / 2 / FOM 187066,54  
76 2SAg / Tibagi / 2 / SAV 972,45  
77 2SAg / Tibagi / 3 / FOM 1679,14  
78 2SAr / Cinzas / 1 / EST 2429,14  
79 2SAr / Cinzas / 1 / FES 196408,98  
80 2SAr / Cinzas / 1 / FOM 86435,73  
81 2SAr / Cinzas / 1 / SAV 5535,89  
82 2SAr / Cinzas / 2 / EST 24592,23  
83 2SAr / Cinzas / 2 / FOM 30699,57  
84 2SAr / Cinzas / 2 / SAV 25307,36  
85 2SAr / Cinzas / 3 / EST 6996,81  
86 2SAr / Iguaçu / 1 / EST 78598,06  
87 2SAr / Iguaçu / 1 / FOM 170680,68  
88 2SAr / Iguaçu / 2 / EST 149972,59  
89 2SAr / Iguaçu / 2 / FOM 121137,06

90 2SAr / Iguaçú / 3 / EST 233,00  
91 2SAr / Itararé / 1 / EST 17328,21  
92 2SAr / Itararé / 1 / FES 155678,02  
93 2SAr / Itararé / 1 / FOM 17643,29  
94 2SAr / Itararé / 2 / EST 66852,43  
95 2SAr / Itararé / 2 / SAV 2458,95  
96 2SAr / Itararé / 3 / EST 16630,78  
97 2SAr / Itararé / 3 / SAV 4304,7998 2SAr / Ivai / 1 / FOM 384,64  
99 2SAr / Tibagi / 1 / EST 174035,51  
100 2SAr / Tibagi / 1 / FES 38320,81  
101 2SAr / Tibagi / 1 / FOM 181659,49  
102 2SAr / Tibagi / 2 / EST 341266,41  
103 2SAr / Tibagi / 2 / FOM 216662,88  
104 2SAr / Tibagi / 3 / EST 25132,93  
105 2SAr / Tibagi / 3 / FOM 1645,21  
106 3IEx / Cinzas / 1 / FES 245108,48  
107 3IEx / Cinzas / 1 / FOM 7326,53  
108 3IEx / Cinzas / 2 / FOM 929,83  
109 3IEx / Iguaçú / 1 / FES 1951706,67  
110 3IEx / Iguaçú / 1 / FOM 492143,60  
111 3IEx / Iguaçú / 2 / EST 433109,01  
112 3IEx / Iguaçú / 2 / FOM 940690,25  
113 3IEx / Iguaçú / 3 / EST 95583,69  
114 3IEx / Iguaçú / 3 / FOM 212106,75  
115 3IEx / Itararé / 1 / FES 5392,69  
116 3IEx / Itararé / 1 / FOM 1509,92  
117 3IEx / Ivai / 1 / FES 1272415,66  
118 3IEx / Ivai / 1 / FOM 162364,65  
119 3IEx / Ivai / 1 / SAV 9131,25  
120 3IEx / Ivai / 2 / FOM 258397,27  
121 3IEx / Ivai / 3 / FOM 34548,77  
122 3IEx / Paranapanema\_1 / 1 / FES 100774,73  
123 3IEx / Paranapanema\_1 / 1 / FOM 2597,34  
124 3IEx / Paranapanema\_1 / 2 / FOM 648,01  
125 3IEx / Paranapanema\_2 / 1 / FES 72068,85

126 3IEx / Paranapanema\_3 / 1 / FES 220113,44  
127 3IEx / Paranapanema\_3 / 1 / FOM 715,13  
128 3IEx / Parana\_3 / 1 / FES 865078,43  
129 3IEx / Piquiri / 1 / FES 1570256,97  
130 3IEx / Piquiri / 1 / FOM 133868,34  
131 3IEx / Piquiri / 2 / FOM 184638,14  
132 3IEx / Piquiri / 3 / FOM 2657,47  
133 3IEx / Pirapó / 1 / FES 273413,58  
134 3IEx / Pirapó / 1 / FOM 19842,78  
135 3IEx / Pirapó / 1 / SAV 3129,60  
136 3IEx / Tibagi / 1 / FES 522403,74  
137 3IEx / Tibagi / 1 / FOM 72491,10  
138 3IEx / Tibagi / 2 / FOM 32367,85  
139 3IEx / Tibagi / 3 / FOM 865,34  
140 3SAg / Paranapanema\_1 / 1 / FES 12215,01  
141 3SAg / Paranapanema\_1 / 1 / FOM 969,80  
142 3SAg / Paranapanema\_1 / 2 / FOM 402,89  
143 3SAr / Ivai / 1 / FES 1054581,90  
144 3SAr / Ivai / 1 / SAV 3505,38  
145 3SAr / Parana\_1 / 1 / FES 291974,15  
146 3SAr / Parana\_2 / 1 / FES 162944,36  
147 3SAr / Paranapanema\_1 / 1 / FES 6278,08148 3SAr / Paranapanema\_3 / 1 /  
FES 157411,85  
149 3SAr / Paranapanema\_4 / 1 / FES 415888,82  
150 3SAr / Parana\_3 / 1 / FES 5921,47  
151 3SAr / Piquiri / 1 / FES 510115,21  
152 3SAr / Pirapó / 1 / FES 215007,78  
153 3SAr / Tibagi / 1 / FES 3181,36  
154 PMAII / Litoranea / 1 / FOD 151495,18  
155 PSAg / Litoranea / 1 / FOD 71940,12  
156 PSAr / Litoranea / 1 / FOD 106826,59  
157 SIEx / Iguaçu / 2 / FOD 5091,12  
158 SIEx / Iguaçu / 3 / FOD 1310,43  
159 SIEx / Litoranea / 1 / FOD 372,19  
160 SIEx / Litoranea / 2 / FOD 1881,41

161 SMAII / Iguaçu / 1 / FOD 3623,57  
162 SMAII / Iguaçu / 2 / FOD 8042,85  
163 SMAII / Iguaçu / 2 / FOM 5193,70  
164 SMAII / Iguaçu / 3 / FOD 6374,22  
165 SMAII / Litoranea / 1 / FOD 144231,72  
166 SMAII / Litoranea / 2 / FOD 17799,65  
167 SMAII / Litoranea / 3 / FOD 8272,05  
168 SMAII / Ribeira / 1 / FOD 9840,54  
169 SMAII / Ribeira / 2 / FOD 9822,43  
170 SMAII / Ribeira / 3 / FOD 5712,03  
171 SSAg / Litoranea / 1 / FOD 2716,77  
172 SSAr / Litoranea / 1 / FOD 1942,83

Este texto não substitui o publicado no Diário Oficial.