

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CÁTIA REGINA AUGUSTIN

UNIDADES FITOAMBIENTAIS II - UMA NOVA PROPOSTA DE
COMPARTIMENTAÇÃO ECOLÓGICA. ESTUDO DE CASO: ESTADO DO PARANÁ

CURITIBA
2013

CÁTIA REGINA AUGUSTIN

UNIDADES FITOAMBIENTAIS II - UMA NOVA PROPOSTA DE
COMPARTIMENTAÇÃO ECOLÓGICA. ESTUDO DE CASO: ESTADO DO PARANÁ

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como requisito à obtenção do grau e título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Franklin Galvão
Co-orientador: Prof. Dr. Omar Ferreira Lopes

CURTIBA
2013

Ficha catalográfica elaborada por Denis Uezu – CRB 1720/PR
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Augustin, Cátia Regina

Unidades fitoambientais II, uma nova proposta de compartimentação ecológica: estudo de caso: estado do Paraná / Cátia Regina Augustin. – 2013
183 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Franklin Galvão

Coorientador: Prof. Dr. Omar Ferreira Lopes

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 19/07/2013.

Área de concentração: Conservação da Natureza

1. Análise ambiental. 2. Unidades ambientais. 3. Política ambiental. 4. Vegetação – Classificação - Paraná. 5. Conservação da natureza. 6. Teses. I. Galvão, Franklin. II. Lopes, Omar Ferreira. III. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDD – 333.72

CDU – 634.0.182.3

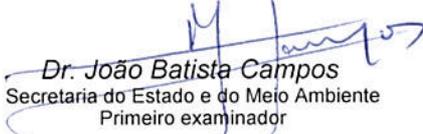


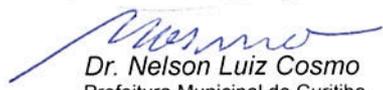
Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

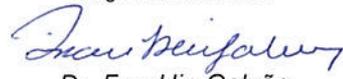
PARECER

Defesa nº. 979

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 arguir o(a) mestrando(a) *Cátia Regina Augustin* em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "**UNIDADES FITOAMBIENTAIS II - UMA NOVA PROPOSTA DE COMPARTIMENTAÇÃO ECOLÓGICA. ESTUDO DE CASO: O ESTADO DO PARANÁ**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Mestre* em Engenharia Florestal, área de concentração em **CONSERVAÇÃO DA NATUREZA**.


Dr. João Batista Campos
Secretaria do Estado e do Meio Ambiente
Primeiro examinador


Dr. Nelson Luiz Cosmo
Prefeitura Municipal de Curitiba
Segundo examinador


Dr. Franklin Galvão
Universidade Federal do Paraná
Orientador e presidente da banca examinadora

Curitiba, 19 de julho de 2013.


Antonio Carlos Batista
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Carlos Roberto Sarquetta
Vice-coordenador do curso

Av. Lothário Meissner, 3400 - Jardim Botânico - CAMPUS III - CEP 80210-170 - Curitiba - Paraná
Tel: (41) 360-4212 - Fax: (41) 360-4211 - <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao>



Aos paranaenses

AGRADECIMENTOS

Ao Franklin, mestre por excelência, o retrato que, sem saber que profetizava, Raul Pompéia fez dele já no século XIX:

“Narrava-nos a vida. As festas plutonianas do movimento, da ignição; a gênese das rochas, fecundidade infernal do incêndio primitivo, do granito, do pórfiro, primogênitos do fogo; o grande sono milenário dos sedimentos, perturbado de convulsões titânicas.

Falava do antracito e da hulha, o luto feito pedra, lembrança trágica de muitas eras orgulhosas do planeta, monumento da pré-história das árvores, negro, que a indústria dos homens devasta.

Descrevia a escadaria dos terrenos, onde existe a pegada impressa do gênio das metamorfoses, subindo, desde a vegetação florestal dos fetos até o homem quaternário. Falava-nos de Cuvier e da procissão dos homens ressurgidos, caminho dos museus, o megatério potente, tardo, balançando as passadas, sujo, descamando saibro e as concreções secas do lodo diluviano, solene, cômico da carga de séculos que transporta.

Vinha depois a aluvião moderna das zonas formadas, o solo fecundo, lavradio. E o mestre passava a descrever a vida na umidade, na semente, a evolução da floresta, o gozo universal da clorofila na luz. Falava-nos do cerne, o generoso madeiro, o tronco, que sangra em Dante, que sustenta nos mares o comércio, Netuno inglês do tridente de ouro. Falava-nos da poesia ignorada da vegetação marinha nos abismos, e da giesta, isolada nas altas neves, flor do ermo, a degradada eterna do inacessível.

Depois, a história dos brutos, os grandes bramidos de macho nas regiões virgens, os dramas do egoísmo na selva, do egoísmo rude da força que pode, cego, formidável, sagrado como a fatalidade. E corria inteira a série das classificações, mostrando a vida no infinitésimo, a microbia invisível, onipotência do número, sociedade inconsciente da mônada, solidária para a morte e para as reconstruções imperecíveis da Terra.”

Raul Pompéia (1863-1895), O Ateneu.

Obrigada, companheiro.

Ao querido professor Omar, outro que honra a profissão que escolheu.

Aos pioneiros das UFAs;

À Carolina Weigert Galvão, à Gabriela Demarchi Dias e ao Santiago Velazco, pela gentil colaboração;

Ao Pyramon, pelos mapas das unidades;

Aos autores dos livros e conteúdos consultados, pela nobre partilha do conhecimento.

RESUMO

Conservar a natureza num país megadiverso como o Brasil é uma questão complexa, que exige respostas mais apropriadas que as baseadas em classificações feitas quase que exclusivamente fundamentadas na vegetação. Num mundo cada vez mais impactado pela ação humana, é necessário entender mais a fundo os processos naturais determinantes. Foi buscando este nível de compreensão que surgiram, tendo o Paraná como objeto de estudo, as Unidades Fitoambientais – as UFAs – em sua primeira versão. Estabelecendo critérios mínimos de diferenciação do espaço e de vegetação, foi lançada a ideia de compartimentar a paisagem natural de modo a tornar as ações de preservação mais efetivas. Uma Unidade Fitoambiental – UFA – é uma unidade ecológica onde há correspondência fisiográfica, geológica, de bacia hidrográfica, classe de altitude e formação vegetal original. O conceito de UFA foi criado por pesquisadores da Universidade Federal do Paraná – UFPR, da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária – EMBRAPA e do Instituto Ambiental do Paraná – IAP. As unidades obtidas (171) foram instituídas pela resolução 20/2008 da SEMA – Secretaria Estadual do Meio Ambiente – como instrumento de política pública ambiental, com foco na análise de recuperação da cobertura vegetal e de supressão de vegetação nativa em estágio inicial no estado, mas nunca foram utilizadas. Esta dissertação procurou, a partir das informações atuais, apresentar uma revisão dessa proposta de classificação ecológica – as Unidades Fitoambientais II – UFAs II. Esta segunda versão do conceito de unidades fitoambientais, readequando alguns dos critérios usados na definição original e aprofundando outros, amplia as áreas consideradas minimamente homogêneas, criando um instrumento de análise ambiental de fácil utilização principalmente por gestores públicos. Uma UFA II é um módulo para planejamento de ações ambientais, singular o bastante para se diferenciar das demais unidades, justificando a necessidade de preservação de sua diversidade, e uniforme o suficiente para permitir a busca em seu interior do material genético necessário para obras de recuperação daquela paisagem. Assim como na primeira versão, para análise do arquivo de dados espaciais das UFAs II, utilizou-se o *software ArcView GIS*. As UFAs II foram constituídas por fusão das unidades da primeira versão, obedecendo-se os seguintes critérios: utilização da fisiografia para a diferenciação de unidades apenas quando agregava dados com repercussão ecológica; questionamento dos limites entre as áreas de Savana, Estepe, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual, no 2º planalto paranaense; escala utilizada para o estabelecimento das UFAs (1:650.000) e sua repercussão no uso da vegetação como critério de subdivisão das unidades; a possibilidade de ampliação do uso das UFAs e o atual estado de devastação da vegetação no Paraná; e área mínima de 1.000 ha. O trabalho de análise resultou em um conjunto de 81 novas unidades fitoambientais, 81 UFAs II, 90 a menos que a primeira versão. Foram produzidos um mapa geral do estado com as 81 unidades assinaladas e 81 mapas específicos, cada um deles com uma unidade em destaque. Estes últimos foram usados na elaboração de fichas descritivas das unidades, contendo o código que identifica a UFA II, a fisiografia, o grupamento litológico dominante, a textura predominante de solo, a bacia hidrográfica, a classe de altitude, a vegetação original/vegetação original predominante, a área da unidade, a cobertura remanescente, os municípios integrantes, o *status* de conservação da vegetação e observações. A readequação de alguns dos critérios utilizados na primeira versão das Unidades Fitoambientais – UFAs – não resultou em perda da qualidade da compartimentação ecológica. Na gestão ambiental do espaço rural, o método UFAs II permite a tomada de decisões a partir do todo e não mais de uma propriedade isolada. Na definição das políticas de desenvolvimento para o estado, as UFAs II, por apontarem as diferenças ambientais, causa e consequência das disparidades entre as regiões, podem nortear as decisões de investimentos segundo a vocação do espaço físico.

Palavras-chave: política pública ambiental, classificação ecológica, processos naturais, análise ambiental.

ABSTRACT

The Phyto Environmental Unit II - PhEU II - A new proposal of ecological subdivision to the Paraná state. Preserve nature in such a diverse country as Brazil is a complex issue, which demands more appropriate answers than the ones provided by classifications based almost exclusively on vegetation. In a world that is constantly impacted by human actions, it's necessary to have a deeper understanding about nature's determinant processes. To reach this level of understanding, Phyto Environmental Units – PhEU – were established using the state of Paraná as object of study. Minimum criteria of space and vegetation differentiation were created to partitionate the natural landscape and to direct more effective conservation actions. The Phyto Environmental Unit - PhEU - is an ecological unit which presents physiographic, geologic, hydrographic basin, class of altitude and original vegetation formation correspondence. The concept of PhEU was created by researchers from Federal University of Paraná - UFPR, Brazilian Agricultural Research - EMBRAPA and Environmental Institute of Paraná - IAP. The 171 units obtained were established by Resolution 20/2008 of SEMA - Environmental State Department - as an instrument of environmental public politics, focusing on analysis of vegetation recovery and removal of the State native vegetation at an early stage, but they were never used. This dissertation aimed to refine the PhEU using current information. The second version of PhEU, called PhEU II, adjusted some of these criteria, creating an instrument of environmental analysis easier to use, especially by public managers. The PhEU II is considered a module for environmental action planning, unique enough to differentiate itself from the other units and to justify its diversity preservation, and uniform enough to provide the genetic material required for landscape restoration. The software ArcView GIS were also used for the PhEU II analysis of spatial data files as in the first version. The PhEU II were constituted by merging the units of the first version, obeying the criteria described below. Physiography was used only to differentiate units when they present data with ecological impact since they constitute ecotone areas. Doubts brought up by scientific and historical research regarding Savanna, Steppe, Araucaria Forest and Semideciduous Forest in the Paraná 2nd plateau area limits. The forest information in the PhEU scale (1:650.000) is not sufficiently detailed to allow its use in conservation, restoration or native species propagation works. The possibility of PhEU expanding use and the current state of devastation of Paraná vegetation; and minimum area of 1.000 ha area. The second version of PhEU, developed in this work, resulted in 81 new Phyto Environmental Units (81 PhEU II) instead of 171 obtained in the first version. A general map with the 81 units of the Paraná State and other 81 specific maps, each one with a unit highlighted, were produced. The specific maps were used to prepare units descriptive sheets, which contain the PhEU II code identity, physiography, dominant lithology grouping, predominant soil texture, hydrographic basin, class of altitude, original/ predominant vegetation, total area, remaining coverage covered cities, vegetation conservation status and other observations. The readjustment of some of the criteria used in the first version of the Phyto Environmental Units – PhEU – did not decrease the quality of the ecological partitioning. In the environmental management, the PhEU II method enable decision making from all over and not an isolated property. In policy development for the state, the PhEU II, by pointing environmental differences, cause and consequence of disparities between regions, can guide investment decisions according to the vocation of the physical space.

Keywords: environmental public politics, ecological classification, natural processes, environmental analysis.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Mapa geocronológico das principais unidades geológicas do Paraná .26	
FIGURA 2 - Mapa geocronológico do Escudo Paranaense.....30	
FIGURA 3 - Mapa da cobertura sedimentar paleozoica da Bacia do Paraná42	
FIGURA 4 - Mapa ilustrativo de inundação devoniana na América do Sul.....43	
FIGURA 5 - Mapa da distribuição das rochas ígneas do Paraná59	
FIGURA 6 - Mapa da cobertura sedimentar e vulcânica mesozoica da Bacia do Paraná.....68	
FIGURA 7 - Mapa dos sedimentos cenozoicos do Paraná.....71	
FIGURA 8 - Simulação das variações do nível do mar no litoral paranaense74	
FIGURA 9 - Mapa climático do Paraná.....75	
FIGURA 10 - Mapas de precipitação do Paraná: média anual e coeficiente de variação.....76	
FIGURA 11 - Mapa das bacias hidrográficas do Paraná.....78	
FIGURA 12 - Mapa geológico simplificado – tipos de rocha79	
FIGURA 13 - Mapa da fisiografia do Paraná.....81	
FIGURA 14 - Mapa de relevo do Paraná82	
FIGURA 15 - Mapas de vegetação original e remanescente do Paraná.....93	
FIGURA 16 - Mapa das Unidades Fitoambientais – UFAs originais 114	
FIGURA 17 - Mapa das Unidades Fitoambientais II – UFAs II..... 118	

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Evolução geológica, climática e das formas de vida	29
TABELA 2 - Paleoníveis do mar na região sul do Brasil (Holoceno).....	73
TABELA 3 - Correspondência entre o tipo de rocha e a textura predominante de solo.....	80
TABELA 4 - Chave dicotômica para classificação simplificada de solos – método UFA.....	122
TABELA 5 - Municípios com os maiores índices de IDHM/2010 do Paraná (com exceção de Curitiba) e as UFAs II a que pertencem.....	123
TABELA 6 - Municípios com os menores índices de IDHM/2010 do Paraná e as UFAs II a que pertencem	123
TABELA 7 – Convenções utilizadas nas fichas descritivas das UFAS II	131

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
Objetivos	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
A GÊNESE DA PAISAGEM PARANAENSE	16
2.1 GEOLOGIA DO PARANÁ – PRINCIPAIS FEIÇÕES	25
2.1.1. Era Arqueana (de 4,7 a 2,5 b.a.)	27
2.1.2. Era Proterozoica (de 2,5 b.a. a 570 m.a.).....	31
2.1.3. Era Paleozoica (de 570 a 250 m.a.).....	37
2.1.4. Era Mesozoica (de 250 a 65 m.a.)	54
2.1.5. Era Cenozoica (65,5 m. a. até o presente).....	68
2.2. CLIMA	74
2.3. HIDROLOGIA.....	76
2.4. SOLO	79
2.5. RELEVO.....	81
2.5.1. Litoral.....	82
2.5.2. Serra do Mar	83
2.5.3. 1º planalto	85
2.5.4. 2º planalto	86
2.5.5. 3º planalto	88
2.6. VEGETAÇÃO	90
2.6.1. Formações pioneiras.....	94
2.6.2. Floresta Ombrófila Densa – FOD	97
2.6.3. Floresta Ombrófila Mista – FOM	103
2.6.4. Floresta Estacional Semidecidual – FES.....	107
2.6.5. Savana (Cerrado) e Estepe (Campos).....	109

2.7. UNIDADES FITOAMBIENTAIS – UFAs	112
3. MATERIAL E MÉTODO	115
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	118
4.1. FICHAS	130
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	172
REFERÊNCIAS	174

1. INTRODUÇÃO

Nada físico sobrevive ao tempo. Nem a rocha mais dura. Nem a floresta intocada. Nem a palavra escrita.

Elevada pelas forças internas e rebaixada pelas forças externas, a paisagem se deixa modelar ao longo das eras. A fúria titânica que forja montanhas e escarpas não vence a paciente ação da erosão e do intemperismo. O pico lançado aos céus pela colisão de placas tectônicas torna-se planalto, torna-se planície. O fragmento do que experimentou a vertigem das alturas acaba no leito oceânico. E, como nada é imóvel neste universo, a jornada recomeça tão logo termina.

Se as forças geológicas são colossais, o desafio da vida não é menos espetacular. Do líquen que subjuga a pedra nua à floresta mais densa, tudo o que vive é frágil e impermanente. A força da vida não está na imortalidade, mas no poder de reação. Conquistar o espaço devastado uma, duas, infinitas vezes. Arranjar-se desta maneira, daquela outra, ou de outra ainda, para adequar-se ao máximo às condições reinantes. Reinventar-se do nada, do quase nada, para povoar cada nicho, para superpovoar cada centímetro, para empilhar-se em catedrais vibráteis.

A palavra pode durar mais que a rocha, mais que as florestas, mais que os desertos, mais que o ser vivo mais longevo. Mas seu destino é o mesmo. Seu suporte pode perder-se, seu conteúdo também. Em se tratando de ciência, então, o que vale ser escrito hoje, pode não se manter amanhã. Nada é mais perecível que a verdade científica. O que, aliás, é ótimo. É a vida diante do espaço vazio. É ousar se lançar.

Para que a paisagem faça sentido, para que faça algum sentido escrever sobre ela, para que se possa entender o presente olhando-se para o passado, no entanto, é preciso que algo permaneça. É preciso poder entender o passado olhando-se para o presente. Encontrar o eterno fora da dimensão espiritual.

O permanente no mundo da matéria são os processos. Ao longo de bilhões de anos, tudo o que foi feito seguiu leis imutáveis. O fato de ainda não as termos desvendado a contento não as afeta minimamente. A Charles Lyell, o grande geólogo e naturalista do século XIX, é atribuído o conceito de que “o presente é a chave do passado” (Princípios da Geologia, 1830, John Murray, Londres). Por

vigorarem as mesmas leis, o mecanismo que deforma a rocha hoje, explica o metamorfismo ocorrido há bilhões de anos. Ou o que acontece em outros planetas. É isso que torna possível o desafio permanente dos geólogos, naturalistas, cientistas: reescrever uma longa novela a partir do último capítulo. Das cenas finais e meio desfocadas do último capítulo.

Até certa altura, esta viagem ao passado se faz com algum conforto. Aos poucos a turbulência aumenta. Com o avanço em direção aos primórdios, o que se tem em mãos é tão alterado que a reconstituição é impossível. Ou não é possível ainda, ninguém sabe para onde a ciência é capaz de nos levar.

O fato é que, para vislumbrar algum laivo de futuro, é preciso compreender como se chegou até aqui. E, num mundo cada vez mais impactado pela ação humana, é necessário entender mais a fundo o que e como é preciso preservar para que nossa ação não seja nefasta. Nefasta principalmente para nós mesmos. A vida certamente veria na devastação mais feroz uma imensa oportunidade de diversificar-se. Já o fez antes. Já o fez várias vezes. E tem o tempo a seu favor.

Durante sua longa história, o Paraná em formação chocou-se com outras massas de terra, integrou continentes colossais, singrou pelo globo terrestre, cruzou o polo sul, foi coberto de gelo, foi completamente submerso em mares primevos, fez parte de um deserto maior que o Saara, teve montanhas do porte das do Himalaia e a superfície completamente aplainada, soergueu-se, fraturou-se, inundou-se de lava, foi coberto ora por florestas de árvores gigantescas, ora por pântanos, ora por campos, dependendo das condicionantes do clima. Espécies surgiram e desapareceram, muitas sem deixar vestígio, muitas deixando apenas seu rastro impresso na lama. O solo por onde pisam os paranaenses e a paisagem que seus olhos enxergam são resultado desta história fantástica. E, mesmo assim, o Paraná, incluindo suas rochas mais antigas, é mais jovem que a vida no planeta – a Terra existe há 4,5/4,7 bilhões de anos; bactérias e algas azuis, há 3,5/3,6 bilhões de anos (MINEROPAR, 2011).

Muito mais jovens são as formações vegetais que recobrem atualmente seu território. Por ser condicionada pelo clima, solo, relevo e litologia, uma formação vegetal é um fenômeno temporal. A biodiversidade existente no Paraná, mesmo sendo fruto de milhões de anos de evolução, também o é de um arranjo recente, com florestas impenetráveis sendo erguidas em poucos séculos.

Integrando os biomas Mata Atlântica e Cerrado e apresentando um expressivo número de espécies em comum, de ampla distribuição, são consideradas formações vegetais originais do estado – pelo relato de viajantes que têm percorrido os caminhos paranaenses principalmente nos últimos duzentos anos –, as Florestas Ombrófila Densa, Ombrófila Mista e Estacional Semidecidual, a Estepe e a Savana. Mas relacionar espécies não é tudo e mesmo as subdivisões estabelecidas na classificação do IBGE (1992, 2012): Montana, Submontana, Alto-Montana, Aluvial, Formações Pioneiras, etc., não conseguem abarcar as particularidades que estas formações apresentam. A perda de biodiversidade já assumiu proporções catastróficas.

Foi neste nível de compreensão dos processos naturais que surgiram as Unidades Fitoambientais – as UFAs – em sua primeira versão. Estabelecendo critérios mínimos de diferenciação do espaço e de vegetação, foi lançada a ideia de compartimentar a paisagem natural de modo a tornar as ações de preservação mais efetivas.

Objetivos

O que se espera, nesta dissertação, é, a partir das informações atuais, apresentar uma revisão da proposta de compartimentação ecológica das UFAs – as UFAs II. Esta segunda versão do conceito de unidades fitoambientais, readequando alguns dos critérios usados na definição original e aprofundando outros, amplia, em tamanho, as áreas consideradas minimamente homogêneas e cria um instrumento de análise ambiental de fácil utilização principalmente para gestores públicos. Como é preciso restringir para poder levar a tarefa a cabo, o território paranaense é o objeto de estudo, mas, como os princípios são universais, este conceito de classificação ecológica pode ser adaptado a qualquer paisagem.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A GÊNESE DA PAISAGEM PARANAENSE

*Palavras ordinárias são usadas para dizer coisas extraordinárias.
Schopenhauer (1788-1860)*

Ao longo de pelo menos 2,8 bilhões de anos, forças cataclísmicas e o paciente trabalho da erosão modelaram o que hoje é o território paranaense.

É razoavelmente aceito – quanto mais remoto menos consensual é – que os continentes estiveram reunidos em uma massa única – se não única, pelo menos agrupando boa parte das terras emersas – diversas vezes. Quatro vezes são aceitas com maior facilidade. Três delas aconteceram no Proterozóico e a última – Pangeia, da qual, por sua “proximidade” (cerca de 230 milhões de anos), se duvida pouco –, no Permiano/Triássico. Gondwana, o continente que reunia América do Sul e África principalmente, é anterior ao Pangeia, ajudou a formá-lo, separou-se novamente e acabou por dividir-se definitivamente no Mesozoico – embora, em se tratando deste planeta, *definitivamente* seja um termo inexato. Colagens e rupturas são interdependentes e o planeta caminha – a passos lentos*, é verdade – para uma nova superaglutinação (BRITO NEVES, 1999). * Para padrões humanos.

Por sua importância no entendimento do que virá a seguir, o único supercontinente a ser chamado pelo nome será Gondwana, cujos processos de formação ocorreram do Neoproterozoico ao EoOrdoviciano (BRITO NEVES, 2003).

Algumas noções básicas de geologia podem ajudar a formar a imagem desta conjunção de eventos que originou o Paraná e entender o que segue. A crosta terrestre não é contínua, mas fragmentada como um quebra-cabeça de peças de margens violentas (as margens continentais ativas) ou nem tanto (as margens continentais passivas, como a costa brasileira). As placas oceânicas são formadas principalmente por basalto e são mais densas que a crosta continental, composta basicamente por granitos. Então, quando se chocam, por maior impacto que isso cause, cada uma se comporta de maneira bastante previsível: as placas oceânicas afundam (subdução) no manto de magma e a crosta continental cavalga a placa que

mergulha. Assim, o continente se alça em montanhas geradas pelo “amassamento” (dobramento) ou por vulcanismo. Quando o choque se dá entre estruturas de igual densidade, placas continentais, por exemplo, a zona de colisão provoca dobramentos em ambas as margens continentais (THOMPSON & TURK, 1998). Ao processo que origina as montanhas dá-se o nome de orogênese.

Quando as placas se afastam, o esgarçamento do continente se dá em meio a um forte vulcanismo, com deformações crustais, plutonismo, metamorfização de rochas. Nos oceanos, o afastamento das placas gera as dorsais oceânicas. Placas que se chocam, criam os continentes. Placas que se afastam, abrem oceanos.

Crátons são as porções da litosfera continental formadas no Arqueano, que têm resistido, com uma estabilidade tectônica só neles encontrada, aos sucessivos ciclos de construção e destruição de continentes. Resistir, porém, não significa sair incólume destes processos titânicos. Por sua antiguidade e persistência, os crátons trazem, impressas em suas deformações, boa parte da história geológica do planeta (ALKMIM, 2004). Os *Escudos* são a porção exposta dos crátons, onde afloram rochas pré-cambrianas fortemente metamorfizadas (IBGE, 2004). No Paraná, o Escudo forma o embasamento do 1º planalto e a Serra do Mar/litoral.

A cada choque ou ruptura de massas de terra o relevo reage soerguendo-se. Com toda a história que tem, a paisagem de contornos suaves que domina o território brasileiro é o resultado do trabalho contínuo e inexorável do intemperismo e da erosão.

Conforme a maneira como foi gestada, a rocha pode ser *ígnea*, *sedimentar* ou *metamórfica*. É *ígnea* quando é formada pelo resfriamento/solidificação do magma. Se solidificar em profundidade, será “plutônica”, como os granitos; se atingir a superfície e endurecer sobre a crosta será “efusiva”, como os basaltos. As rochas *sedimentares* são formadas a partir de partículas minerais transportadas e depositadas por água, vento ou gelo. Originalmente, este material pode ter pertencido a rochas ígneas, outras sedimentares, metamórficas ou mesmo a organismos.

As *metamórficas* são formadas a partir de outras rochas, quando submetidas a condições de pressão e temperatura suficientes para alterá-las sem atingirem a fusão completa, o que as transformaria em magma (ultrametamorfismo – a temperaturas entre 600° e 1200° C para a maioria das rochas). As rochas se tornam

metamórficas ajustando-se mineralogicamente e/ou estruturalmente ao meio onde estão inseridas. Assim, se as condições forem severas (mais de 40 km abaixo da superfície terrestre, com temperaturas ultrapassando os 600° C), serão metamórficas de alto grau. Se forem condições mais brandas (a até 12 km de profundidade e temperatura abaixo de 350° C), o metamorfismo será de baixo grau, menos transformador. (THOMPSON & TURK, 1998).

Quando o grau de metamorfismo é elevado, minerais claros e escuros se separam em faixas, formando a rocha chamada *gneisse*. Quando o metamorfismo é ainda mais intenso a ponto de a rocha de origem começar a derreter, formando pequenos veios de magma granítico, a rocha formada é o *migmatito*, uma mistura de rocha ígnea e metamórfica (THOMPSON & TURK, 1998).

O diferente comportamento das rochas diante da temperatura é muito importante para entender a paisagem paranaense. Minerais ricos em sílica se fundem a temperaturas mais baixas que os pobres em sílica. O granito contém mais sílica que o basalto (70% contra 50%, em média). O magma basáltico atinge cerca de 1.100° C, enquanto o granítico fica entre 700° C e 900° C. Assim, o magma basáltico é quente o suficiente para abrir caminho entre as rochas graníticas solidificadas da crosta e pode chegar à superfície terrestre (zonas de subdução, rifteamento e plumas mantélicas), enquanto o magma granítico não consegue “derreter” basaltos, percorre apenas pequenas distâncias e fica encapsulado em bolsões a até 20 km de profundidade (THOMPSON & TURK, 1998).

Além disso, a diferença no teor de sílica também influencia na viscosidade de um e outro magma. A sílica pode formar longas cadeias que aumentam a viscosidade do magma. A pequena quantidade de cadeias de sílica faz com que o magma basáltico corra facilmente, atingindo a superfície e cobrindo grandes distâncias. Os vulcões basálticos são bastante comuns (THOMPSON & TURK, 1998).

Por resfriar rapidamente, os cristais do basalto não têm tempo de crescer e a rocha acaba tendo textura fina, bastante homogênea. O granito, ao contrário, preso em profundidade, resfria lentamente. Seus cristais crescem a ponto de definirem uma textura bem heterogênea, permitindo clara distinção de seus componentes (THOMPSON & TURK, 1998).

Os grandes maciços de magma granítico solidificado são chamados *plútons* e podem medir quilômetros de diâmetros. Depois de formados no interior da crosta terrestre, os plútons podem chegar à superfície “empurrados” por forças tectônicas, onde são expostos por ação da erosão sobre as rochas que os cobrem. Para ser um *batólito*, o plúton deve ter mais de 100 km² de superfície exposta (THOMPSON & TURK, 1998).

Quando o magma flui através de fraturas ou camadas da crosta terrestre, forma estruturas tabulares que se chamam *diques*, quando verticais, e soleiras (*sills*), quando a deposição se dá horizontalmente, entre as camadas da rocha “hospedeira”. A espessura de diques e soleiras pode variar bastante: de poucos centímetros a mais de um quilômetro. Diques comumente ocorrem em paralelo ou em disposição radial e seu conjunto é chamado *enxame* (THOMPSON & TURK, 1998).

A forma mais suave de erupção vulcânica acontece quando o magma é tão fluido que escorre de fissuras na crosta terrestre e se espalha (quase) feito água. Este comportamento é típico das lavas basálticas, por sua baixa viscosidade. Hoje em dia, este tipo de fluxo de lavas é comum no Havaí e na Islândia. Algumas vezes, as fissuras cobrem territórios enormes, despejando milhões de metros cúbicos de lava na superfície da Terra, formando platôs (THOMPSON & TURK, 1998), como no caso do 3º planalto paranaense.

Pelo tipo de rocha sedimentar é possível saber como era seu ambiente de deposição: um *arenito* era, originalmente, a areia de um deserto ou de uma praia; *folhelhos* e *siltitos* surgem do que foi, no passado, um pântano ou um mar de águas tranquilas; *conglomerados* são frutos do movimento de rios, de geleiras ou mares costeiros agitados. Os *calcários* são formados pela precipitação de carbonatos dissolvidos em água e por conchas e esqueletos de animais que se depositaram no fundo do mar (MINEROPAR, 2011).

Tão importantes quanto as forças que agregam matéria à superfície da Terra são as que a retiram. Removendo partícula a partícula, a erosão rebaixa tudo o que se projeta acima do chamado *nível de base*, assim como preenche com sedimentos tudo o que está abaixo dele. As porções elevadas, com o alívio da carga, erguem-se ainda mais, as porções rebaixadas, com o peso dos sedimentos, afundam mais ainda. Isso pode se dar local ou globalmente. Em escala planetária, tudo o que vai

sendo retirado dos continentes, ao longo de milhões de anos, vai parar no fundo dos oceanos. Mas apagar toda irregularidade ou diferença é um trabalho sem fim. Mesmo quando transformada em planície, mais leve em função da remoção de sedimentos, a crosta continental se eleva (ajustamento isostático), o nível de base se reestabelece e a erosão continua. Assim, chegam à superfície as estruturas formadas em profundidade, como o embasamento cristalino e os plútons (CASSETI, 2005).

A água faz grande parte deste trabalho, seja pelo intemperismo químico, mecânico ou pelo arraste dos sedimentos, em climas úmidos ou áridos. Mas a natureza das rochas, principalmente sua dureza, é decisiva no ritmo de desgaste. É a erosão diferencial que ataca primeiro as rochas mais frágeis, de textura menos compacta, mais fraturadas e porosas, e, depois, as mais resistentes. Assim, as camadas sedimentares costumam ceder primeiro. As rochas cristalinas, como quartzitos, granitos, gnaisses e migmatitos se mantêm por mais tempo, formando as áreas elevadas do relevo. Dependendo do conjunto onde está inserido, um tipo de rocha, o diabásio dos diques por exemplo, pode formar cristas ou depressões do terreno, conforme a resistência relativa das rochas à sua volta (CASSETI, 2005).

O tectonismo e a construção são eventuais. A erosão e o intemperismo são permanentes, lentos e implacáveis. Na formação da paisagem, a retirada de material é tão legítima quanto a deposição. Se hoje se tem a ideia de que as forças erosivas são negativas é por conta do efeito da ação do homem sobre o meio e a viabilidade da exploração que se pretende continuar realizando sobre ele. Sem intemperismo não haveria solo, por exemplo. Na natureza, a destruição é apenas um rearranjo, uma oportunidade para a recriação, para novas experiências.

A busca da natureza pelo equilíbrio (situação de menor energia) está na origem dos processos destrutivos. Seja mecânica ou físico-química, a estabilidade é o objetivo final. Ou final em termos. Quando há mudanças, processos atuam para que o equilíbrio se restabeleça. As montanhas, por erosão, perdem material para os planaltos. Quando não há mais que planaltos, estes são escavados até se tornarem planícies. Quando há mudanças climáticas, materiais antes estáveis em determinadas condições de pressão, temperatura e umidade são retrabalhados para que se tornem estáveis sob as novas condições vigentes. Mas como tudo em um planeta vivo é instável em determinado momento, a impermanência é a regra da

paisagem. Ao conjunto das modificações mecânicas, físicas e químicas que uma rocha sofre quando em contato com os agentes atmosféricos chama-se *intemperismo* (BIGARELLA *et al.*, 1994).

É principalmente o trabalho paciente da gota caindo que muda a paisagem do mundo. O agente por excelência do intemperismo e da erosão é a água.

Dissolução e hidrólise são os processos mais importantes do intemperismo químico. Na dissolução a água atua como solvente, mas o mineral liberado da rocha permanece o mesmo, não reage quimicamente com a solução. Na hidrólise, há reação e a água passa a fazer parte da estrutura do mineral recém-formado. Assim, por exemplo, o feldspato, que é o mineral mais abundante da crosta terrestre e está presente nos granitos, torna-se argila por hidrólise. Esses processos são efetivos na desagregação da rocha até quando atuam indiretamente. O quartzo, que também está na composição dos granitos, é liberado da rocha por causa de dissolução e hidrólise, porém, não por sua solubilidade e capacidade de reação, mas justamente por sua resistência a elas. Como é sílica pura (SiO_2), não contém cátions solúveis e permanece inalterado. Com o intemperismo dos outros componentes do granito, o quartzo acaba se soltando da rocha. No fim, não há mais que argilas e areia onde antes havia um batólito (THOMPSON & TURK, 1998).

A efetividade dos agentes do clima sobre um corpo rochoso depende da natureza da rocha, do tipo do clima, da vegetação existente, da topografia e da duração de atuação deste conjunto de condições. Como são muitas variáveis agindo simultaneamente, o processo de intemperismo de uma rocha pode ser bastante complexo (BIGARELLA *et al.*, 1994).

Onde umidade e temperaturas são permanentemente elevadas e há presença de vegetação, como nas latitudes equatoriais, o intemperismo químico é intenso. Nas regiões desérticas, onde não há vegetação e umidade, predomina a desintegração mecânica, provocada principalmente pelo contraste de temperaturas. A rocha fraturada sob clima árido sofrerá intemperismo químico ainda mais efetivo quando as condições climáticas da região onde ela se encontra se modificarem. A alternância de condições áridas, semiáridas e úmidas explica muito do que é visto na paisagem paranaense de hoje (KAUL, 1990; BIGARELLA *et al.*, 1994).

A textura da rocha e a natureza de seus componentes também são determinantes no ritmo do intemperismo. Rochas de granulação grosseira alteram-

se mais facilmente do que as de granulação fina, mesmo que apresentem os mesmos componentes minerais. E cada um dos minerais componentes se comporta de determinada maneira diante do intemperismo, como no exemplo do granito dado acima. Ainda: as rochas máficas (coloração escura) decompõem-se mais rapidamente que as félsicas (coloração clara). O exemplo está na Serra do Mar. Os diques de diabásio (máficos) encaixados nos maciços de granito, alterando-se em velocidade maior que suas rochas encaixantes, originaram os vales dessa paisagem (BIGARELLA *et al.*, 1994).

Não é somente por sua ação como solvente que a água provoca o intemperismo químico das rochas. Quando chove, a água incorpora o CO₂ atmosférico, tornando-se levemente ácida. O ácido carbônico (H₂CO₃) assim formado penetra nas fendas das rochas como um reagente efetivo. Esse processo torna-se ainda mais eficaz na presença de vegetação (BIGARELLA *et al.*, 1994).

A conquista da rocha árida pela vegetação começa pelo estabelecimento de um simples líquen sobre a superfície exposta. Entre as radículas da planta e a rocha, fica retida uma fina lâmina d'água que garante a umidade e os primeiros minerais dissolvidos necessários para o crescimento do líquen. O CO₂ liberado no processo metabólico da planta acidifica a película d'água e torna ainda mais efetivo o arranque de minerais da rocha para o desenvolvimento do líquen. À medida que esta corrosão prossegue, há um acúmulo de microfragmentos liberados da rocha e de partes descartadas da planta – um solo incipientíssimo, mas já capaz de sustentar uma vegetação mais exigente que o líquen. E a rocha perde a batalha para a vegetação (BIGARELLA *et al.*, 1994).

A erosão é um processo denudacional que engloba não apenas o intemperismo, mas a remoção de seus produtos. A retirada e o transporte de grãos minerais podem ser fluviais, marinhos, glaciais, eólicos, gravitacionais, ou uma combinação destes. Os vales escavados na paisagem são o resultado da ação dos rios, do fluxo laminar nas vertentes, dos desmoronamentos, das corridas de lama e dos ventos, como na maior parte do Paraná, ou podem ter origem na passagem de geleiras, como alguns dos vales em forma de “U” existentes no 2º planalto paranaense (BIGARELLA *et al.*, 1994).

A erosão é condicionada por variáveis climáticas, topográficas, de solo e de vegetação. Climas úmidos têm chuvas contínuas, mas conseguem manter uma capa

protetora de vegetação sobre os solos. Climas áridos têm chuvas ocasionais, mas a vegetação é aberta e rala, menos efetiva na proteção dos solos que as florestas. Assim, por não serem atenuadas pela vegetação, as chuvas torrenciais dos climas áridos e semiáridos têm efeito erosivo mais acentuado. Sua ação sobre encostas remove grande quantidade de material intemperizado, deixando as rochas expostas a novos processos de decomposição. Durante os períodos de clima úmido, a alteração do material é principalmente química e os solos formados são profundos. No sul do Brasil, o solo tem, em média, 5 a 15 m. No norte do Paraná esta profundidade pode chegar a 60 m (BIGARELLA *et al.*, 1994).

Os produtos do intemperismo das rochas podem permanecer no próprio local, *in situ*, formando o **elúvio**. Caso esse material seja removido encosta abaixo, passa a se chamar **colúvio**. Quanto mais íngreme a vertente, e quanto mais concentrados os volumes de chuva, tanto mais sujeita estará aos movimentos de massa. Em geomorfologia, os movimentos de massa são considerados os mais importantes processos modeladores do relevo. Gravidade, água, gelo e/ou ventos colaboram para que desmoronamentos e corridas de lama retirem material (solo e rochas – elúvio) dos pontos mais altos das vertentes, atulhando vales (colúvio) (BIGARELLA *et al.*, 1994).

Na perda de solo, estão envolvidos a erosividade das chuvas, a inclinação das vertentes, a cobertura vegetal, a erodibilidade do solo e o uso a que este solo é submetido. O impacto da gota de chuva sobre o solo é tão mais efetivo quanto maior for a intensidade da precipitação. Solos com pouca estrutura ou com pouca cobertura vegetal são particularmente frágeis. No Paraná, a erosão tem sido efetiva há milhões de anos, com características particulares a cada região: na Serra do Mar, prevalece a inclinação das vertentes; no 1º planalto a ação da drenagem; no 2º, a fragilidade dos solos rasos e arenosos (litologia: arenitos); no 3º, destaca-se a região a noroeste, com solos com pouca estrutura originados do Arenito Caiuá. A cada paleomudança para climas mais áridos com retração da vegetação, grandes volumes de solo eram perdidos. O desmatamento e o uso agrícola indiscriminado no século XX acentuaram sobremaneira o processo, mesmo sob clima úmido (HERRMAN, 1990; BIGARELLA *et al.*, 1994, BRAGAGNOLO, 1997; MINEROPAR, 2007; IAPAR, 2012 e outros).

Além disso, nem toda água é líquida nem se distribui da mesma maneira. Tudo muda quando a água está presente na paisagem em estado sólido.

Geleiras são quantidades espantosas de gelo que podem ter quilômetros de espessura, acumulando tanta água que podem baixar o nível dos oceanos. Uma idade do gelo é um evento complexo que se retroalimenta e se expande, alterando tudo no planeta. A água evaporada nos oceanos, que normalmente volta para eles depois de irrigar os continentes, fica, durante uma glaciação, estocada nas geleiras e os oceanos diminuem de volume. A queda no nível do mar – que pode ser de dezenas de metros em alguns milhares de anos – afeta, por sua vez, as correntes marítimas, influenciando na circulação atmosférica, no grau de umidade e temperatura. A superfície clara do gelo aumenta o albedo (refletividade), devolvendo para o espaço parte do calor vindo do Sol e diminuindo a temperatura média do planeta (MICKELSON, 2007). Níveis mais baixos do mar e menor evaporação aumentam a aridez sobre os continentes e afetam a vegetação, repercutindo na área exposta à erosão eólica, por exemplo. O pó em suspensão na atmosfera dificulta a penetração dos raios solares, o que diminui ainda mais a temperatura. Assim como o gelo, os grãos de areia expostos também aumentam o albedo e a temperatura sofre novo rebaixamento... A quantidade de água retirada dos oceanos durante a glaciação do Ordoviciano é considerada por alguns como a principal causa da extinção dos organismos marinhos naquele período (BRENCHLEY *et al.*, 2003; EYLES & LAZOREK, 2007; LAVINA & FAUTH, 2010).

Uma era glacial pode chegar ao fim de duas maneiras: lentamente, pela migração do continente para latitudes menores, ou de forma acelerada, pelo incremento do vulcanismo e pelos gases do efeito estufa expelidos pelos vulcões. A água liberada pelas geleiras eleva os níveis dos mares, invade continentes e garante a umidade necessária para o desenvolvimento, por exemplo, das grandes florestas (LAVINA & FAUTH, 2010).

Não bastasse a ação global das geleiras, há ainda sua influência local. Por onde passa, o gelo deixa marcas, abrindo vales, escavando montanhas, largando sedimentos (morenas glaciais).

A água que escoar sob o manto de gelo e principalmente quando ele derrete pode formar rios caudalosos, leques, deltas ou acumular-se em lagos, construindo a

paisagem pelos sedimentos que gera, carrega e abandona em *morenas* (depósitos) de *tilitos* (sedimentos consolidados) (EYLES & LAZOREK, 2007).

A água líquida que corre nos rios costuma erodir, por sua passagem, vales em formato de “V”, mais profundos do que largos. Quando congelada, seu comportamento é outro. Uma geleira não é confinada a um leito apenas, ocupa normalmente todo o vale, escavando não só o fundo, mas suas encostas, deixando atrás de si um vale de bordas mais arredondadas, em formato de “U”.

Outra forma de relevo criada nas montanhas pelas geleiras é o *circo*, uma depressão arredondada nos flancos dos picos. Um circo começa a ser formado quando o gelo, deslizando lentamente montanha abaixo, arrasta uma porção de sedimentos, escavando, numa porção do terreno que apresente alguma fragilidade, um pequeno abaulamento. O próprio formato escavado basta para determinar sua continuidade e a concavidade aumenta à medida que o escorregamento da geleira acontece. Com o derretimento da geleira, o circo se revela (THOMPSON & TURK, 1998).

As marcas do gelo em território paranaense estão no 2º planalto: nas rochas do Grupo Itararé, em sedimentos abandonados ao longo da paisagem e nas estrias glaciais de Witmarsum.

2.1 GEOLOGIA DO PARANÁ – PRINCIPAIS FEIÇÕES

Fisiograficamente, o Paraná apresenta feições claramente diferenciadas, classificadas por Maack (1981) em cinco compartimentos naturais:

- Litoral;
- Serra do Mar;
- 1º (primeiro) planalto, ou Planalto de Curitiba;
- 2º (segundo) planalto, ou Planalto de Ponta Grossa;
- 3º(terceiro) planalto, Planalto de "Trapp" do Paraná, ou de Guarapuava.

A maior parte do território é formada pelos três planaltos, que declinam suavemente sentido oeste, sudoeste e noroeste. As transições entre estas feições são abruptas. A Serra do Mar separa o 1º planalto do litoral. A Escarpa Devoniana

marca o limite entre o 1º e o 2º planaltos. A Escarpa Triássico-Jurássica (Serra da Boa Esperança) divide o 2º do 3º planalto.

Com exceção dos depósitos recentes, a geologia do estado foi construída seguindo rumo leste-oeste. São 2,8 bilhões de anos de história (FIGURA 1, TABELA 1). As rochas mais antigas estão expostas na Serra do Mar e no 1º planalto, as mais recentes, no 3º planalto.

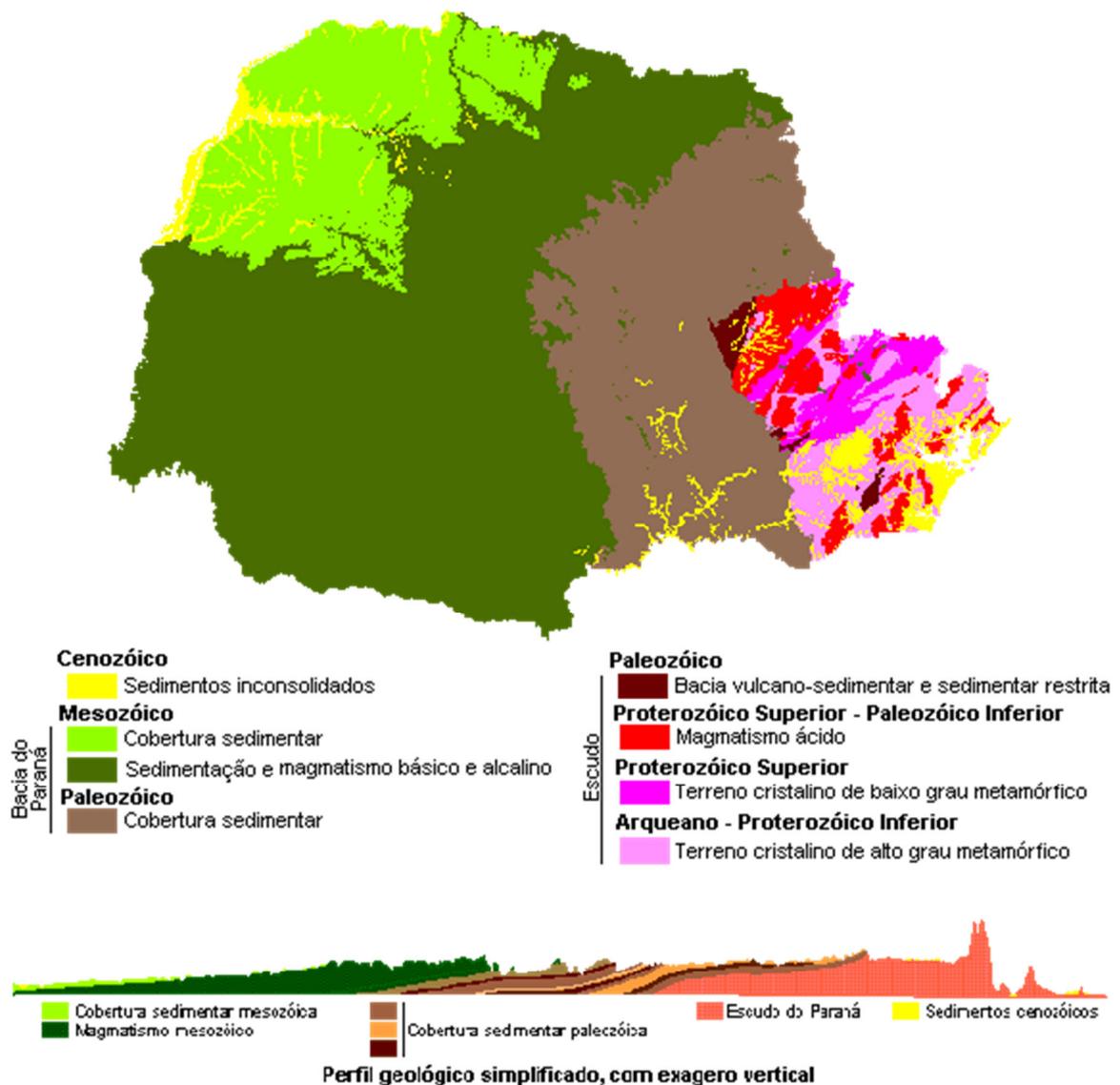


FIGURA 1 - Mapa geocronológico das principais unidades geológicas do Paraná
 Fonte: MINEROPAR (2011)

As rochas mais antigas formam o embasamento cristalino e afloram no litoral, 1º planalto e Serra do Mar, compondo o *Escudo Paranaense*. No Escudo, está o que sobrou dos microcontinentes que, ao colidirem, formaram a base do que viria a ser o território paranaense. São rochas ígneas e metamórficas bastante

resistentes, gestadas no interior da Terra, retrabalhadas a cada separação e fusão de paleocontinentes, e que foram intensamente erodidas. Sobre este suporte foram depositadas, do Siluriano ao Cretáceo, as espessas sequências de sedimentos e lavas dos 2º e 3º planaltos que constituem a *Bacia do Paraná* (FIGURA 1).

Como regra, as informações sobre a geologia do estado que virão a seguir têm como fonte as publicações da MINEROPAR (2001, 2006, 2009, 2011). As exceções e/ou complementações estão assinaladas nos parágrafos respectivos.

Muito pouco rígida nos primeiros 500/800 milhões de anos de existência do planeta, a crosta terrestre começou a se solidificar no Hadeano e deu início a um processo dinâmico do qual a espécie humana é testemunha apenas de um recente instante fugaz. O mapa-múndi atual, a configuração moderna dos continentes e dos oceanos, é o resultado de cerca de 4,0 bilhões de anos de formação, dispersão e migração de continentes (BRITO NEVES, 2004). Em se tratando deste globo, terra firme pode ser uma expressão muito relativa.

Obviamente, há muitas incertezas neste cenário e qualquer reconstrução, por mais que esteja baseada em evidências científicas, tem muito de especulativo. O que vem a seguir é apenas uma história possível.

2.1.1. Era Arqueana (de 4,7 a 2,5 b.a.)

A vida na Terra surgiu no Arqueano, em condições em nada similares às de hoje (TABELA 1). Sob ação de um fluxo térmico global muito mais alto do que o atual, com a produção de crosta continental acontecendo de maneira acelerada, num ritmo que não se repetiu em nenhuma outra era ou período, porções de rocha solidificada se chocavam e coalesciam. Muitos destes embriões dos continentes foram destruídos, por tectonismo ou erosão, mas outros tantos resistiram em estruturas muito resistentes, os *crátons* (BRITO NEVES, 2004).

A atmosfera do Arqueano era composta por metano, amônia e outros gases tóxicos. Quando o vapor de água conseguiu finalmente se condensar na atmosfera deste mundo superaquecido, a chuva que caiu, acredita-se, durou milhões de anos. Os habitantes da Terra eram seres unicelulares, bactérias termófilas ou hipertermófilas, capazes de sobreviver em ambientes de até 110° C, protegidas, num planeta ainda sem camada de ozônio, pelas águas dos mares primevos.

Neste cenário, a gênese do embasamento cristalino paranaense é longa e complexa. Eventos tectônicos e magmáticos construía uma paisagem que a erosão atacava sem tréguas. Rochas ígneas compunham os primeiros continentes, alguns extensos outros nem tanto, rodeados por bacias marinhas. Quando colidiam, originando estruturas metamorfozadas, dobradas, falhadas, com consumo de crosta oceânica e seu vulcanismo associado; ou separavam-se, com abertura de oceanos, alteravam para sempre sua natureza.

As rochas arqueano-proterozoicas do Paraná afloram no 1º planalto e no litoral. São todas metamórficas de alto e médio/baixo grau e podem ser divididas em dois domínios tectônicos: Luís Alves e Curitiba.

2.1.1.1. Domínio Luís Alves

As rochas mais antigas do estado afloram no litoral do Paraná e no nordeste de Santa Catarina. Originalmente ígneas, formadas basicamente no Arqueano, foram metamorfozadas em alto grau no início do Proterozoico, entre 2 e 1,8 bilhões de anos. O cráton Luís Alves é limitado ao norte pelo Domínio (Maciço) Curitiba e pelo Cinturão Móvel Ribeira – área criada durante as colisões que deram origem tanto ao território brasileiro e à placa sul-americana quanto ao gigante paleocontinente Gondwana (KAUL, 1979; 1980). O limite oeste se perde sob os depósitos sedimentares que formam o 2º planalto paranaense (FIGURA 2) (KAUL, 1990).

TABELA 1 - Evolução geológica, climática e das formas de vida

Era	Período	Época	Idade (início) (mil anos)	Clima	Animais e plantas	
Cenozoica	Quaternário	Holoceno	10	Interglacial - calor e umidade	Idade dos mamíferos	Idade do Homem. Extinção da megafauna Formação das Cataratas do Iguau
		Pleistoceno	1.800	Grande glaciação		
	Neógeno	Plioceno	5.300	Temperatura em acentuado declínio		
		Mioceno	23.000	Temperatura amena e cl. sub-úmido		
	Paleógeno	Oligoceno	36.500	Aridez e pequena glaciação		
		Eoceno	53.000	Temperaturas elevadas		
		Paleoceno	65.000	Clima quente e subúmido		Ótimo climático, surgem os cetáceos Diversificação dos mamíferos
Mesozoica	Cretáceo	Superior	95.000	Aumento da temperatura	Idade dos répteis	Extinção dos dinossauros e de muitas outras espécies (75% da vida) Grande subida do nível do mar, as angiospermas dominam a paisagem <i>Podocarpus</i> e outras coníferas são abundantes
		Inferior	135.000	Pequena glaciação - clima frio		
	Jurássico	Superior	152.000	Temperatura amena e baixa umidade		
		Médio	180.000	Chuvas abundantes		
		Inferior	205.000	Clima quente e úmido		
	Triássico	Superior	230.000	Clima quente e desértico		
		Médio	240.000	Aumento de temperatura e umidade		
		Inferior	250.000	Clima glacial e seco		
	Paleozoica	Permiano	Superior	260.000		
Inferior			290.000	Clima frio e seco		
Carbonífero		Superior	325.000	Queda de temperatura e umidade	Idade dos peixes	Primeiras plantas com flores, grande desenvolvimento dos dinossauros, começa a abertura do Oceano Atlântico Grandes desertos na América do Sul. Primeiros pássaros e mamíferos, dinossauros muito diversificados. Pterossauros dominam os céus. Surgem muitos insetos
		Inferior	355.000	Estação única, quente e úmida		
Devoniano		Superior	375.000	Aumento da umidade com chuvas		
		Médio	390.000	Clima desértico com ventos fortes		
		Inferior	410.000	Ressecamento e aridez		
Siluriano		Superior	428.000	Clima quente e úmido		
		Inferior	438.000	Umidade e chuvas abundantes		
Ordoviciano		Superior	455.000	Grande aquecimento		
	Inferior	510.000	Glaciação			
Cambriano	Superior	525.000	Temperatura em declínio	Idade dos invert. marinhos		
	Inferior	570.000	Formação da camada de ozônio			
Proterozoica	Neo	Superior	1.000.000	Muito quente, úmido	Idade dos anfíbios	Grandes florestas (carvão), abundância de insetos e primeiros répteis Expansão das grandes árvores primitivas
	Meso	Médio	1.600.000	Fortes tempestades		
	Paleo	Inferior	2.500.000	Atmosfera primitiva		
Arqueana			4.700.000	Formação do planeta		Primeiros organismos unicelulares

 Deposição de sedimentos – Bacia do Paraná

 Escudo paranaense

 Derrames de lavas

Fonte: Compilação a partir de RAVEN *et al.*(2007); BROWN & LOMOLINO (2006), MINEROPAR (2001); LAVINA & FAUTH (2010).

O Domínio Luís Alves esteve envolvido na aglutinação da parte ocidental do Gondwana no Neoproterozoico-Cambriano (HEILBRON *et al.*, 2004). Como as rupturas dos megacontinentes nem sempre se dão nas margens originais, parte das rochas do Luís Alves pode ser encontrada atualmente no sudoeste de Angola, no Cráton do Congo, na África. (KAUL, 1990). O Luís Alves é composto pelo Complexo Granulítico Serra Negra e por parte do Complexo Máfico Ultramáfico de Piên (FIGURA 2).

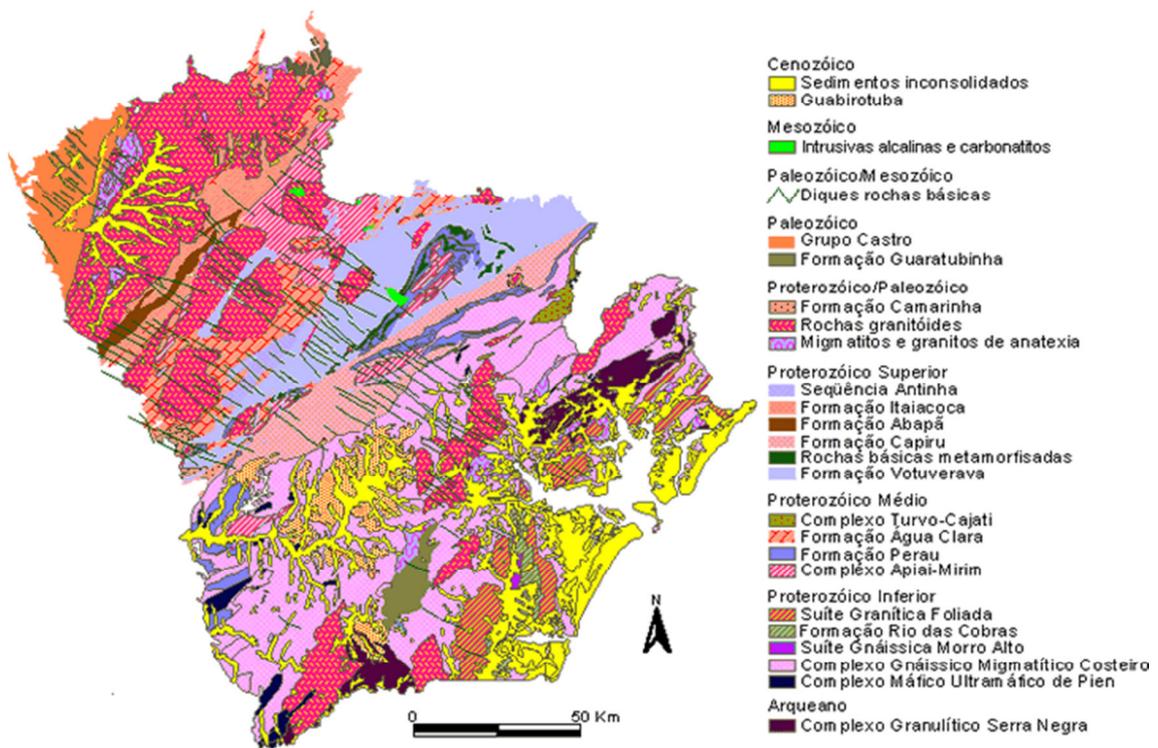


FIGURA 2 - Mapa geocronológico do Escudo Paranaense
Fonte: MINEROPAR (2011)

COMPLEXO SERRA NEGRA

Com rochas com idades entre 2,8 a 2,2 bilhões de anos, este complexo é formado pelo que restou do embasamento Arqueano e que hoje sustenta segmentos da Serra do Mar, principalmente de Serra Negra (daí o nome) e de Santa Luzia. Os metamorfitos de alto grau são associações litológicas basicamente granulíticas, de composição variando entre ultramáfica e ácida (FIGURA 2).

COMPLEXO MÁFICO-ULTRAMÁFICO DE PIÊN

Aflorando a leste de Piên (município paranaense), com uma área de exposição de apenas 35 km², as rochas deste complexo se formaram na transição do Arqueano para o Proterozoico e passaram por pelo menos dois eventos decisivos: um há cerca de 2 bilhões de anos, quando as rochas ígneas metamorfizaram-se em alto grau em granulito; e outro em 650/580 milhões de anos, durante o Ciclo Brasileiro/Pan-africano, quando sofreram retrometamorfismo a fácies de grau médio. *Máficas* são chamadas as rochas com alto teor de magnésio e ferro (cor cinza-escuro a preto). Quando essa concentração é especialmente alta, são chamadas *ultramáficas* (verde muito escuro a preto) (THOMPSON & TURK, 1998).

O Complexo máfico-ultramáfico de Piên se encaixa em terrenos migmatíticos e granulíticos (FIGURA 2).

2.1.2. Era Proterozoica (de 2,5 b.a. a 570 m.a.)

A era Proterozoica só perde em duração para a Arqueana. São quase 2 bilhões de anos e isso num período menos conturbado, com crostas continentais mais estáveis e temperaturas mais amenas. As evidências fósseis de organismos unicelulares dessa época são abundantes. Também é dessa era, graças à ação de minúsculos seres fotossintetizantes, o aumento do nível de oxigênio na atmosfera. A vida começou aí a se impor sobre o mundo mineral. Mesmo tão incipiente, passou a agir sobre o ambiente, e principalmente sobre ela mesma, em escala global. A consequência desta “poluição” por oxigênio foi avassaladora. Sobreviveram a ela apenas os que conseguiram reinventar seu próprio metabolismo. Todos os outros foram extintos. A respiração aeróbica, a grande resposta evolucionária ao meio em revolução, mostrou que a vida era uma das grandes forças do planeta e, como tal, não poderia ser contida. O Proterozoico foi um tempo farto destas novidades adaptativas: apareceram os eucariontes e grandes achados biológicos, como o sistema digestivo, o nervoso e a reprodução sexuada – a vida inventou a maneira de reinventar-se (TABELA 1).

Ao longo destes quase 2 bilhões de anos, as plataformas continentais se reuniram três vezes, oceanos se fecharam, faixas móveis foram criadas nas margens ativas dos antigos núcleos crustais arquenanos, houve intensos tectonismo e vulcanismo (BRITO NEVES, 2004).

No último período desta era, o Neoproterozoico, num mundo quente e úmido, formou-se o Gondwana, o continente que reuniu os precursores de América do Sul, África, Austrália, Antártica, Madagascar e Índia para uma viagem conjunta que duraria quase 500 milhões de anos (BRITO NEVES, 2004).

Estes eventos estão impressos nas rochas paranaenses. Grande parte do Escudo foi formada nesta era: o Domínio Curitiba, com parte de suas rochas sendo geradas no Proterozoico Inferior (Complexo Gnáissico Migmático Costeiro, Suíte Gnáissico Morro Alto, Formação Rio das Cobras e Suíte Granítica Foliada) e parte no Proterozoico médio (Complexos Apiaí-Mirim e Turvo-Cajati); o Grupo Setuva, formado no Proterozoico médio (Formações Água Clara e Perau); e as rochas metabásicas e o Grupo Açungui (Formações Votuverava, Capiru e Itaiacoca, e Sequências Abapã e Antinha), no Proterozoico superior. Na transição do Proterozoico para o Paleozoico, surgiram as rochas granitoides e os metamorfitos de contato (FIGURA 2).

2.1.2.1. Domínio Curitiba

Situado mais a leste do Escudo Paranaense (FIGURA 2), o domínio tectônico (maciço) Curitiba foi formado entre 2,1 bilhões e 580 milhões de anos. Acredita-se que surgiu como um microcontinente cercado de bacias marinhas e foi modificado ao longo dos anos, acrescido ora pelas rochas geradas nas colisões entre as placas continentais, ora pela abertura de oceanos, com a formação de bacias vulcano-sedimentares.

O Domínio Curitiba é composto basicamente por rochas metamórficas de alto grau: gnaisses, migmatitos, granitos de anatexia (fusão parcial das rochas) e rochas que resultaram de metamorfismo posterior, em grau mais baixo que o de origem. Há, ainda, neste bloco, intrusões granitoides da Serra do Mar, de origem muito mais tardia no contexto regional.

O Curitiba forma a base das rochas dos Grupos Setuva e Açungui e está disposto por cavalgamento sobre o Domínio Luís Alves. O domínio é formado pelos complexos Apiaí-Mirim, Turvo-Cajati e Pré-Setuva. O Complexo Apiaí-Mirim ocorre na porção mais basal do Proterozoico Médio. O Complexo Pré-Setuva reúne a Suíte Granítica Foliada, Formação Rio das Cobras, Suíte Gnáissica Morro Alto e o Complexo Gnáissico Migmatítico Costeiro.

2.1.2.2. Grupo Setuva

O Grupo Setuva foi formado no Proterozoico Médio (1,8 a 1 b.a.). Durante estes 800 milhões de anos de duração, houve ruptura da crosta continental e formação, pelo oceano que se formou, de bacias sedimentares. Esta distensão da crosta também gerou vulcanismo e houve colocação de rochas ígneas. Uma nova colisão entre as placas, há cerca de 1,1 b. a., fechou o oceano então formado, com tudo o que isto implica: subdução oceânica, colisões entre continente e arcos de ilhas e de continentes entre si, com fortes deformações, dobramentos e falhamentos. As rochas existentes foram metamorfizadas em baixo grau, o que permite, em alguns casos, identificar sua origem sedimentar ou ígnea. O Grupo Setuva divide-se nas Formações Perau e Água Clara (FIGURA 2).

FORMAÇÃO PERAU

A Formação Perau é uma sequência de rochas formadas em ambiente marinho. Elas refletem as mudanças das condições ao longo do tempo, com características de ambiente costeiro a marinho de águas rasas até marinho de águas profundas. São quartzitos (rocha metamórfica gerada pela recristalização do arenito que, neste caso, foi formado por deposição de areias marinhas), rochas calcossilicatadas, mármore (metamórfica originada da recristalização do calcário), quartzo-mica xistos, xistos carbonosos, rochas metavulcânicas e formações ferríferas (FIGURA 2).

FORMAÇÃO ÁGUA CLARA

A Formação Água Clara guarda os fósseis mais antigos do Paraná: colônias (estromatólitos) da alga *Collenia itapevensis*, o que comprova sua origem, com deposição em ambiente marinho de águas rasas até profundas.

É uma faixa predominantemente carbonática metamorfizada (mármore) (FIGURA 2) (HEILBRON *et al.*, 2004).

2.1.2.3. Grupo Açungui

Formado no Proterozoico Superior (1.000 a 570 m. a.), o Grupo Açungui foi depositado em zona de ruptura intercontinental e foi metamorfizado principalmente durante os grandes eventos tectônicos que reuniram os crátons hoje integrantes da América do Sul.

A Bacia Açungui é do tipo retroarco, o que significa que estava entre um arco magmático (região de alçamento) formado pela zona de convergência entre as placas litosféricas em colisão e uma área continental. Os remanescentes atuais do arco são os granitos do maciço Três Córregos e a área continental, o Terreno Curitiba.

Há 1 bilhão de anos, o Açungui começou a se formar em zona de forte subsidência. O rebaixamento a tornou uma importante área de deposição de sedimentos terrígenos (material erodido do continente) e carbonáticos. A área evoluiu de pequenas bacias oceânicas a bacia de retroarco. Há cerca de 800 milhões de anos, braços do oceano Adamastor (oceano que existia entre as placas que viriam a ser a América do Sul e a África) ocuparam a região, depositando areais, sedimentos finos e calcários dos antigos recifes formados por estromatólitos. Com a sedimentação, as areias viraram arenitos, que foram depois metamorfizados em quartzitos. O mesmo se deu com os outros sedimentos: silte e argilas viraram filitos, os calcários produziram mármore. Como a sedimentação acontece conforme as condições locais, hoje a distribuição (intercalamento) das rochas na paisagem é reflexo da deposição do calcário nas porções mais rasas e das argilas nas zonas

mais profundas. O braço do oceano Adamastor que ocupou a região norte do primeiro planalto paranaense foi chamado mar Capiru.

O fechamento da bacia durante a sutura continental que se seguiu se deu por compressão no sentido noroeste-sudeste e incluiu tectônica de cavalgamento, deslocando e reempilhando as sequências do Açungui fora de suas posições originais. Houve, ainda, dobramentos e falhas que repercutem ainda hoje no modelado da paisagem norte do 1º planalto paranaense. As rochas calcárias daquela época são, economicamente, as mais importantes do estado atualmente. O Grupo Açungui é composto principalmente pelas formações Votuverava e Capiru.

FORMAÇÃO VOTUVERAVA

A Formação Votuverava apresenta depósitos glaciais, carbonatos de águas rasas e uma expressiva unidade turbidítica (turbidito: sedimento muito fino ou em estado coloidal transportado em suspensão por correntes de turbidez), que sugere a continuidade, mesmo que moderada, do vulcanismo na região (FIGURA 2) (HEILBRON *et al.*, 2004).

FORMAÇÃO CAPIRU

A Formação Capiru se deu em região de plataforma continental, na margem passiva do Terreno Curitiba em fase extensional, algumas vezes com sedimentação em depósitos deltaicos. O mar Capiru existiu sob clima quente e alguns pesquisadores acreditam que suas águas eram menos salgadas que as dos mares atuais. Os fósseis da alga *Collenia itapevensis*, que aparecem na Formação Água Clara, também estão presentes na Capiru.

Pertencem a esta formação os mármores calcíticos e dolomíticos que sediam o Aquífero Carst, no norte do 1º planalto paranaense (FIGURA 2) (HEILBRON *et al.*, 2004).

2.1.2.4. Rochas Granitoides

Do final do Proterozoico ao início do Paleozoico, num período estimado entre 900/800 e 540/490 milhões de anos, quando houve a sutura dos crátons que hoje formam o Brasil/América do Sul, a área do Escudo Paranaense foi intensamente retrabalhada com o surgimento de cinturões orogênicos (formadores de montanhas) e expressivo magmatismo granítico. Esse último representado atualmente pelos 42 corpos de granito (granitoides) existentes nessa região do estado.

O Brasil começou a nascer como território pela colisão de seus crátons entre si e desses com os crátons africanos. Por isso, ao ciclo de colagens que resultou na formação do paleocontinente Gondwana, dá-se o nome de ciclo Brasileiro/Pan-africano.

Os eventos e forças envolvidas no Brasileiro são imensamente complexos. Continentes, microcontinentes e arcos de ilhas (cráton Paraná ou Paranapanema – atualmente encoberto pela Bacia do Paraná –, Oriental ou Serra do Mar, São Francisco-Congo, Kalahari etc.) colidiram, alterando as rochas uns dos outros até que a energia de deslocamento fosse dissipada nas deformações crustais (empilhamentos, metamorfismo, magmatismo...). As margens cratônicas sofreram as maiores deformações, com enormes zonas de dobramentos sendo criadas – os cinturões orogênicos. No Escudo Paranaense, o orógeno formado chama-se Ribeira. Desta antiga cadeia de montanhas, hoje só restam a base e uma teia de falhas geológicas ativadas e reativadas ao longo dos anos. Tanto uma quanto as outras seguem influenciando a paisagem paranaense (THOMPSON & TURK, 1998; HEILBRON *et al.*, 2004; VALERIANO *et al.*, 2004; BRITO NEVES, 2004; ALMEIDA & CARNEIRO, 2004; RIBEIRO *et al.*, 2010).

No Paraná, os granitos intrudidos durante o ciclo Brasileiro foram divididos de acordo com seu período de formação. Da fase pré-colisional (800-700 milhões de anos), são os granitos dos Complexos Cunhaporanga e Três Córregos, este último sendo considerado a maior intrusão granítica do sul brasileiro (CPRM, 1977). Migmatitos e granitos de anatexia formados em arco magmático, encaixados nas rochas de baixo grau metamórfico do Grupo Açungui, compõem este conjunto (FIGURA 2).

Durante a colisão entre os crátons brasileiros e africanos (700-600 milhões de anos), formaram-se os granitos Serra da Prata, Costeiro, Batólito Paranaguá (no litoral), Morro Grande e Banhado (no 1º planalto). Gerados por fusão da crosta continental, os plútons litorâneos e Banhado estão encaixados em rochas de alto grau metamórfico e os do complexo Morro Grande, na Formação Votuverava.

Do final do Brasiliano (600-500 milhões de anos) são os granitos Cerne, Passa Três e Piedade, encaixados nas sequências do Grupo Açungui.

Fechando o conjunto, estão os corpos formados na fase posterior à colisão (550-500 milhões de anos): granitos Graciosa, Marumbi, Morro Redondo e Anhangava, na Serra do Mar, e os granitos Francisco Simas, Joaquim Murtinho e Carambeí, na porção noroeste do Escudo, junto ao Complexo Cunhaporanga (FIGURA 2).

2.1.3. Era Paleozoica (de 570 a 250 m.a.)

A vida explodiu no início da era Paleozoica. Em pouco mais de 300 milhões de anos, os animais evoluíram de invertebrados a peixes, e desses a anfíbios e répteis. A evolução marcou profundamente também os seres clorofilados. Quando organismos fotossintetizantes ocuparam a terra, África, América do Sul, Austrália, Índia, Madagascar e Antártica estavam reunidas no colossal Gondwana. Este imenso cenário foi palco do surgimento das florestas de samambaias e coníferas gigantes (TABELA 1).

No Paraná, começava a se formar, sobre o cráton Paraná/Paranapanema, recém-ancorado ao conjunto gondwânico e coberto muitas vezes por mares epicontinentais, uma grande bacia sedimentar, a Bacia do Paraná. Nos terrenos gerados pela erosão das regiões alçadas na colisão brasileira, depositados pela ação de rios, mares e geleiras, estão os testemunhos fósseis da vida em desenvolvimento (ALMEIDA & CARNEIRO, 2004).

Os mares cobriram várias vezes o território paranaense. Cobriram-no inclusive completamente, vindos do oeste, com a orla atingindo áreas hoje pertencentes ao continente africano. As bordas da bacia do Paraná, atualmente aflorando no 2º planalto paranaense, foram profundamente erodidas e deslocadas

pelos grandes eventos tectônicos que separaram o Brasil da África, no Mesozoico. À medida que a erosão rebaixava as montanhas criadas na colagem gondwânica – muitas com quilômetros de altura – preenchia com sedimentos a bacia do Paraná. O espetacular volume de sedimentos, sobrecarregando a placa litosférica, provocava sua subsidência, permitindo novos avanços marinhos (KAUL, 1990; ALMEIDA & CARNEIRO, 2004).

Foram mais de 350 milhões de anos de evolução da bacia, extrapolando os limites paleozoicos. Durante este período, o mar avançou e recuou sobre um continente que se deslocava lentamente pelo globo. Quando recuava, os sedimentos (seixos, cascalhos, areias, material em suspensão) eram carreados por rios, depositados em suas margens, deltas ou foz, ou ainda em lagos. Quando o mar avançava, os depósitos se faziam sob a ação violenta de ondas costeiras, ou sob calmas águas profundas, ou ainda sob ação glacial. A linha da costa mutante abandonava sobre o embasamento camadas de areia, lama e sedimentos carbonáticos. Os arenitos, argilitos, folhelhos, tilitos, conglomerados e brechas do 2º planalto paranaense são testemunhos destas mudanças.

2.1.3.1. Período Cambriano (a partir de 570 m.a.)

A era Paleozoica começa no Paraná (Cambriano) quando estão sendo intrudidos os granitos Graciosa, Marumbi, Morro Redondo, Anhangava, Francisco Simas, Joaquim Murtinho e Carambeí, durante a fase pós-colisional do Brasiliano. Neste período, quando a ancoragem das placas litosféricas chegou ao fim, formou-se, por cratonização (consolidação como estrutura geológica estável), o imenso território da Plataforma Sul-americana, parte integrante, então, do Gondwana.

Neste mundo de terras emersas, a vida na Terra diversificou-se enormemente, tanto que o termo consagrado para este evento é “explosão cambriana”. Nos primeiros milhões de anos, quase todos os filos animais que existem atualmente, e muitos dos já extintos, apareceram. O clima era ameno. Nas águas mornas do Cambriano, a vida se tornou plural (TABELA 1).

Na passagem do Cambriano para o Ordoviciano, a erosão remodelou a paisagem paranaense e criou as formações Camarinha e Guaratubinha.

2.1.3.2. Período Ordoviciano (a partir de 510 m.a.)

Durante o Ordoviciano, o hemisfério norte era quase todo tomado pelo oceano. O continente Gondwana, que reunia a maior parte das terras emersas, estava ao sul, mais precisamente deslocando-se rumo ao polo sul. São deste período os invertebrados marinhos mais conhecidos entre os fósseis, os trilobitas. Mas os mares também eram a morada de artrópodes gigantes, de algas vermelhas e verdes, peixes primitivos, cefalópodes, gastrópodes, corais, entre outros. Há evidências de que os ancestrais das plantas teriam invadido a terra neste período. O clima, antes suave, tornou-se extremo em algumas regiões quando o Gondwana se instalou no polo sul, e geleiras enormes se formaram. Acredita-se que esta deva ter sido a causa das extinções que marcaram o fim deste período: desapareceram 60% de todos os gêneros vivos, especialmente invertebrados marinhos (TABELA 1).

No Paraná, o território estava sendo destruído/construído (erosão de montanhas e construção de pedimentos) com as formações Camarinha e Guaratubinha e com o Grupo Castro.

2.1.3.2.1. Formação Camarinha

Entre o Cambriano e o Ordoviciano, formou-se, sobre as rochas metamórficas do Escudo Paranaense, a sequência sedimentar molássica Camarinha. Uma sequência é *molássica* quando formada por sedimentos clásticos em regiões intramontanas ou marginais de cadeias de montanhas. São camadas de sedimentos grosseiros, que se tornam mais finos à medida que se afastam da área fonte (IBGE, 2004). Hoje esta formação aflora a noroeste de Campo Largo e está coberta a oeste pelos arenitos da Formação Furnas, da Bacia do Paraná (FIGURA 2).

A Formação Camarinha, composta por conglomerados, brechas, arenitos, lamitos e argilitos, seria o resultado da sedimentação do material erodido das montanhas formadas na fase orogênica tardia do Grupo Açungui – entre 600 a 450-500 milhões de anos. A deposição se deu, segundo Mineropar (2011) e Muratori *et*

al. (1967)¹ citados por TEIXEIRA *et al.*, (2004), com sedimentos sendo transportados montanha abaixo por densas corridas de lama, em ambiente de sedimentação marinha, em rifte epicontinental. Sua espessura ultrapassa 1.000 m.

2.1.3.2.2. Formação Guaratubinha

A Formação Guaratubinha é uma sequência de rochas sedimentares e vulcânicas que repousa sobre o cráton Luís Alves. Formada durante o processo de consolidação da Plataforma Sul-americana, é associada às últimas colisões da placa com o continente africano e do consequente soerguimento de montanhas por vulcanismo. É composta por conglomerados, arcósios, siltitos, argilitos, brechas vulcânicas, tufos, lavas riolíticas e andesíticas (FIGURA 2).

2.1.3.2.3. Grupo Castro

O Grupo Castro é, também, um pacote de rochas vulcânicas e sedimentares reunidas pela erosão das montanhas geradas no processo de aglutinação do paleocontinente Gondwana. É limitado a oeste pelos arenitos da Formação Furnas e repousa sobre as unidades graníticas proterozoicas e cambrianas (FIGURA 2).

As rochas vulcânicas são predominantemente ácidas (riolitos, brechas e tufos) e indicam ter havido ali intenso vulcanismo em superfície (bombas e lapilli) e em baixo d'água (almofadas). As rochas sedimentares são conglomerados, arenitos, siltitos e lamitos. Podem ser encontradas ali mineralizações de ouro. As deposições se deram em leques aluviais, planícies de inundação e lagos (HEILBRON *et al.*, 2004)

2.1.3.3. Período Siluriano (a partir de 438 m.a.)

¹ MURATORI, A.; FUCK, R, A.; BIGARELLA, J. J. Contribuição ao estudo da Formação Camarinha. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n. 23-25, p. 221-235, 1967.

Nos cerca de 30 milhões de anos de duração do Siluriano, surgiram os primeiros organismos terrestres complexos. Os artrópodes (insetos, aracnídeos, miriápodes...) e as plantas vasculares estão entre eles. Nos mares, surgiram os peixes com mandíbulas. O desenvolvimento dos peixes foi tão expressivo que começou, neste período, a chamada “Idade dos Peixes” (TABELA 1).

Os mares silurianos eram frios, já que, daí ao Permiano Superior, as terras emersas estavam situadas principalmente em altas latitudes. O Gondwana passou muito de sua história se movimentando através do polo sul (ALMEIDA & CARNEIRO, 2004; COX & MOORE, 2009).

Foi no Siluriano, por estabilização do embasamento e pelas inundações do mar que entrava no continente gondwânico pelo sudoeste, que começou a se formar a Bacia do Paraná – desenvolvida principalmente nos períodos geológicos subsequentes (FIGURA 3) (ALMEIDA, 1981; MELO, 1989²; PETRI & FÚLFARO, 1983³; citados por ALMEIDA & CARNEIRO, 2004; KAUL, 1990).

Essa bacia constitui o maior domínio geológico do sul do Brasil. É tão grande que, inclusive, o extrapola, alcançando o leste do Paraguai, o nordeste da Argentina e o norte do Uruguai, numa área que supera 1,5 milhão de quilômetros quadrados (MILANI, 2004). Em território brasileiro, a Bacia do Paraná se estende pelos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Essa é uma bacia policíclica que, ao longo dos milhões de anos de sua formação, registrou, sobre embasamento composto pelas rochas cristalinas do Proterozoico, o aporte de sedimentos nos mais variados ambientes de deposição. A sequência destes depósitos está exposta principalmente em sua porção leste. Está aparente ali o que restou – após intensa erosão – da borda original da bacia, soerguida durante a abertura do oceano Atlântico, no Mesozoico (MILANI, 2004). E é esta borda erodida, com sua sequência de deposições paleozoicas (Grupos Paraná, Itararé, Passa Dois e Guatá), o embasamento geológico do 2º planalto paranaense (KAUL, 1990).

² MELO, M. S.; de FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. & RAMOS, R. G. N. O Gráben (terciário?) de Sete Barras, Vale do Ribeira do Iguape, SP. *Rev. Bras.Geoc.*, 19(2):260-262. 1989.

³ PETRI, S. & FÚLFARO, V. J. **Geologia do Brasil: fanerozoico**. T.A. QUEIROZ, Editor, 1983.

2.1.3.4. Período Devoniano (a partir de 410 m.a.)

O Devoniano foi o período da expansão das plantas terrestres. Foi nesta época que surgiram os esporos e a vegetação atingiu o porte arbóreo. Acredita-se que foi, pelo menos em parte, por causa do incrível desenvolvimento das plantas que o clima na Terra mudou. A fotossíntese realizada durante o enorme crescimento da vegetação teria ajudado a provocar o resfriamento global ao retirar CO₂ da atmosfera (COX & MOORE, 2009).

Nos mares, apareceram os peixes com couraça (placodermos), os tubarões primitivos e os peixes ósseos. Surgiram, ainda, os peixes pulmonados de água doce. Vive-se a plena “Idade dos Peixes” (TABELA 1).

São atribuídas ao Devoniano as deposições do Grupo Paraná (Formações Furnas e Ponta Grossa) na Bacia do Paraná. Os Grupos Itararé (Formações Campo de Tenente, Mafra e Rio do Sul), Passa Dois (Formações Rio Bonito, Palermo, Irati e Serra Alta) e Guatá (Formações Teresina e Rio do Rasto) são todos do Permiano (FIGURA 3).

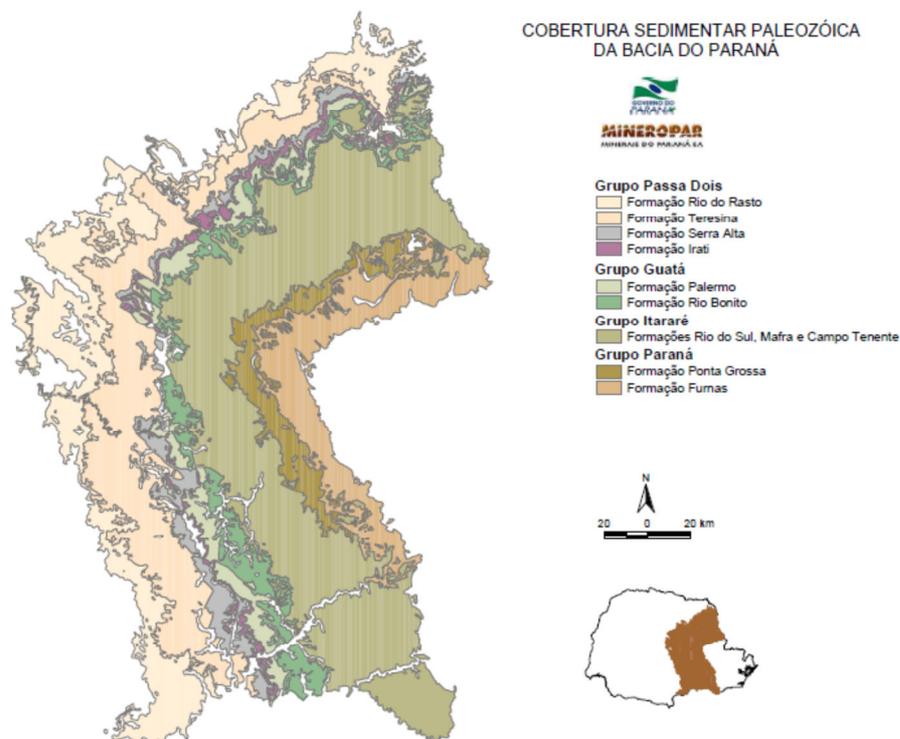


FIGURA 3 - Mapa da cobertura sedimentar paleozóica da Bacia do Paraná
Fonte: MINEROPAR (2001)

2.1.3.4.1. Grupo Paraná

O Grupo Paraná (400/370 m. a.) registra um ciclo de subida e descida do nível do mar devoniano (transgressão e regressão) (FIGURA 4). Nos depósitos de areias e conglomerados da Formação Furnas, estão presentes icnofósseis (fósseis que registram apenas a atividade dos antigos organismos e não seus corpos ou estruturas. São basicamente pistas e pegadas). Nos depósitos pelíticos (feitos a partir de material fino, como as argilas, e que dão origem a argilitos e folhelhos) da Formação Ponta Grossa, são encontrados fósseis de braquiópodes e trilobitas. A espessura destas deposições em território brasileiro pode chegar a 850 m (MILANI, 2004).

Por serem deste período as rochas que estão na base da escarpa que separa o 1º planalto paranaense (Escudo) da Bacia do Paraná (2º e 3º planaltos), deu-se a ela o nome de “escarpa devoniana”, misturando geologia e geomorfologia. A escarpa como feição nada tem de devoniana, é uma estrutura que surgiu no Mesozoico.

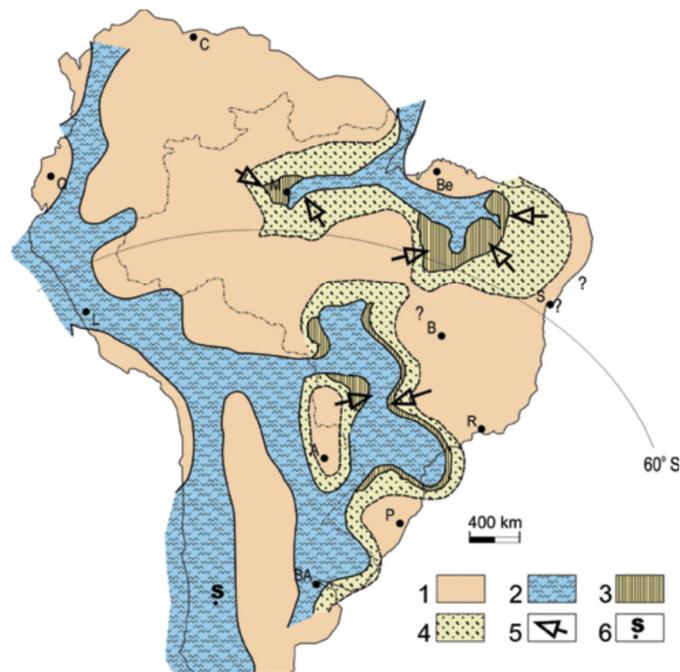


FIGURA 4 - Mapa ilustrativo de inunda o devoniana na Am rica do Sul “Inunda o eodevoniana (Emsiano) no Brasil (aprox. 395 Ma), baseada em Melo (1989). 1 -  rea emersa; 2- Ambientes sedimentares marinhos; 3 - Ambientes transicionais; 4 - Ambientes sedimentares n o-marinhos; 5 - Setas indicativas das principais direc es de suprimimento sedimentar; 6 - Posi o estimada do Polo Sul, com base em reconstruic es de Li & Powell (2001). Cidades: A - Assun o; B - Bras lia; BA - Buenos Aires; Be - Bel m; C - Caracas; L - Lima; M - Manaus; P - Porto Alegre; Q - Quito; R - Rio de Janeiro; S - Salvador”. Fonte: ALMEIDA & CARNEIRO (2004).

FORMAÇÃO FURNAS

A Formação Furnas (FIGURA 3), apesar de predominantemente devoniana, começou a ser depositada ainda no Siluriano sobre a superfície formada pela erosão das estruturas anteriores (no Paraná, o cinturão orogênico do Brasiliano e as rochas do Escudo). Essa era uma superfície bastante plana, que não oferecia obstáculos aos avanços do mar. Sua base foi formada por depósitos fluviais, os rios sendo, aos poucos, afogados pela migração da linha da costa. São arenitos claros (brancos, amarelados, cinzas ou arroxeados), médios a grosseiros, com grãos de quartzo pouco arredondados, resultado do trabalho pouco efetivo de ondas paralelas ou subparalelas à costa (SALAMUNI, 1969; KAUL, 1990; BIGARELLA *et al.*, 1994; ALMEIDA & CARNEIRO, 2004).

À medida que a linha da costa avançava continente adentro, a capacidade de transporte das águas do frio mar devoniano se modificava. Em profundidades maiores, em locais menos sujeitos a correntes marinhas, apenas material fino era depositado, aumentando assim a ocorrência de sedimentos argilosos e sílticos (SALAMUNI, 1969; ALMEIDA & CARNEIRO, 2004).

FORMAÇÃO PONTA GROSSA

Com o continente Gondwana rumando em direção ao polo sul e enfrentando a maior inundação marinha da história do que viria a ser o território brasileiro, com as águas cobrindo completamente o incipiente território do Paraná (ALMEIDA & CARNEIRO, 2004), depositaram-se os sedimentos litorâneos e de plataforma marinha da Formação Ponta Grossa (FIGURA 3). São arenitos na base e folhelhos marinhos, de coloração cinza escuro a preta, no topo (KAUL, 1990).

2.1.3.5. Período Carbonífero (a partir de 355 m.a.)

O Carbonífero encontrou os continentes de então em regiões climáticas bastante diferentes das atuais. A massa de terra que reunia o que já estava formado

de Europa e América do Norte ocupava as regiões tropicais, enquanto que Gondwana estava ao sul, com boa parte de seu território no polo sul.

O termo carbonífero vem da Inglaterra, dos grandes depósitos de carvão ainda explorados por lá. Este é o período das enormes florestas de pteridófitas, as samambaias gigantes, e das antecessoras das gimnospermas. Em clima quente e úmido, com grandes pântanos cobrindo vastas planícies, começou a 'Idade dos Anfíbios' (TABELA 1). A vegetação não decomposta das antigas porções alagadas aprisionou, entre camadas de lama, o carbono retirado da atmosfera, preservando-o da oxidação e formando o carvão atualmente enterrado no subsolo e explorado em minas (THOMPSON & TURK, 1998). Algumas hipóteses atribuem a essa retirada em larga escala do dióxido de carbono atmosférico e seu enterramento no solo, longe da oxidação, parte da responsabilidade pelo resfriamento do planeta.

Mas isso vale para a paleozona tropical. Para o carvão começar seu processo de formação no Gondwana e nas futuras terras paranaenses, seria preciso esperar o Permiano chegar.

Com as amplas terras de Gondwana ocupando a posição geográfica atual da Antártica, as placas de gelo começaram a se formar. À medida que o continente mudava de posição em relação ao polo sul, a área glacial se deslocava sobre o continente (COX & MOORE, 2009).

Entre os avanços e recuos do mar sobre o embasamento da bacia do Paraná, os depósitos anteriores foram sendo removidos pela erosão (ALMEIDA & CARNEIRO, 2004; MILANI, 2004) até que, no final do período, a glaciação deixou sua marca. Suas marcas, na verdade. Além dos depósitos do Permo-carbonífero do Grupo Itararé, a passagem das geleiras deixou, entre outros, cicatrizes impressas no substrato da Formação Furnas. À medida que se deslocava, a imensa geleira arrastava os sedimentos presos à sua base sobre o arenito Furnas, criando sulcos. Ao conjunto desses sulcos e suas cristas adjacentes dá-se o nome de "estrias glaciais". Os testemunhos de que um dia o Paraná esteve próximo ao polo sul enfrentando geleiras monumentais podem ser observados na paisagem de hoje, na Colônia de Witmarsum, município de Palmeira, no 2º planalto paranaense (SALAMUNI, 1969).

2.1.3.6. Período Permiano (a partir de 290 m.a.)

Com cerca de 40 milhões de anos de duração, o Permiano fechou a era paleozoica. Por convenção, as idades geológicas têm como marcos limitantes os grandes eventos. O do Permiano foi o maior de todos. A transição da era Paleozoica para a Mesozoica, do período Permiano para o Triássico, foi marcada pela extinção. 95% da vida do planeta desapareceram (IBGE, 2004). As mudanças ecológicas foram extremas. (TABELA 1).

Os mais afetados foram os organismos marinhos. É atribuída à formação do Pangeia parte da responsabilidade desta extinção. O grande continente, ao reunir todas as terras emersas do planeta, modificou o clima, as correntes marinhas e reduziu drasticamente as áreas costeiras – onde a biodiversidade era maior. Menos impactados foram os organismos terrestres (LAVINA & FAUTH, 2010). As florestas de gimnospermas, que tomaram posse da terra no Permiano, deixaram descendentes. Há registros fósseis deste período das coníferas modernas.

A “Idade dos Anfíbios” deu lugar à “Idade dos Répteis”.

No Paraná em formação, este é o período de deposição dos Grupos Itararé, Guatá e Passa Dois, este último considerado por Kersten *et al.* (2009) como de Idade Mesozoica/Triássica.

2.1.3.6.1. Grupo Itararé

No começo do período Permiano, ainda na transição com o Carbonífero, com o sul do continente Gondwana situado no círculo polar antártico, depositaram-se os sedimentos que estão na origem das rochas pertencentes ao Grupo Itararé (280 m.a.): Formações Campo do Tenente, Mafra e Rio do Sul (FIGURA 3).

Nestas rochas está um dos maiores registros das glaciações de então (CASTRO, 2004). São depósitos que contam a história de um mar que avançou e recuou, que teve sua porção líquida encapsulada por camadas de gelo, que deu lugar a geleiras e que as viu derreter.

Esses depósitos incluem, também, os sedimentos (pequenos e grandes – incluem até blocos de granito pesando toneladas) abandonados pelas geleiras que

se derreteram; os carreados pelas águas marinhas que avançavam quando o gelo cedia lugar; e os sedimentos continentais, transportados pelos rios quando o mar recuava, rebaixado pela água aprisionada nas geleiras que voltavam a se formar.

A paisagem então era irregular, com muitos morros. O gelo deixou impresso nas rochas por onde passou (formações devonianas Furnas e Ponta Grossa e sobre as rochas metamórficas proterozoicas) seus avanços e recuos. Largou sedimentos, escavou circos e vales glaciais e, por fim, retrabalhou a paisagem com o enorme poder erosivo dos rios de degelo (SALAMUNI, 1969; MICKELSON & WINGUTH, 2007; EVANS, 2007). No relevo da paisagem e nas rochas aflorantes do 2º planalto paranaense, é possível identificar os caminhos do gelo. Onde sua energia de transporte de sedimentos era maior, onde arrefecia, onde só carreava material em suspensão. É possível enxergar ali a dinâmica do mundo pretérito (SALAMUNI, 1969; ALMEIDA e CARNEIRO, 2004).

Tilitos são as rochas formadas a partir dos depósitos de fragmentos arrancados de outras rochas na passagem do gelo, *turbiditos* têm origem nos sedimentos transportados por fluxos de turbidez gerados no degelo, *varvitos* têm, em sua alternância “ritimada” de camadas claras e escuras, o registro das mudanças cíclicas do ambiente... (SALAMUNI, 1969).

As rochas do Grupo Itararé estão entre as mais famosas do estado. Os arenitos de Vila Velha, em Ponta Grossa, e do Morro do Monge, na Lapa, pertencem à Formação Campo do Tenente, a primeira das três formações integrantes do Grupo Itararé (SALAMUNI, 1969).

FORMAÇÃO CAMPO DO TENENTE

A Formação Campo do Tenente é a base do Grupo Itararé. De idade permo-carbonífera, tem origem flúvio-glacial, ambiente que antecede a entrada do mar epicontinental na região da Bacia do Paraná. São arenitos grosseiros, castanho-avermelhados, siltitos, ritmitos e diamictitos (KAUL, 1990; ZALÁN *et al.*, 1987⁴, citados por MINEROPAR, 2006).

⁴ ZALÁN, P. V. *et al.* Tectônica e sedimentação da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., 1987, Curitiba. **Atas...** Curitiba: SBG. v. 1, p. 441-474.

Seu representante mais célebre ganhou unidade de conservação exclusiva: o Parque Estadual de Vila Velha. O arenito que forma as figuras ruiformes – principal atração do parque – vem sendo esculpido pelos elementos do clima há milhões de anos. Seus tons rosados e avermelhados se devem à presença de hematita (óxido de ferro), que envolve os grãos de areia ou está dispersa pela rocha. A areia e os fragmentos que formaram esta rocha foram ali depositados quando a região estava coberta de gelo. O deslocamento das geleiras provocou erosão do solo e do leito rochoso, transportou os sedimentos incorporados às camadas de gelo e, quando estas derreteram, o depositaram (SALAMUNI, 1969). Parte da responsabilidade pela durabilidade destas esculturas geológicas em Vila Velha é da crosta ferruginosa existente no topo das formações, que empresta maior resistência ao conjunto à ação do vento e das chuvas. Assim como o arenito conta a história local em seu passado mais remoto, as camadas endurecidas também são testemunhos do tempo. Este tipo de crosta não se forma em climas como o ora vigente na região. Se o corpo das formações remete às geleiras, as crostas o fazem a um clima semidesértico. Quando o conjunto das rochas da Formação Campo do Tenente foi exposto pela erosão, milhões de anos após ter sido criado, o Paraná vivia sob condições climáticas de semiaridez (SALAMUNI, 1969).

FORMAÇÃO MAFRA

Os sedimentos continentais da Formação Campo do Tenente foram cobertos pelos depósitos marinhos das Formações Mafra e Rio do Sul. Os da Formação Mafra são depósitos costeiros efetuados em ambiente de planície litorânea e de plataforma marinha em condições glaciais: arenitos mais finos que os Campo do Tenente, de cores claras (esbranquiçados e amarelados), siltitos e ritmitos (IBGE, 1990).

Nas Formações Mafra e Rio do Sul há registros fósseis de braquiópodes, pelecípodes, gastrópodes e peixes. Na Formação Mafra, foi encontrado *Elonicthys gondwanus*.

FORMAÇÃO RIO DO SUL

Fechando o Grupo Itararé, estão os folhelhos e siltitos cinzentos, arenitos finos a médios esbranquiçados, diamictitos e algum carvão da Formação Rio do Sul. Nestes depósitos marinhos de águas rasas, estão presentes fósseis de *Chonete ssp*, *Langela imbituvenses*, *Wathia sp*; *Hetetopectem catharina* (IBGE, 1990).

Uma herança valiosa do gelo, deste período de deposição do Grupo Itararé, podem ser os diamantes do rio Tibagi, muito explorados no começo do século XX e com garimpos ainda ativos. Uma hipótese de sua existência nessa região é o transporte de sedimentos feito por geleiras. As grandes massas de gelo do Permiano seriam as responsáveis por tê-los extraído e transportado do então vizinho território sul-africano para as terras do 2º planalto paranaense. Durante o degelo, as pedras preciosas teriam sido depositadas na região do Tibagi para depois serem retrabalhadas e concentradas pelos aluviões atuais. A favor desta teoria está o fato de não serem conhecidas, no Paraná, fontes primárias deste mineral (MAACK, 1981; PERDONCINI, 1997)

Há, ainda, entre os depósitos glaciais do Itararé, algumas camadas de carvão. São sequências pouco espessas, cuja exploração tem pouca viabilidade econômica, mas que demonstram que o frio não foi contínuo ou que sua intensidade variou a ponto de permitir, por vezes, o desenvolvimento de vegetação. No Paraná, essas camadas carbonosas do Itararé ocorrem principalmente nos municípios de Teixeira Soares e Wenceslau Brás.

2.1.3.6.2. Grupo Guatá

Os recuos e avanços pós-glaciação do mar deixaram como testemunho os depósitos do Grupo Guatá. Quando o “mar Itararé” baixou, permitiu a entrada de volumosas porções de sedimentos continentais, depositados na foz dos rios que desembocavam no mar epicontinental em regressão, originando a Formação Rio Bonito. A nova investida marinha sobre o território paranaense, uma das últimas a se dar pela costa oeste, foi feita pelo “mar Palermo”, com a deposição acontecendo em

ambiente de plataforma (com até 40 m de profundidade) e em planície litorânea, gerando a Formação Palermo (FIGURA 3) (MILANI, 2004).

FORMAÇÃO RIO BONITO

A porção basal do Grupo Guatá é a Formação Rio Bonito, com arenitos finos a médios, siltitos, argilitos folhelhos carbonosos, carvão e conglomerados. São sedimentos de origem continental, depositados numa cunha que invade o espaço marinho e o cobre com camadas espessas. O carvão é o testemunho da presença da vegetação que invadiu as áreas abandonadas pelo mar. As únicas jazidas de carvão com valor econômico no Paraná formaram-se neste período (SALAMUNI, 1969; KAUL, 1990; ALMEIDA & CARNEIRO, 2004).

Livre do mar e em temperaturas mais amenas, a vegetação ocupou os espaços herdados do gelo. O assoreamento dos corpos hídricos pela erosão e a chegada da vegetação criou as condições pantanosas ideais para a formação do carvão. As plantas depositadas no fundo dos pântanos tinham sua oxidação dificultada pela água, pelo acúmulo de sedimentos e pela acidificação gerada pelos decompositores. O ácido húmico ajudava a lixiviar o ferro dos depósitos e acabou por formar a pirita (sulfeto de ferro), frequente nos depósitos de carvão paranaense (SALAMUNI, 1969; ALMEIDA & CARNEIRO, 2004).

As mudanças ambientais podem ser observadas nas subdivisões da Formação Rio Bonito: Membros Siderópolis, Paraguaçu e Triunfo. A deposição dos arenitos finos do Siderópolis se deu em ambiente de planície litorânea; os arenitos e siltitos acinzentados, esverdeados e castanhos, do Paraguaçu, foram depositados em planície de maré e plataforma marinha. Os sedimentos do Membro Triunfo já aconteceram em ambiente eminentemente continental, são depósitos flúvio-deltáicos de arenitos finos a conglomeráticos, siltitos, folhelhos e as famosas camadas de carvão.

Os fósseis presentes na Formação Rio Bonito são braquiópodes, pelecípodes e vegetais (*Glossopteris* sp).

FORMAÇÃO PALERMO

Cessada a regressão, o mar avançou novamente. Acredita-se que fosse um mar epicontinental bastante raso. Os depósitos são considerados de plataforma epinerítica (até 40 m de profundidade) e de planície litorânea. A Formação Palermo é composta de siltitos cinzentos bioturbados. Os fósseis são de anfíbios e vegetais. São comuns os tubos e os orifícios deixados por vermes (KAUL, 1990; MILANI, 2004).

2.1.3.6.3. Grupo Passa Dois

A deposição do Grupo Passa Dois (270 a 250 m.a.) (FIGURA 3) marca a última incursão do mar pela costa oeste paranaense. Pangeia se estendia de polo a polo e Gondwana já se movimentara o suficiente para atingir as regiões tropicais. Um aquecimento planetário derreteu as calotas polares e, longe das zonas de trabalho tectônico, o futuro território paranaense era uma paisagem bastante plana, sofrendo lenta subsidência pelo aporte dos sedimentos. As deposições começaram em um ambiente de mar epicontinental de águas de salinidade elevada e terminaram com o recuo deste mar e a emergência quase completa do continente Pangeia. Este mar recebeu o nome da formação que embasa a série de depósitos do Grupo Passa Dois: Irati. Foi no golfo Irati, que se estendia do oeste da plataforma sul-americana à África, que viveu um personagem famoso em teoria geológica, o *Mesosaurus brasiliensis*. A existência de fósseis deste pequeno réptil nos dois lados do Atlântico foi usada como argumento a favor da teoria da deriva continental proposta por Weneger no começo do século XX (SALAMUNI, 1969; ALMEIDA & CARNEIRO, 2004).

A deposição foi contínua, variando somente por ação climática, competência no transporte de sedimentos e composição da água (SALAMUNI, 1969). O Grupo Passa Dois é constituído, da base para o topo, pelas Formações Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto (FIGURA 3). Nenhum dos fósseis presentes supera a fama do *Mesosaurus*, mas os que foram identificados ajudam a decifrar as paleocondições ambientais de deposição: de moluscos a répteis marinhos na

Formação Irati, a anfíbios e plantas na Formação Rio do Rasto (SALAMUNI, 1969). O avanço do mar atingiu seu máximo na Formação Irati. O início é dos depósitos de folhelhos pirobetuminosos, formados em ambiente marinho redutor, abaixo da zona de ação das ondas. O mar começou a regredir nas Formações Serra Alta e Teresina. Seus argilitos, folhelhos e siltitos indicam águas marinhas rasas e calmas passando às agitadas águas da linha da costa, influenciadas por marés. A Formação Rio do Rasto traz arenitos vermelhos intercalados a siltitos e argilitos, revelando um ambiente de deposição já continental.

A maior extinção de vida na terra é contemporânea do Grupo Passa Dois. Acredita-se que tenha se dado em um intervalo muito curto (em termos geológicos): um milhão de anos. Suas causas são ainda basicamente especulativas: queda do nível do mar, intenso vulcanismo, desertificação provocada pelo gigantismo de Pangeia... (LAVINA & FAUTH, 2010).

FORMAÇÃO IRATI

A Formação Irati é composta por folhelhos siltosos cinza-escuros na base passando a folhelhos pretos pirobetuminosos associados a dolomitos e calcários com nódulos de sílex no topo. Os folhelhos são explorados na região de São Mateus do Sul pela Petrobrás, produzindo óleo e subprodutos usados na agricultura, indústria cerâmica e construção civil (KAUL, 1990; ALMEIDA & CARNEIRO, 2004).

Entre os fósseis encontrados nesta formação estão os do crustáceo *Pygaspisquadrata* e os répteis *Mesosaurus brasiliensis* e *Stereoternum tumidum*.

FORMAÇÃO SERRA ALTA

Depositada em plataforma epinerítica (com o mar atingindo uma profundidade de até 40 m), a Formação Serra Alta é composta por argilitos, siltitos, lamitos e folhelhos cinza-escuros e pretos (IBGE, 1990).

São frequentes os nódulos de calcário ou calcário silicificado, que fornecem fósseis principalmente de lamelibrânquios (*Maackia* e *Kidodia*) e conchostracos

(*Acantholeaia*). Há, ainda, restos de peixes (*Tholonotus*) e madeira silicificada (gimnospermas), dos gêneros *Dadoxylon*, *Tietea* e outros. (SALAMUNI, 1969).

FORMAÇÃO TERESINA

A Formação Teresina foi depositada em ambiente marinho transicional de águas pouco profundas a rasas, relativamente agitadas, a planícies de maré. São argilitos, folhelhos, siltitos e arenitos muito finos, mais claros que os anteriores (cinza claro e cinza-esverdeado claro) com intercalações de lentes ou camadas de calcário (KAUL, 1990).

Moluscos lamelibrânquios são os mais comuns: gêneros *Pinzonella*, *Jacquesia*, *Terraia*, *Terraiopsis* e *Cowperesia*. Há plantas fósseis como *Lycopodiosis*, *Gangamorpteris*, *Pecopteris*, e troncos silicificados dos gêneros *Dadoxylon* e *Tietea*, como na Formação Serra Alta (SALAMUNI, 1969).

FORMAÇÃO RIO DO RASTO

Na transição entre as eras Paleozoica e Mesozoica, com a sedimentação se estendendo até o Triássico, a Formação Rio do Rasto fecha o pacote deposicional marinho na Bacia do Paraná.

A cor que a caracteriza é o vermelho. Na base, estão os siltitos e arenitos esverdeados, depositados em deltas e planícies de maré. No topo, siltitos, arenitos sílticos, arenitos finos e médios, em tonalidades avermelhadas, vermelho-castanho e arroxeadas, depositados em deltas e rios (KAUL, 1990).

Os fósseis acompanham o ambiente em transição: de lamelibrânquios como *Leinzia similis* (Holdhaus) e *Terraiopsos altíssima* (Holdhaus), crustáceos como *Estherites regularis* (Reed), *Inkusuni costatus* (Reed), *Paleolimnadiopsis subalata* (Reed) e *Leaia pruvosti* (Reed), e gastrópodes e plantas dos gêneros *Calamites*, *Glossopteris*, *Pecopteris* e *Phyllothea* (SALAMUNI, 1969).

2.1.4. Era Mesozoica (de 250 a 65 m.a.)

Durante a Era Mesozoica, em menos de 150 milhões de anos, o Paraná em formação perdeu o mar na costa oeste, fez parte do maior deserto eólico do mundo, foi palco do maior derrame continental de lavas de toda a história geológica do planeta, separou-se da África, ganhou um oceano na costa leste e começou a sofrer os impactos do soerguimento da Cordilheira dos Andes. Enquanto isso, dinossauros percorriam suas terras, a araucária chegava por aqui e a vida inventava os mamíferos, as aves e a flor.

Por causa da primazia dos dinossauros, o Mesozoico foi batizado de “Idade dos Répteis” (TABELA 1).

2.1.4.1. Período Triássico (a partir de 250 m.a.)

A vida se reinventou no Triássico, o período que inaugura a Era Mesozoica. Depois da extinção de 95% dos seres vivos no Permiano, com Pangeia mais exposto do que nunca pelo recuo do nível do mar, o caminho para a evolução estava largamente aberto. No ar, os insetos ganharam a companhia dos pterossauros, na terra, surgiram as Araucariaceae. O clima quente de um mundo sem calotas polares, fruto do efeito estufa provocado pelo intenso vulcanismo associado à colagem de Pangeia, dilatou a área favorável à vida. Florestas e répteis conseguiam se desenvolver até em latitudes tão altas quanto 80° sul, região hoje coberta pelo gelo antártico (TABELA 1) (LAVINA & FAUTH, 2010).

Na Bacia do Paraná, o mar Irati havia se retirado, dando espaço à deposição flúvio-eólica e à desertificação (MILANI, 2004). A fragmentação de Pangeia e os primeiros indícios de instabilidade crustal de Gondwana ainda estavam distantes do Paraná (a ruptura começou pela porção amazônica/norte da África) (RIBEIRO *et al.*, 2010). Integrando vastas extensões de terras em latitudes tropicais, o território brasileiro estava sendo submetido a um clima árido, sujeito à ação de monções. O mar da costa oeste tinha sido substituído por vulcões que expeliam gases do efeito estufa quando começou a ser depositado o Grupo São Bento (LAVINA & FAUTH, 2010).

2.1.4.1.1. Grupo São Bento

O São Bento é composto pelas Formações Piramboia, Botucatu e Serra Geral. Os paleodesertos Piramboia e Botucatu têm sua origem na geografia de Pangeia. O recuo do mar e a extensão territorial do paleocontinente retiraram a umidade de suas regiões interiores. Durante este período, a Bacia do Paraná foi submetida a índices muito baixos de pluviosidade. As lavas da Serra Geral ganharam a superfície nas mesmas condições climáticas. Intercaladas entre os pacotes basálticos, encontram-se as areias do Botucatu, o ‘grande deserto brasileiro’ (ALMEIDA & CARNEIRO, 1998; ASSINE *et al.*, 2004; COX & MOORE, 2009).

FORMAÇÃO PIRAMBOIA

A base do Grupo São Bento é composta pelos arenitos da Formação Piramboia. Sua deposição se deu sob clima árido, em ambientes inteiramente continentais: lacustres, fluviais e eólicos. Quando comparado ao Botucatu, o Piramboia tem dimensões bastante modestas.

2.1.4.2. Período Jurássico (a partir de 205 m.a.)

Durante boa parte do Jurássico, 40 milhões de anos, um mar baixo e um megacontinente (Pangeia) se fragmentando lentamente garantiram um vastíssimo território aos maiores seres que já andaram sobre a terra. Os dinossauros dominaram um planeta quente e, onde o clima permitia, coberto por florestas. São deste período as cycadaceae, ginkgoaceae e as coníferas – que se tornaram particularmente abundantes neste período. No Jurássico, os pterossauros atingiram tamanhos enormes e surgiram numerosos grupos de insetos, as primeiras aves e os crocodilos (TABELA 1). O clima desértico a que estava submetida boa parte da

América do Sul desencadeou a formação do deserto Botucatu (LAVINA & FAUTH, 2010).

O continente Gondwana, que integrava a porção sul do Pangeia, por sua vez, também começou a se partir (cerca de 200 milhões de anos atrás). A ruptura completa entre América do Sul e África, com o surgimento do Oceano Atlântico, no entanto, só se daria no Cretáceo (há cerca de 90 milhões de anos) (MIZUSAKI & THOMAZ FILHO, 2004; RIBEIRO *et al.*, 2010). Por sua dimensão e complexidade, a separação aconteceu em períodos diferentes em diferentes regiões. No norte (Guiana Francesa, delta do Amazonas), entre 230 a 170 m.a.; no sul e sudeste (Argentina, Uruguai, Brasil até o Espírito Santo, passando, portanto, pelo Paraná), entre 170 e 120 m.a. Por fim, há cerca de 90 milhões de anos, no nordeste (costas nordestina e da Nigéria). A este acontecimento tectônico de proporções continentais deu-se o nome de “Evento Sul-Atlântico” (RIBEIRO *et al.*, 2010).

FORMAÇÃO BOTUCATU

No Mesozoico, o Paraná viu sua paisagem mudar de mar a deserto. Começou no Triássico, com a Formação Piramboia. A seguir, no Jurássico, a extensa Bacia do Paraná se viu coberta pelo maior depósito eólico contínuo do mundo, o deserto Botucatu. Com mais de 1,5 milhões de km², o Botucatu cobriu partes do que hoje são o Paraguai, Uruguai, Argentina e o sul do Brasil. É no arenito formado a partir das areias carregadas por paleoventos há milhões de anos que estão as reservas do Aquífero Guarani – para muitos, o maior manancial subterrâneo de água doce do mundo (SALAMUNI, 1969; ALMEIDA & CARNEIRO, 2004).

As dunas do paleodeserto eram semelhantes às do Sahara e formaram um depósito considerável. A espessura média dos arenitos do Botucatu está entre 50 e 100 m. São rochas de granulação fina a média, em tons avermelhado, rosado ou amarelo-claro (SALAMUNI, 1969; KAUL, 1990; ASSINE *et al.*, 2004; MILANI, 2004).

A deposição eólica continuou até o Cretáceo. Não parou nem mesmo quando o pacote arenoso foi coberto pelo extenso derrame de lavas da Formação Serra Geral. As primeiras camadas de lava, além de terem preservado as formas do

antigo deserto – suas dunas e espaço interdunas –, apresentam intercalações das areias do Botucatu, demonstrando a permanência das condições desérticas (ASSINE *et al.*, 2004,).

2.1.4.3. Período Cretáceo (a partir de 135 m.a.)

Entre todos os períodos geológicos tratados até aqui, o Cretáceo é o que assume formas mais concretas, seja por terem surgido nele muitas das estruturas vistas até hoje, seja por ter sido o cenário onde viveram os seres colossais que o cinema ressuscitou: *tiranossauros*, *velociraptors*, *pteranodons*, *triceratops*... O Cretáceo foi palco do maior desenvolvimento dos grandes répteis e de seu desaparecimento. Glória e ocaso. Neste mesmo período, outras espécies apareceram discretamente para, por sua vez, também dominarem o mundo. Soluções evolucionárias surgidas ali se mostraram tão adequadas que seguem soberanas: a pena, o pelo, a flor, a placentação... Os continentes passaram pela ruptura de Pangeia e de Gondwana, assumindo formas aproximadas das que têm hoje. Isolados, permitiram a diferenciação de animais e plantas (TABELA 1).

Até onde se sabe, as angiospermas surgiram nos trópicos (sul de Laurásia e norte de Gondwana) há 130 milhões de anos, na mesma época em que os dinossauros corriam pela Argentina. As angiospermas mais evoluídas são do meio do Cretáceo e apareceram no norte da América do Sul e da África, para daí se irradiarem para o mundo (COX & MOORE, 2009).

No Hemisfério Sul havia duas floras, condicionadas pela latitude. A flora do norte de Gondwana era tropical: cicadáceas, efedráceas e samambaias. No sul de Gondwana (sul da América do Sul, Antártida, Austrália e Nova Zelândia), nas regiões onde havia umidade, evoluíram – em meio a pinheiros-bravos, araucárias e samambaias – as angiospermas de porte arbóreo (*Nothofagus*), os arbustos e as herbáceas, muito próximo do que há atualmente na Nova Zelândia. A porção sul da África já estava em pleno processo de afastamento, separada do restante de Gondwana pelo proto-oceano Atlântico e não compartilhou das espécies evoluídas nesse período nessa região (COX & MOORE, 2009).

O mundo estava livre do gelo. O que determinava a existência ou não de vegetação era a precipitação. A ruptura definitiva entre América do Sul e África e a ampla circulação oceânica que se estabeleceu então mudaram o clima e a paisagem. As angiospermas passaram a predominar. Os fósseis mais antigos de árvores das famílias Arecaceae, Bombacaceae, Caesalpinaceae, Euphorbiaceae, Meliaceae e Rutaceae (tropicais) têm 80 milhões de anos. Também surgiram as sementes pesadas, de endosperma farto, típicas de florestas fechadas. No fim do Cretáceo, a costa leste da América do Sul pode ter tido sua primeira floresta densa com características ombrófilas. Nas areias do paleodeserto paranaense Botucatu, corriam répteis Coelurosauria e Therapsida (DASILVA & ROCHA, 2010; LAVINA e FAUTH, 2010).

Mas o período terminou tragicamente: 75% da vida do planeta foram extintos num intervalo de tempo relativamente curto: 500 mil anos. Por motivos ainda desconhecidos, por mais que não faltem teorias sobre as causas, desapareceram os dinossauros e 40% das espécies de plantas (LAVINA & FAUTH, 2010).

O processo de ruptura de Gondwana remodelou completamente a paisagem do Paraná. Por volta de 130 milhões de anos atrás, principalmente pela fronteira oeste, teve lugar o maior evento vulcânico continental do planeta. Quando as angiospermas estavam surgindo no planeta, a lava cobriu a imensa área que vai do sul de MT, GO e MG, oeste de SP, quase todo o PR e SC, norte e oeste do RS, nordeste da Argentina, oeste do Uruguai e sudeste do Paraguai. O processo de estiramento da crosta em fragmentação originou uma mega distensão das rochas, da qual o Arco de Ponta Grossa e os enxames de diques de diabásio são testemunhos. Essas rochas vulcânicas ocupam ainda hoje, depois de mais de 100 milhões de anos de erosão, cerca de 1,2 milhão de km², têm espessura média de 600 m e chegam a atingir quase 2.000 m de profundidade em alguns locais, como no oeste de São Paulo (BIGARELLA *et al.*, 1994; ALMEIDA & CARNEIRO, 2004; MILANI, 2004; LAVINA & FAUTH, 2010). As rochas são tão densas que, nesta região, a gravidade atua com mais força (TEIXEIRA, 2000). São as rochas gestadas neste processo que compõem a Formação Serra Geral (FIGURA 5).

FORMAÇÃO SERRA GERAL

Fruto do maior extravasamento continental de lavas da história geológica do planeta, a Formação Serra Geral cobre hoje 2/3 do território paranaense (FIGURA 5). Seu intemperismo deu origem à “terra roxa” que fez e faz a riqueza agrícola e econômica do 3º planalto.

Uma das hipóteses desta inundação de magma é a existência de uma pluma mantélica (uma espécie de bolha formada pelo manto que, por suas dimensões e altas temperaturas, é capaz de enfraquecer a crosta, causando distensões e fraturas nas estruturas pré-cambrianas e paleozoicas) pela qual a placa tectônica de Gondwana passou em sua migração do polo sul carbonífero aos trópicos (MARQUES & ERNESTO, 2004; MIZUSAKI & THOMAZ FILHO, 2004; LAVINA & FAUTH, 2010). Segundo prof. Dr. Omar Ferreira Lopes, DEGEO/UFPR, (comunicação pessoal), no entanto, o tremendo pacote de rochas sedimentares depositadas durante o Paleozoico já seria suficiente para provocar subsidência e romper uma crosta terrestre não espessada, como devia ser a de 250 milhões de anos atrás.

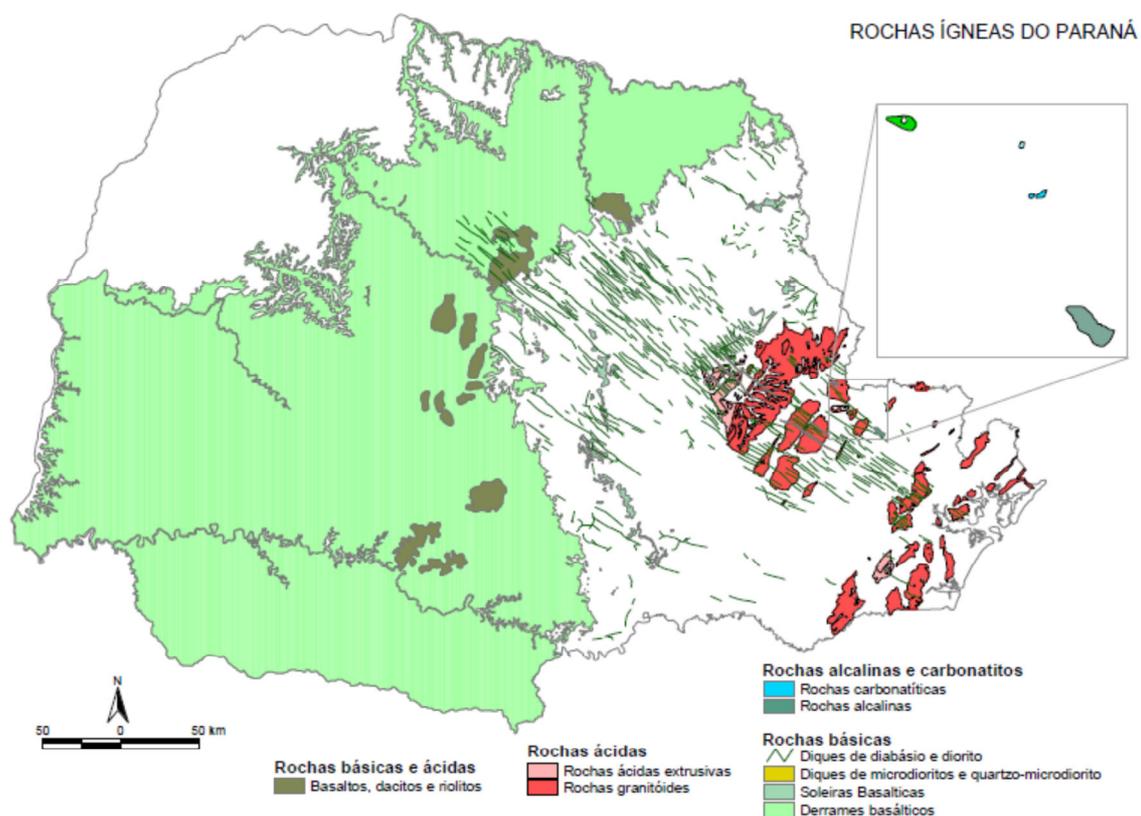


FIGURA 5 - Mapa da distribuição das rochas ígneas do Paraná
 Fonte: MINEROPAR (2001)

Grandes fendas na região onde está atualmente o rio Paraná e pequenas fendas distribuídas principalmente na porção centro-leste do estado deram passagem ao incrível volume de lavas basálticas (MIZUSAKI & THOMAZ FILHO, 2004). Quando resfria, o mesmo material dá origem ao *basalto* (resfriamento em superfície) e ao *diabásio* (resfriamento em subsuperfície). Os diabásios são encontrados nas fendas menores e formam os diques que modelam a paisagem do 2º planalto e interceptam a Serra do Mar.

O extravasamento magmático se deu, na maior parte das vezes, sem atividade vulcânica explosiva. As lavas basálticas fluíram sobre uma paisagem aplainada e foram se distribuindo em camadas, numa espécie de lagos de lava, que iam se resfriando para, então, serem cobertos por novos derrames. A espessura média destas camadas é de cerca de 50 m. O peso do grande volume de material depositado causou subsidência da Bacia do Paraná – prova disso é que podem ser encontrados, nesta formação, basaltos abaixo do nível do mar. O afundamento desta porção do estado repercutiu no restante do território, os rios mudaram de curso, passando a correr para oeste, e houve o soerguimento das serras Geral, de São Luiz do Purunã e do Mar (SALAMUNI, 1969; RIBEIRO *et al.*, 2010).

Apesar de predominantemente básica, a Formação Serra Geral apresenta uma sequência ácida, produto da contaminação do magma pelas rochas siálicas da crosta. As *diferenciadas ácidas* compreendem basaltos pórfiros, dacitos, riocacitos e riólitos, como na região de Palmas. As rochas ácidas são mais resistentes ao intemperismo e o relevo costuma ser bastante movimentado onde essas fazem o embasamento, o que repercute ecologicamente no ambiente e economicamente no uso do solo (FIGURA 5) (KAUL, 1990).

Na Formação Serra Geral, foram identificados 32 derrames vulcânicos. Sua disposição em camadas modelou a paisagem de *Trapp* (degraus) paranaense. Esta conformação pode ser observada nas muitas cachoeiras do 3º planalto, onde as águas caem em três ou mais níveis. Combinando com o gigantismo de sua gênese, o exemplo mais eloquente destes degraus está nas Cataratas do Iguaçu.

CATARATAS DO IGUAÇU – FOZ DO IGUAÇU

As Cataratas do Iguaçu estão no centro de deposição dos basaltos da Serra Geral. O empilhamento dos derrames de lava é visível sob as quedas, nos paredões expostos pela erosão das águas. As cataratas, no entanto, não estão ali apenas por conta do imenso volume de lavas depositadas, que por si só gerou subsidência da bacia do Paraná e mudou o curso dos rios para o interior do continente. A abertura do Oceano Atlântico e o choque da placa tectônica Sul-americana com as placas de Nazca e do Pacífico (que originou os Andes), também tiveram um profundo impacto na Bacia do Paraná. Provocando afundamentos crustais no Paraguai e Argentina (porção sudoeste da bacia) e soerguimento da porção leste, influenciaram na direção e no aprofundamento dos sistemas de drenagem. O rio Iguaçu é um bom exemplo disso. As águas que nascem na encosta oeste da Serra do Mar, a pouco mais de 100 km da litoral, só vão encontrar o Oceano Atlântico na Argentina, misturadas às do Prata. Em seu caminho para o mar, o Iguaçu percorre, de sua nascente à foz, os três planaltos paranaenses. Começa sua jornada como um rio meandrante, formador das várzeas curitibanas, e termina sua jornada entalhando seu leito nas falhas das rochas Juro-cretáceas. Um pouco antes de despejar suas águas no rio Paraná, em Foz do Iguaçu, estão as Cataratas. A erosão dos basaltos pelas águas afasta cada vez mais as quedas d'água da foz do rio Iguaçu. Conforme a água desgasta a rocha, as Cataratas avançam rio acima. Atualmente são 21 km e esta é uma distância que aumenta a cada ano, numa velocidade entre 1,4 a 2,1 cm/ano (BARTORELLI, 1997⁵, citado em BARTORELLI, 2004).

ARCO DE PONTA GROSSA

O Arco de Ponta Grossa é a estrutura tectônica mais acentuada da Região Sul. No Paraná, tem boa parte da responsabilidade pelo litoral ser como é, por existir a baía de Paranaguá, pelo relevo e pela drenagem dos 1º e 2º planaltos, pelo afloramento do Escudo Cristalino no 1º planalto e pelo modelado em concavidade

⁵ BARTORELLI, A. **As grandes cachoeiras da Bacia do Paraná e sua relação com alinhamentos tectônicos**. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 190 f. 1997.

voltada para o leste dos 2º e 3º planaltos (FIGURAS 1, 2, 3 e 5) (KAUL, 1990; MELO & ASSUNÇÃO, 2012).

Desde o Devoniano, quando Gondwana mergulhava em direção ao Polo Sul, a área crustal onde se desenvolveu o Arco de Ponta Grossa já apresentava tendência ao soerguimento (ALMEIDA, 1983⁶; FERREIRA, 1982⁷; citados por RAPOSO, 1995). A Bacia do Paraná sofre uma reentrância profunda na área de influência do Arco (região centro-leste do Paraná) desde a deposição do Grupo Itararé. A região ali está dividida em duas sub-bacias chamadas São Paulo e Santa Catarina. O soerguimento se acentuou no Triássico-Jurássico (reflexos na deposição Piramboia) e chegou a seu máximo entre o Jurássico e o Cretáceo, no momento que antecede a ruptura de Gondwana na porção sul/sudeste do Brasil (ALMEIDA, 1986⁸, citado por RAPOSO, 1995; KAUL, 1990; MIZUSAKI & THOMAZ Filho, 2004).

Para a hipótese de que a região do Arco estaria sobre uma pluma ascendente do manto, o longo intervalo de tempo passado sobre a região aquecida teria sido suficiente para elevar a temperatura da crosta em cerca de 100 a 150° C, o que teria bastado para provocar fusão parcial das rochas e a deformação em abóboda com eixo na direção NW-SE (MARQUES & ERNESTO, 2004). O ponto mais alto do domo, o centro do soerguimento, estaria sobre o rifte, a zona de ruptura continental. As bordas da bolha entravam continente adentro, tanto do lado brasileiro quanto do africano. Milhões de anos de erosão removeram grande parte do material alçado e expuseram as rochas mais antigas, as do embasamento cristalino. Por isso, não é possível saber exatamente onde eram os paleolimites da bacia do Paraná. Os mares epicontinentais cobriram muitas vezes todo o território paranaense, apesar de hoje os depósitos que contam esta história estarem aparentes apenas no 2º planalto. Mesmo com a erosão, parte da estrutura colossal do Arco de Ponta Grossa é facilmente identificada nos mapas geológicos ou de relevo do Paraná (KAUL, 1990; RAPOSO, 1995; MARQUES & ERNESTO, 2004; MELO & ASSUNÇÃO, 2012). Também é visível nos mapas de hidrologia, já que,

⁶ALMEIDA, F. F. M. **Relações tectônicas das rochas alcalinas mesozoicas da região meridional da plataforma Sul-Americana**. Rev. Bras. Geoc., 13(3):139-158. 1983.

⁷FERREIRA, F. J. F. **Integração de dados aeromagnéticos e geológicos: configuração e evolução tectônica do Arco de Ponta Grossa**. São Paulo. 169 p. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da USP). 1982.

⁸ALMEIDA, F. F. M. **Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo pós-Paleozoico no Brasil**. Rev. Bras. Geoc., 16(4):325-349. 1986.

graças a influência desta estrutura, muitos rios que nascem na porção leste do estado drenam em direção ao interior do continente (RIBEIRO, 2010).

O Arco de Ponta Grossa é quase exclusivamente paranaense. De seus cerca de 134.000 km², apenas pequenas porções estão em São Paulo e Santa Catarina (RAPOSO, 1995).

O arqueamento provocou inúmeras fraturas nas rochas e por elas aflorou grande quantidade de lava. As lavas que ganharam a superfície ajudaram a compor os derrames da Serra Geral – vulcões de fissuras. As lavas resfriadas em subsuperfície, em estruturas verticais, formaram *diques*, as em camadas horizontais, *soleiras* (MOHRIAK, 2004; ALMEIDA & CARNEIRO, 2004; MELO & ASSUNÇÃO, 2012). Pela espessura dos diques, estimou-se a distensão crustal na região do Arco em, no mínimo, 3 km (PINESE, 1989⁹, citado por MARQUES & ERNESTO, 2004).

DIQUES

As fraturas provocadas nas rochas pelo soerguimento do Arco de Ponta Grossa deu origem a uma enorme quantidade de diques, principalmente de diabásio. Os diques são corpos intrusivos formados pela lava que ascendeu da região do manto quando a crosta continental sofreu deformação e estão distribuídos desde o leito oceânico na costa atlântica até a borda dos derrames da Serra Geral (FIGURAS 2 e 5). Talvez estejam presentes sob esses, mas a erosão ainda não foi suficiente para revelá-los. São estruturas tabulares, que variam de poucos centímetros a 600 m de espessura, as mais frequentes ficando entre 20 e 50 m. O comprimento pode atingir 100 km. Têm disposição paralela ao eixo do Arco de Ponta Grossa e estão mais concentrados na faixa que sofreu o maior abaulamento (o Arco em si) durante a fragmentação de Gondwana. Nesta região, é possível encontrar quase um dique por quilômetro. Tal distribuição de rochas vulcânicas entre formações tão diversas quanto as metamórficas de alto e baixo grau do 1º planalto e as sedimentares do 2º repercute intensamente na paisagem. Os diques, dependendo da resistência à erosão e ao intemperismo das rochas encaixantes, podem formar cristas ou vales, controlando a geomorfologia de extensas áreas do

estado. Onde a rocha hospedeira é mais resistente, como no caso da Serra do Mar ou nas formações do Grupo Açungui e Setuva, no 1º planalto, os diques formam os vales e controlam a drenagem, que se faz seguindo o padrão paralelo. No 2º planalto, os diques compõem, muitas vezes, em linhas de cristas paralelas e bem marcadas, as regiões alçadas do relevo. Nos leitos dos rios, aparecem em saltos e cachoeiras. São tão claramente presentes na paisagem que podem ser vistos em imagens de satélite, radar ou avião (SALAMUNI, 1969; KAUL, 1990; BIGARELLA *et al.*, 1994; RAPOSO, 1995; MARQUES & ERNESTO, 2004).

Mesmo a maioria sendo diques de diabásio e diodorito, há diques ácidos nos municípios de Castro e Cerro Azul (PINESE, 1989⁹, citado por MARQUES & ERNESTO, 2004).

SERRA DO MAR

Afloram na Serra do Mar as rochas mais antigas do estado. Desde a formação das rochas que compõem o Domínio Luís Alves, no Arqueano, são mais de dois bilhões de anos de história. As tensões experimentadas na região metamorfizaram estas primeiras rochas em alto grau, geraram a intrusão de grandes corpos graníticos, soergueram a crosta continental, extravazaram magma, romperam as falhas. As rochas que foram margeadas pelos mares primevos e compuseram o interior dos grandes paleocontinentes assistem agora à abertura de mais um oceano.

A Serra do Mar é uma escarpa de falha que se estende do Espírito Santo à Santa Catarina, tem mais de 1.000 km de comprimento e separa o planalto brasileiro da planície litorânea. Os grandes batólitos hoje expostos foram gerados durante o Ciclo Brasileiro/Pan-africano, na colagem dos crátons que compõem a placa sul-americana com o continente africano. O choque das grandes massas de terra provocou fusão da crosta e gerou, a dezenas de quilômetros de profundidade, os

⁹ PINESE, J. P. P. **Caracterização petrológica e geoquímica dos diques do Arco de Ponta Grossa**. São Paulo, 196 p. (Dissertação de Mestrado em Geologia, Instituto Astronômico e Geofísico da USP). 1989.

granitos que milhões de anos de erosão expõem hoje como Serra da Prata, Costeiro, Batólito Paranaguá, Graciosa, Marumbi, Morro Redondo e Anhangava.

Durante a ruptura de Gondwana, esta foi a região mais impactada pelo alçamento do Arco de Ponta Grossa. Junto ao eixo do Arco, há enxames de diques de diabásio. Paralelos à linha da costa, inúmeros falhamentos. Como as intrusões básicas e as rochas metamórficas adjacentes são decompostas mais rapidamente que os granitos, muitos vales seguem a orientação determinada pelos diques, NW; outros, a determinada pelas falhas, NE (BIGARELLA *et al.*, 1994).

A Serra do Mar encontra realmente o mar em apenas um local, no ponto onde a Serra da Prata divide as bacias de Paranaguá e Guaratuba (KAUL, 1990; ANGULO, 1992). Os granitos se sobressaem na paisagem, num desnível médio de 1.300 a 1.500 m s.n.m. O ponto mais alto do estado está ali: o Pico Paraná tem 1.877 m s.n.m..

A inclinação do território paranaense para oeste é tão acentuada que é a Serra do Mar, no extremo leste do estado, o divisor de águas entre os rios que drenam para o litoral e os que drenam para o interior do continente, esses todos tributários do rio Paraná.

O falhamento que deu origem à escarpa que embasa a Serra do Mar tem origem cretácea, mas muitos eventos posteriores contribuíram para sua feição atual, inclusive o clima que, alternando períodos áridos e úmidos, dissecou a paisagem. As altas taxas de erosão provocaram acúmulo de sedimentos em bacias junto à costa. Estes depósitos são hoje os reservatórios de petróleo da plataforma continental (KAUL, 1990).

A porção emersa da Serra do Mar é apenas parte da escarpa gerada durante a ruptura continental Brasil-África. Com profundos falhamentos paralelos à linha da costa e com o continente sofrendo ascensão por basculamento, tectonismo e por alívio de carga devido à erosão, está exposto apenas o bloco que forma a porção oeste da falha. A porção leste sofreu afundamento e integra, coberta pelos sedimentos marinhos, a plataforma continental. Esta separação entre os blocos se deu há cerca de 65 milhões de anos, a dezenas de quilômetros a leste da linha de costa moderna. Como a erosão se dá principalmente do mar para o continente, a borda emersa vem sendo desgastada até sua posição atual (MOHRIAK, 2004).

As principais unidades da Serra do Mar paranaense são o Complexo Granulítico Serra Negra (Domínio Luís Alves), do Arqueano; o Complexo Granulítico-migmatítico costeiro, do Proterozoico Inferior, formado por granitos gnáissicos e de anatexia e migmatitos; a Suíte granítica foliada, também do Proterozóico Inferior, composta por granitos e granitoides; os granitos e sieno-granitos, do Proterozoico Superior; os granitos subalcalinos e alcalinos do Cambriano (Marumbi, Graciosa, Anhangava, Serra da Igreja e Morro Redondo); a Formação Guaratubinha, também cambriana, formada por vulcanitos e rochas sedimentares (conglomerados, arcóseos, siltitos e argilitos); os diques do Mesozoico, principalmente diabásios e dioritos; e os sedimentos cenozoicos, de origens continental e costeira (MINEROPAR, 1989).

Enquanto isso, na margem oeste do continente, fechando a Era Mesozoica, com o choque entre a placa continental sul-americana e as placas oceânicas de Nazca e do Pacífico tem início a formação do cinturão orogenético andino – começa a nascer a Cordilheira dos Andes (RIBEIRO *et al.*, 2010).

2.1.4.3.5 GRUPO BAURU

O Grupo Bauru, composto pelas rochas sedimentares das Formações Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina, encerra o ciclo das grandes sedimentações no Paraná (FIGURA 6). A partir daí – e até hoje em dia –, os processos de desgaste (intemperismo, erosão) passam a predominar sobre os de construção (sedimentação, vulcanismo). As deposições cenozoicas têm importância apenas local (FIGURA 7) (SALAMUNI, 1969).

O soerguimento da região costeira e a subsidência por tectonismo de parte da Bacia do Paraná (noroeste do estado) acabaram por confinar nesta região deprimida a sedimentação cretácea.

O clima árido rigoroso de antes da abertura do Atlântico, que prevaleceu durante a deposição do grande deserto Botucatu e da Formação Serra Geral, deu lugar a um clima semiárido quando a circulação oceânica começou. A umidade permitiu a implantação de um sistema de drenagem que buscava basicamente as áreas abaciadas do oeste. Depositados sobre os derrames vulcânicos da Formação

Serra Geral estão os arenitos eólicos e fluviais do Grupo Bauru (BARTORELLI, 2004). São arenitos quartzosos vermelhos ou arroxeados, com granulação fina e média, que se tornam cinza avermelhados ou amarelados quando alterados (KAUL, 1990; MILANI, 2004). Por sua fácil desagregação, estes arenitos formam, entre outras, a unidade geológica mais frágil do estado, a Formação Caiuá (SALAMUNI, 1969; BARTORELLI, 2004)

FORMAÇÃO CAIUÁ

A Formação Caiuá está na base e é a mais extensa do Grupo Bauru (FIGURA 6). São arenitos finos a médios, arroxeados, formados em ambientes eólico e fluvial, que cobriram o noroeste do Paraná no final do Cretáceo (BARTORELLI, 2004). São cerca de 14.000 km², com espessuras que vão de poucos metros (10 a 20), nos limites a leste, a 250 e 280 m, a oeste (SALAMUNI, 1969).

Os fósseis encontrados no Caiuá são de répteis da subordem Therapoda, grupo de dinossauros bípedes carnívoros que reúne gêneros famosos como *Tiranossaurus* e *Velociraptor*.

Ironicamente, arenito formado pela erosão eólica e hídrica de outras deposições, o Caiuá tem na erosão seu maior desafio. Quando decomposto, forma um solo sem estrutura, uma areia fofa e avermelhada. Sua pequena capacidade de retenção de água afeta inclusive o clima da região. No seu interior, está a única zona de clima com período realmente seco do Paraná. A retirada da cobertura vegetal expõe um solo que se desagrega facilmente (friável), as voçorocas tomam conta da paisagem e os sedimentos carregados pelas águas vão assorear os rios e o lago de Itaipu (SALAMUNI, 1969) (BARTORELLI, 2004).

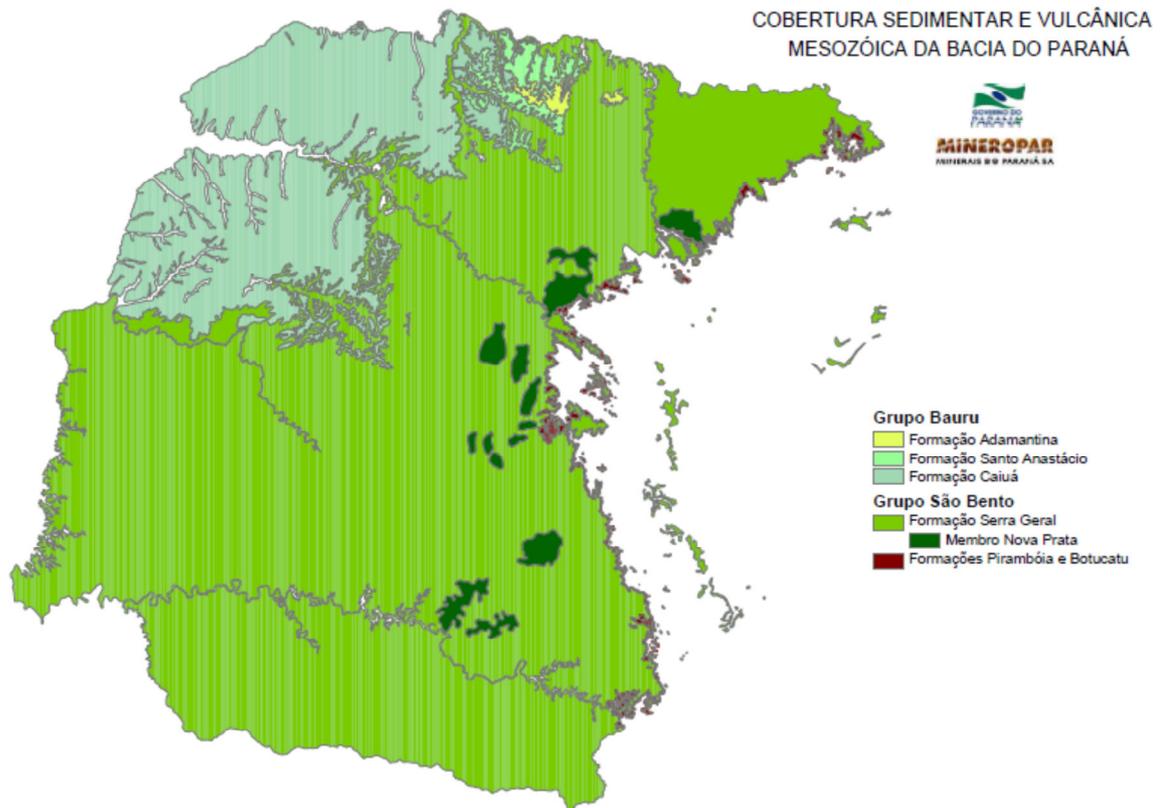


FIGURA 6 - Mapa da cobertura sedimentar e vulcânica mesozoica da Bacia do Paraná
Fonte: MINEROPAR (2001)

2.1.5. Era Cenozoica (65,5 m. a. até o presente)

A vida precisou se reinventar mais uma vez no Paleogeno (65,5 milhões de anos), o primeiro período da era Cenozoica. Com o desaparecimento de 75% das espécies no final do Cretáceo, a “Idade dos Répteis” deu lugar à “Idade dos Mamíferos” (TABELA 1).

No Paraná, a única força realmente espetacular a agir sobre o território, neste período, foi a erosão. Como um artista que retira da pedra tudo o que não é a escultura, os agentes do intemperismo e a erosão modelaram, no substrato paleozoico e mesozoico, a paisagem de hoje.

Agiram também os movimentos tectônicos que equilibraram as tensões da crosta, geradas principalmente no processo orogênico da Cordilheira dos Andes, e submergiram no Atlântico a porção leste da Serra do Mar (MAACK, 1947; KAUL, 1990). Na sedimentação, as deposições recentes, principalmente sob ação dos rios e do mar, não se comparam em dimensão às formações geológicas anteriores. Os

melhores exemplos desta deposição estão presentes nos municípios de Curitiba e Tijucas do Sul, com sedimentos fluviais, e no litoral paranaense, onde os sedimentos continentais têm origem no intemperismo das rochas cristalinas da Serra do Mar e os costeiros são compostos pelas areias da orla marinha (FIGURA 7).

As variações do clima, de sucessivas eras do gelo a um planeta sem gelo algum, da aridez à umidade intensa, regularam o aporte do agente erosivo por natureza: a água. O relevo foi esculpido ora pela ação paciente da gota penetrando nas rochas, ora por vertiginosas corridas de lama, capazes de destruir tudo em seu caminho. Foi nesse ambiente de maior estabilidade geológica, com muitos nichos abandonados pelas espécies extintas, que as aves se diversificaram e os mamíferos se desenvolveram, chegaram a atingir tamanhos enormes, fizeram o caminho de volta para o mar, e surgiu o homem. Na vegetação, a evolução das angiospermas garantiu a manutenção das florestas úmidas. Acredita-se que do Eoceno (50 milhões de anos atrás) ao Mioceno (16 a 10 milhões de anos) havia florestas contínuas do Pacífico ao Atlântico. As árvores que as formavam eram as descendentes das angiospermas que evoluíram no Gondwana meridional durante o Cretáceo e as “coníferas do sul”, *Araucaria*, *Podocarpus* e *Dacrydium* (RIBEIRO, 2010). Nesse meio tempo (há cerca de 30 milhões de anos), surgiram as gramíneas (TABELA 1) (KAUL, 1990; LAVINA & FAUTH, 2010; DASILVA & ROCHA, 2010; POSADAS & ORTIZ-JAUREGUIZAR, 2010).

A partir do Plioceno (cerca de 5 milhões de anos atrás), começou o ciclo de resfriamento-aquecimento do clima (períodos glaciais e interglaciais) que permanece até hoje. Como um todo, o planeta sofreu um ressecamento. As áreas abertas se expandiram. Na América do Sul surgiram os biomas Caatinga, Cerrado (sem esquecer a importância do fator solo, neste caso) e Chaco. Clima e solo impuseram barreiras entre as florestas sul-americanas, o que as isolou o suficiente para permitir que evoluíssem diversamente (DASILVA & ROCHA, 2010; POSADAS & ORTIZ-JAUREGUIZAR, 2010).

2.1.5.1. Período Quaternário (a partir de 1,8 m. a.)

O Pleistoceno, primeira época do Quaternário, foi o cenário do apogeu e decadência dos grandes mamíferos. Mamutes, tigres dentes de sabre, preguiças

gigantes, entre outro, se desenvolveram e foram extintos em meio a sucessivas eras do gelo. Os ciclos de avanço e recuo das geleiras mudavam o clima, o relevo, os níveis do mar e a vegetação. A cada expansão do gelo, o clima frio e seco reduzia as áreas ocupadas pela flora tropical e subtropical e abria espaço para o cerrado e as pradarias. No último Máximo Glacial, particularmente entre 35 e 18 mil anos, a quantidade de gelo sobre os continentes era tão expressiva que os mares baixaram entre 120 e 130 m do nível atual, expondo as plataformas continentais e aumentando a área de terra emersa em 8%. O gelo cobriu um terço dos continentes e a temperatura média tornou-se de 4° a 8° C mais fria que a atual (TABELA 1) (THOMPSON & TURK, 1998; BROWN & LOMOLINO, 2006; POSADAS & ORTIZ-JAUREGUIZAR, 2010; LAVINA & FAUTH, 2010).

FORMAÇÃO GUABIROTUBA

Entre as formações geológicas mais recentes, e nem por isso de origem consensual entre os geólogos, está a Guabirota, que ocupa parte dos municípios de Curitiba (principalmente os bairros das regiões central e sul), Campo Largo e Tijucas do Sul (FIGURA 7). LOPES & CHODUR (1999, a, b e c) e KERSTEN *et al.* (2009) a consideram constituída por sedimentos vulcânicos, principalmente cinzas e fluxos de detritos. SALAMUNI (1969), KAUL (1990), BIGARELLA *et al.* (1994), SALAMUNI *et al.* (1998), RICCOMINI *et al.* (2004), entre outros, a descrevem como resultado de sucessivas fases erosivas cuja área-fonte original era os contrafortes da Serra do Mar e, depois, os próprios depósitos dos sedimentos resultantes dessa erosão. Em ação, estavam o clima, que promovia a deposição com chuvas torrenciais quando era semiárido e dissecava a paisagem quando úmido; os rios e a geomorfologia da região. Para esses autores, a Formação Guabirota é constituída por argilitos, arcósios, depósitos rudáceos e margas, de origem fluvial e lacustre.

A Formação Guabirota, cujos sedimentos apresentam coloração original cinza e cinza-esverdeada, se sobrepõe aos migmatitos e gnaisses pré-cambrianos do Escudo Cristalino e sua espessura pode atingir 80 m, eventualmente 100 m (SALAMUNI, 1969; BIGARELLA *et al.*, 1994).

FORMAÇÃO ALEXANDRA

De pequena expressão, a Formação Alexandra ocorre na região litorânea, em Alexandra, área a oeste e sudoeste do município de Paranaguá, e é composta por arcósios (sedimentos mais grossos que a areia, produto da decomposição de granitos e gnaisses em climas áridos), areias de várias granulações, seixos e cascalhos (FIGURA 7). São depósitos originados do intemperismo das rochas da Serra do Mar que ocorrem em colinas isoladas, em altitudes em torno de 30 m. Um clima mais seco que o atual, mas sujeito a chuvas torrenciais, com uma conseqüente vegetação mais aberta, menos capaz de proteger as encostas do relevo acidentado da Serra do Mar do que a mata atlântica moderna, favoreceria a ocorrência dos fluxos de lama e de detritos que são a base desta formação (KAUL, 1990).

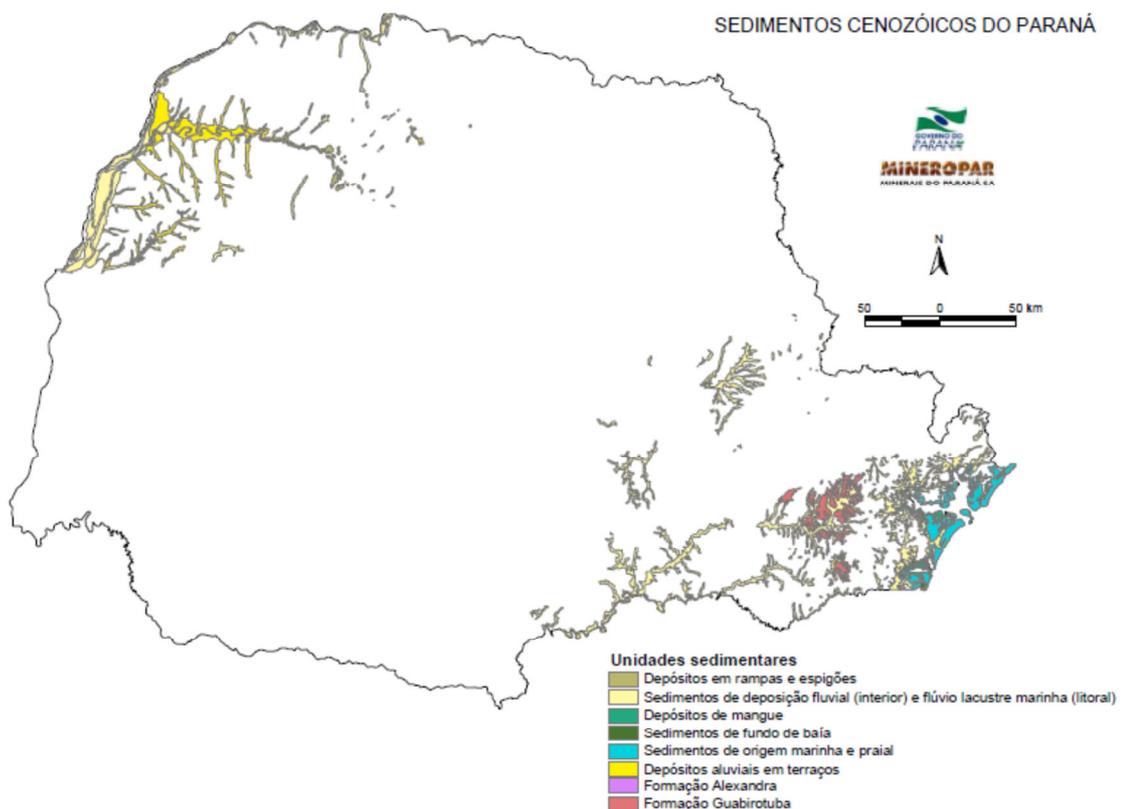


FIGURA 7 - Mapa dos sedimentos cenozoicos do Paraná
 Fonte: MINEROPAR (2001)

O Holoceno começa quando chega ao fim a última era glacial mais expressiva. De 11.000 anos até o presente, o planeta passou por um Ótimo Climático (entre 9.000 e 2.500 anos AP), com temperaturas maiores que as atuais,

num mundo livre de calotas polares; por uma nova glaciação (entre 2.500 e 1.000 anos AP); e por uma queda ainda mais acentuada das temperaturas, na *Pequena Idade do Gelo* (entre 1.450 e 1.890 d.C.) (SUGUIO, 2001¹⁰, citado por SUGUIO & SALLUN, 2004). No Holoceno, começa a “Idade do Homem”. Esta época geológica viu o ser humano sair das cavernas e chegar à lua, viu surgirem e ruírem todos seus impérios (TABELA 1).

SEDIMENTOS INCONSOLIDADOS CENOZOICOS

Os sedimentos cenozoicos, as mais recentes formações geológicas do estado, são fruto de deposição hídrica, eólica e coluvial (FIGURA 7). Os sedimentos provenientes da deposição hídrica aparecem nas calhas dos rios (cascalhos, areias, siltes e argilas), na orla marinha – seja nas praias (areia fina) ou nos cordões litorâneos (areias quartzosas, silte e argilas) –, em lagos e lagoas (areias, silte, argilas e turfas). Os gerados por deposição eólica formam dunas e cômoros (areias quartzosas de granulação fina a média). Os coluviais estão presentes na base das encostas (areias, cascalhos de vários tamanhos e matacões) (KAUL, 1990).

As deposições de maior expressão, quer em volume, quer em extensão deste período, são os sedimentos costeiros.

A linha da costa paranaense tem sua atual conformação há cerca de 1.000 anos. Antes disso, as variações do nível do mar marcaram a paisagem construindo amplas planícies, retificando a orla, unindo ilhas ao continente e formando ilhas rasas ao longo da costa, como as ilhas das Peças, da Cotinga e de Superagui (KAUL, 1990).

A área-fonte por excelência de tanto sedimento foram as escarpas da Serra do Mar. As rochas, profundamente intemperizadas, forneceram material em larga escala para os processos deposicionais (KAUL, 1990).

Característicos da costa paranaense são os cordões litorâneos. Presentes do Canal do Varadouro, ao norte, até o rio Saí Guaçu, ao sul, os cordões são as antigas linhas da costa. São longas formações paralelas e subparalelas à orla, agrupadas em feixes, com 5 a 15 m de altura, frutos principalmente, mas não exclusivamente, das transgressões e regressões marinhas desde o Pleistoceno. As

¹⁰ SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais (Passado + Presente = Futuro?)**. 1. reimp. São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas, 2001.

planícies com cordões podem atingir até 55 km de largura, mas têm, em média, apenas 10 km. As altitudes médias são de 10 m, chegando a 30 m, no sopé da serra (KAUL, 1990; ANGULO, 1992).

O nível do mar sofreu alterações principalmente por causa da formação de geleiras e de seu derretimento. Quando esse derretimento é completo, como no Ótimo Climático, o mar avança sobre o continente. No Paraná, chegou a atingir o sopé da Serra do Mar há aproximadamente 120.000 anos, deixando como testemunho os terraços de areia e cascalho com mais de 13 m de altura (KAUL, 1990; ANGULO, 1992; COX & MOORE, 2009).

O último estágio glacial durou de 115.000 a 11.000/10.000 anos atrás. Há cerca de 17.500 anos, era tanto gelo que o mar desceu 120/130 m abaixo do nível atual, expondo praticamente toda a plataforma continental. A partir de então, conforme subiam as temperaturas, o mar se elevou com maior ou menor velocidade até “afogar” parte da costa, há cerca de 5.500 anos, num nível 5 m acima do atual. De lá para cá, a retirada do mar da área conquistada ao continente foi deixando para trás, como indício das antigas margens oceânicas, os cordões litorâneos (TABELA 2; FIGURA 8) (KAUL, 1990; ANGULO, 1992; SUGUIO *et al.*, 2005).

TABELA 2 - Paleoníveis do mar na região sul do Brasil (Holoceno)

Período (anos antes do presente)	Altura do mar em relação à atual	Nível do mar em relação ao atual (m)
120.000 (*)	>	sopé da Serra do Mar
17.500 a 16.000 (*)	<	-120 a -130
11.000 a 6.500	<	
7.000 a 6.500	=	
5.500	>	3 a 5
3.900	<	-1,5 a -2,0
3.000	>	2 a 3
2.800	<	
2.500	>	1,5 a 2
1.000	=	

(*) Pleistoceno
Fonte: SUGUIO *et al.* (2005)



FIGURA 8 - Simulação das variações do nível do mar no litoral paranaense
Fonte: MINEROPAR (2011).

Além dos vestígios geológicos, há testemunhos arqueológicos das transgressões marinhas holocênicas no Paraná, os sambaquis. Sambaquis são depósitos de conchas deixados pelos índios que habitavam o litoral. Alguns são muito grandes, com 20.000 m² de base e 17 m de altura (BLASI *et al.* 1990¹¹, citado por ANGULO, 1992). Como estão situados distantes da linha da praia, e não se acredita que as tribos se deslocassem tanto para buscar alimento, são considerados sinais de que os índios paranaenses conviveram com os mares elevados do passado (KAUL, 1990).

2.2. CLIMA

Cortado ao norte pelo trópico de Capricórnio, o Paraná tem, segundo a classificação de Köppen, seu clima atual dividido basicamente em *Cfa* (norte, oeste e parte do noroeste) e *Cfb* (centro-sul e sudoeste). Aparecem, ainda, com menor expressão, os tipos *Cwa* (noroeste) e *Af* (Serra do Mar/litoral), com regiões de transição entre eles (FIGURA 9) (SIMEPAR, 2008).

A porção centro-sul/sudoeste, *Cfb*, tem clima oceânico (temperado), com temperaturas médias no mês mais frio abaixo de 18° C, verões frescos, de temperaturas médias abaixo de 22° C, e chuvas bem distribuídas ao longo do ano. As geadas, nas zonas mais frias, acontecem normalmente de maio a setembro, mas não é raro vê-las em abril e outubro. Nas regiões que se enquadram no tipo *Cfa*, o clima é subtropical, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18° C, mas com geadas pouco frequentes e temperaturas médias no mês mais quente acima

¹¹ BLASI, O.; PONTES FILHO, A.; PARELLADA, C. I.; MACEDO, C.; MARANHÃO, F. e GAISSLER, M. L. Sítios arqueológicos. In IPARDES. **Macrozoneamento da APA de Guaçuá**, Curitiba, p. 124-129, 1990.

dos 22° C. Os verões são quentes e úmidos e, apesar de as chuvas estarem mais concentradas nos meses mais quentes, não há propriamente uma estação seca definida. O tipo *Cwa* atua no noroeste e difere-se do anterior pelos invernos secos. No tipo *Af* (região leste), clima equatorial (tropical úmido), temperaturas médias e pluviosidade são elevadas (superior a 2.000 mm anuais) (FIGURA 9) (SIMEPAR, 2008)

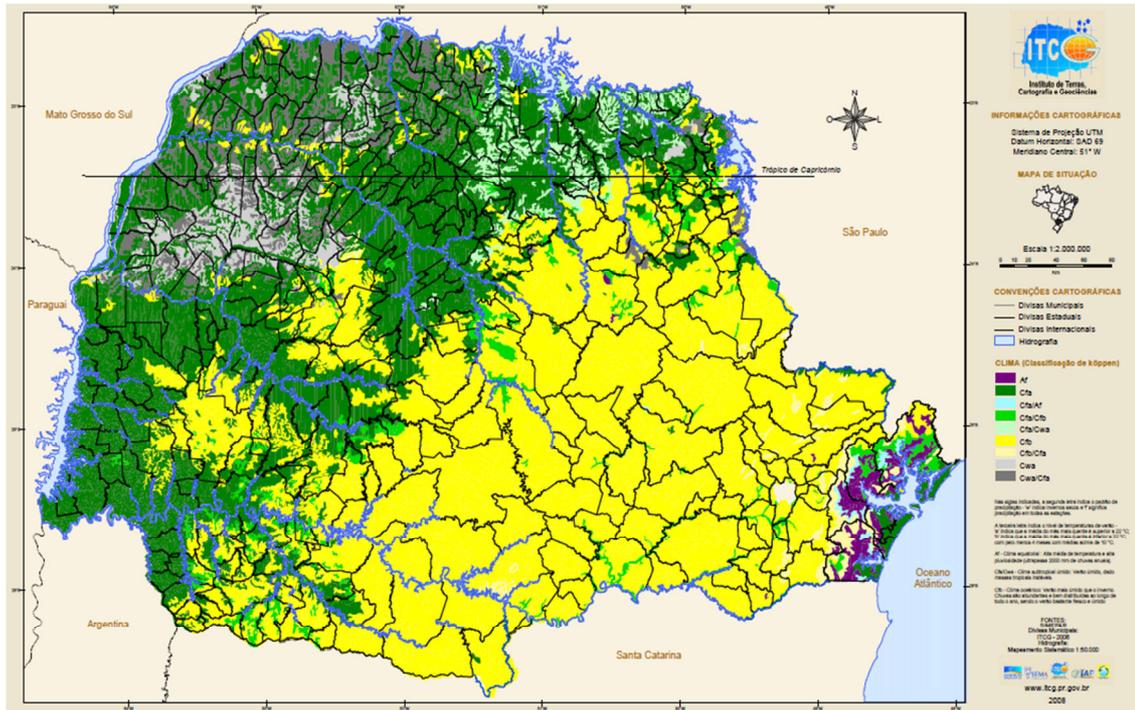


FIGURA 9 - Mapa climático do Paraná
Fonte: SIMEPAR (2008)

No Paraná, os valores médios de pluviosidade apresentam uma grande amplitude. No leste do estado, as médias ficam entre 2.000 e 3.500 mm/ano. Na região de Curitiba e em parte do planalto central, os valores estão entre 1.400 e 1.600 mm e, no noroeste, abaixo de 1.400 mm. As regiões oeste e sudoeste, por onde entra grande parte das frentes frias que trazem as chuvas para o estado, recebem de 1.600 a 2.500 mm (FIGURA 10) (IAPAR, 2012).

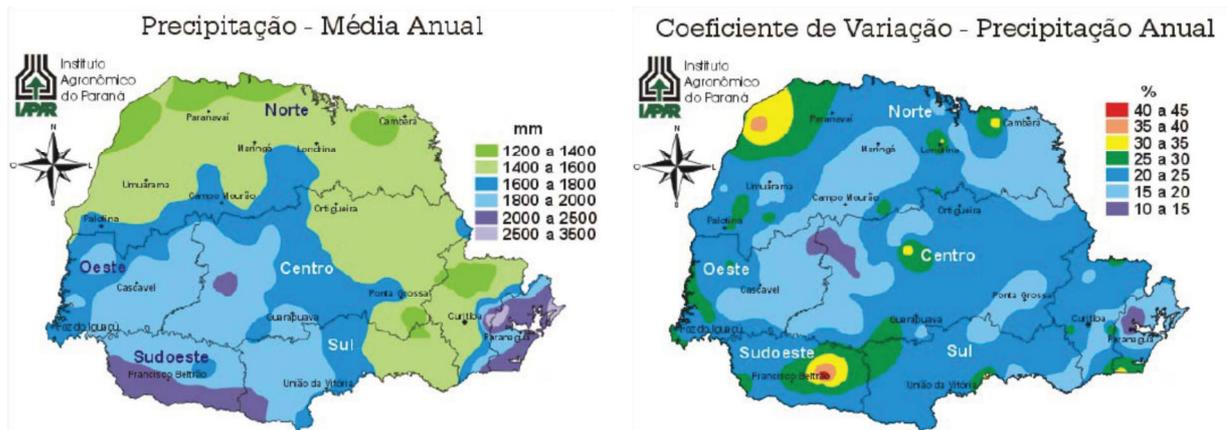


FIGURA 10 - Mapas de precipitação do Paraná: média anual e coeficiente de variação
Fonte: IAPAR (2012)

A paisagem que aí está, no entanto, é, em grande parte, resultado de climas pretéritos. Climas glaciais, áridos, semiáridos, quentes e úmidos sucederam-se ao longo das eras, definindo o relevo. Apenas do final do Pleistoceno para cá, do último Máximo Glacial aos dias de hoje, o clima passou do frio e seco que vigorava até 17.000 anos AP a sazonal, entre 17.000 e 10.000 anos AP; a mais quente que o atual, entre 10.000 e 4.000 anos AP; e, de 4.000 anos até hoje, com algumas flutuações, a frio e úmido. A vegetação respondeu às condicionantes do clima. De estépica em clima frio e seco, passou a savânica quando a umidade começou a aparecer e chegou a florestal com o aumento e a regularidade da precipitação (NIMER, 1990; BEHLING *et al.*, 2009).

Clima e geologia, controlando erosão e intemperismo, determinam, também, o relevo e os solos.

2.3. HIDROLOGIA

As estruturas geológicas antigas (passivas) sempre exercem influência, em grau maior ou menor, na morfologia da paisagem, por conta da ação diferencial da erosão. Desgastando as rochas mais vulneráveis e poupando as resistentes, aprofundando falhas ou as soterrando com sedimentos, a erosão cria vales e cristas, esculpindo a paisagem. Entre os agentes geológicos responsáveis por este trabalho, as correntes fluviais estão entre os mais efetivos (BIGARELLA *et al.*, 1994; CASSETI, 2005).

Um terço da chuva que cai sobre os continentes é drenado pelos rios para os oceanos. Por condicionamento geológico, marcadamente pela atuação do Arco de Ponta Grossa e pelo basculamento do 3º planalto, apenas uma das 16 bacias hidrográficas paranaenses – a Litorânea, com área de 16 mil km² – despeja diretamente suas águas no mar (FIGURA 11). As águas drenadas pelas outras 15, uma área de 184 mil km², se lançam para o interior do continente, se somam às águas do rio Paraná, o oitavo do mundo com 4.500 km de extensão, e chegam ao Atlântico através do Prata (HERRMAN, 1990; JUSTUS, 1990; BIGARELLA *et al.*, 1994; BRAGAGNOLO *et al.*, 1997). Percorrer este caminho deixa marcas no relevo.

Desde a instalação da drenagem no Terciário inferior, a erosão provocada pelos rios paranaenses é condicionada pelas estruturas geológicas pretéritas, por movimentos epirogenéticos e condicionantes climáticas. Linhas tectônicas controlam a drenagem por erosão diferencial. Rios são “capturados” por linhas de fraqueza estrutural, aprofundadas por erosão a cada soergimento da plataforma continental. Estes rios encaixados predominam nas regiões planálticas brasileiras. São rios com trechos retilíneos, curvas abruptas, de elevado gradiente, com muita energia, encachoeirados. A mais acentuada destas linhas de falha é seguida pelo rio Paraná. Foi esta característica do Paraná, com leito encaixado a partir de Guaíra (onde existiam as Sete Quedas), que permitiu a implantação ali da Usina de Itaipu, até agora a maior hidrelétrica do mundo (HERRMAN, 1990; JUSTUS, 1990; BIGARELLA *et al.*, 1994; CASSETI, 2005; RIBEIRO *et al.*, 2010).

Em topografias aplainadas, quando as falhas estão ausentes ou encobertas, como nas bacias sedimentares mesozoicas e cenozoicas, os rios percorrem a paisagem formando meandros em extensas planícies de inundação. Os rios encaixados dos planaltos dão lugar aos rios errantes das terras baixas que, erodindo seus próprios depósitos, mudam seus leitos de posição ao longo dos anos, modelando sua bacia de sedimentação (HERRMAN, 1990; JUSTUS, 1990; RIBEIRO *et al.*, 2010).

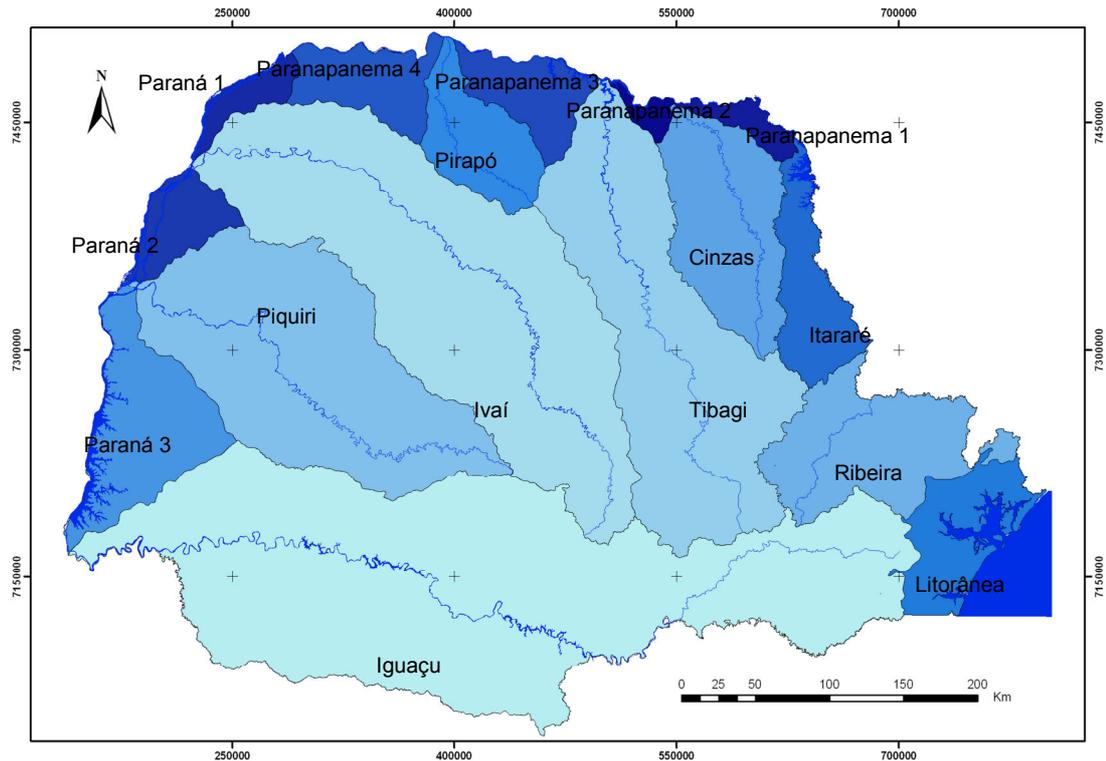


FIGURA 11 - Mapa das bacias hidrográficas do Paraná
 Fonte: SUDERHSA (2007), modificado.

A densidade da rede de drenagem depende, entre outros, da permeabilidade e da profundidade dos solos e é maior nos terrenos impermeáveis e rasos. A velocidade das águas, agente importante na capacidade de transporte de sedimentos, depende da declividade da região onde está inserido o leito do rio, a forma deste leito, o volume das águas que por ali passam e sua viscosidade (BIGARELLA *et al.*, 1994).

Águas lentas transportam apenas partículas muito finas. Fluxos turbulentos são capazes de transportar partículas maiores. Na maior parte dos rios, são transportados em suspensão os argilo-minerais e os siltes mais finos. A areia é transportada por arraste de fundo. Apesar de muitas vezes estarem presentes nos fundos dos leitos, seixos, blocos e matacões não constituem normalmente a carga dos rios, costumam ser transportados até eles por movimentos de massa que carregam o manto de intemperismo para as regiões mais baixas. Com o tempo, os materiais mais finos são transportados pela corrente, deixando os materiais mais grosseiros para trás (BIGARELLA *et al.*, 1994).

2.4. SOLO

O produto mais importante do intemperismo é o solo. As frações decompostas das rochas (regolito) passam a se chamar solo a partir da ação de animais, vegetais, micro-organismos e fungos. É a matéria orgânica agregada ao regolito que o transforma em solo (BIGARELLA *et al.*, 1994; THOMPSON & TURK, 1998).

Solos são dependentes do espaço. Entre os fatores que controlam suas características estão rocha matriz, clima, organismos e relevo. Mas também são dependentes do tempo. Solos podem evoluir, transformar-se de um tipo em outro e, por serem um fenômeno de superfície, podem, inclusive, perder-se. São altamente vulneráveis aos eventos geológicos, mudanças climáticas e à erosão. Assim, por conta da própria instabilidade climática e geológica da Terra, os solos não são tão antigos na paisagem – a maioria deles é do Pleistoceno (BIGARELLA *et al.*, 1994; THOMPSON & TURK, 1998; SCHAETZL & ANDERSON, 2005).

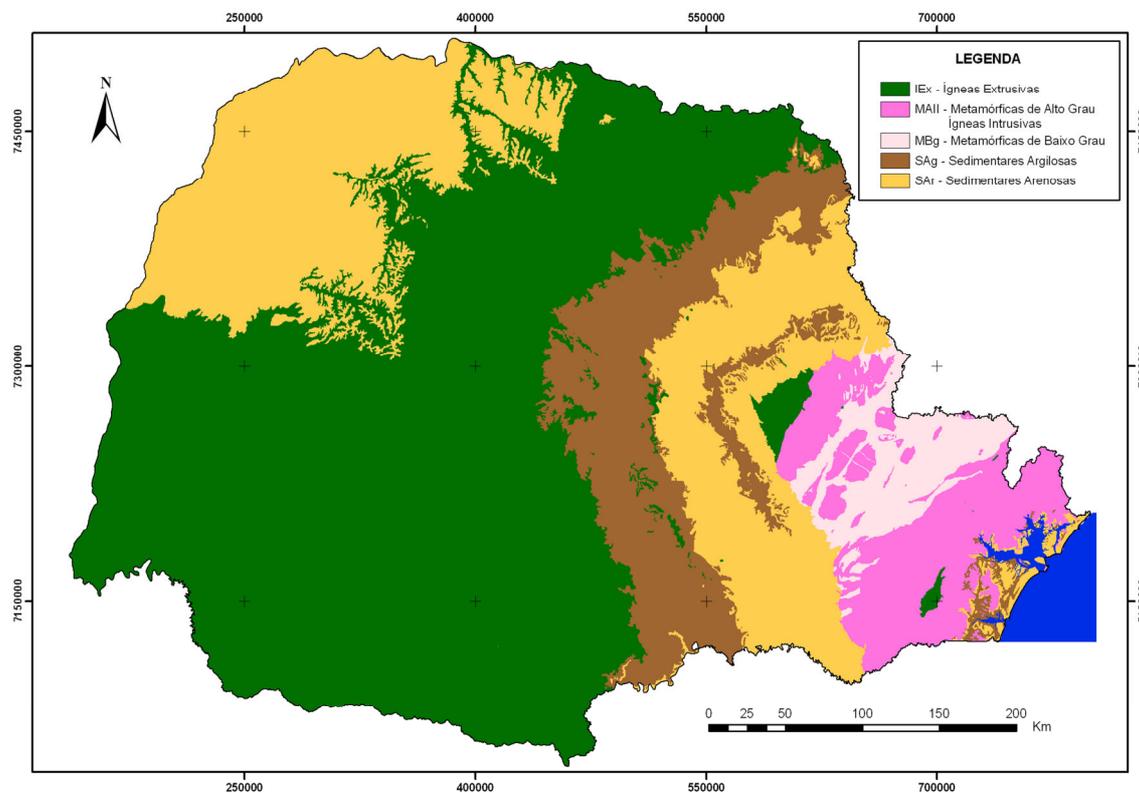


FIGURA 12 - Mapa geológico simplificado – tipos de rocha
Fonte: MINEROPAR (2001), modificado.

Dependendo do tipo de rocha matriz, o solo apresentará diferentes texturas

e composição. Na decomposição de um granito, por exemplo, o feldspato torna-se argila e o quartzo é liberado como grãos de areia. Na decomposição dos basaltos, como é o caso do 3º planalto paranaense, o percentual de sílica é menor. Aí, os solos formados são majoritariamente argilosos. A predominância de uma das frações minerais constituintes do solo: areia, silte ou argila, define a principal característica do solo: sua textura. E a textura influi diretamente na velocidade de infiltração e na capacidade de retenção de água, na aeração, na nutrição e na aderência ou força de coesão das partículas do solo (TABELA 3; FIGURA 12) (THOMPSON & TURK, 1998; EMBRAPA, 2008;).

Tipos de textura:

- Arenosa (solos leves) – Nestes solos, o teor de areia supera os 70% e o de argila é inferior a 15%. São solos permeáveis, com baixa capacidade de retenção de água e pouca matéria orgânica. Como são altamente suscetíveis à erosão, exigem cuidados especiais de preparo e conservação (EMBRAPA, 2008).
- Média (solos médios) – Estes são solos com teores equilibrados de areia, silte e argila. Comumente apresentam boa drenagem, boa capacidade de retenção de água e são medianamente resistentes à erosão (EMBRAPA, 2008).
- Argilosa (solos pesados) – Solos onde os teores de argila são superiores a 35%. Têm baixa permeabilidade e alta capacidade de retenção de água. São mais resistentes à erosão, mas altamente suscetíveis à compactação (EMBRAPA, 2008).

TABELA 3 - Correspondência entre o tipo de rocha e a textura predominante de solo

Tipo de rocha	Textura predominante de solo
Ígneas extrusivas	} → Argilosa
Ígneas intrusivas	
Metamórficas de alto grau	
Sedimentares argilosas	
Metamórficas de baixo grau	→ Média a argilosa
Sedimentares arenosas	→ Arenosa

2.5. RELEVO

Milhões de anos de erosão transformaram o Paraná num estado de elevações modestas. Seu relevo é marcado pela presença de planaltos. Menos de 3% do território estão abaixo de 200 m de altitude e quase 80% estão situados entre as cotas 300 e 900 m. Os planaltos têm suas maiores elevações nas bordas a leste e se inclinam, sem exceção, para o interior do continente (sentido noroeste, oeste e sudoeste). Geológica e fisiograficamente bastante diferenciados, foram divididos em três unidades: 1º planalto ou planalto cristalino; 2º planalto ou planalto paleozoico; e 3º planalto ou planalto basáltico. Compõem, ainda, o relevo paranaense a Serra do Mar, com as maiores altitudes do estado, e a Planície Litorânea (FIGURAS 13 e 14) (MAACK, 1950: MINEROPAR, 2007).

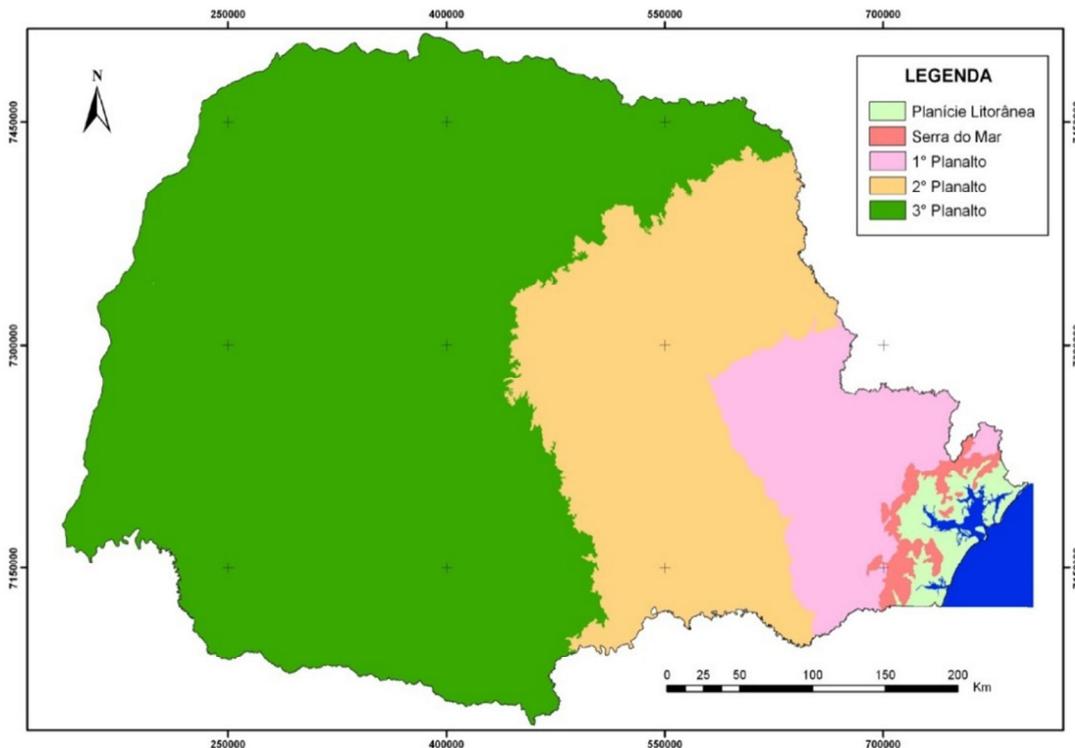


FIGURA 13 - Mapa da fisiografia do Paraná
Fonte: MAACK (1950), modificado.

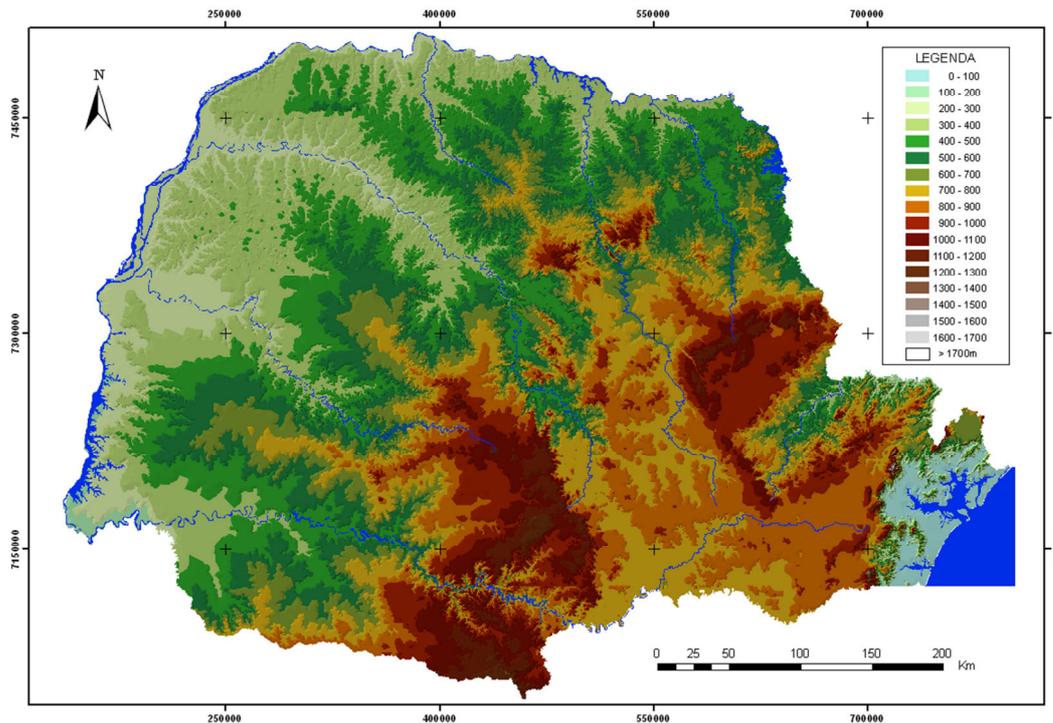


FIGURA 14 - Mapa de relevo do Paraná

Fonte: SEMA (s/d), modificado.

2.5.1. Litoral

A Planície Litorânea ou costeira estende-se do sopé da Serra do Mar ao oceano. É uma costa pequena, com cerca de 90 km de comprimento, com largura variando entre 10 e 20 km. Sua máxima extensão, 55 km, está na região de Paranaguá. A altitude média é de 20 m, mas alguns morros e colinas isolados, com alturas que superam os 200 m s.n.m., como os morros do Caudal (245 m) e Grande (47 m), se destacam (BIGARELLA *et al.*, 1994; ANGULO, 2004).

É uma planície profundamente recortada pelas baías de Paranaguá, Laranjeiras, Pinheiros e Guaratuba, com numerosas ilhas, algumas bastante extensas, como as de Superagüi, das Peças, do Mel, da Cotinga e Rasa da Cotinga. As formações de restinga apresentam o típico relevo em cordões litorâneos, fruto das oscilações do mar quaternário. É composta, ainda, por formações paludais, manguesais e aluvionares, estas últimas, próximas à serra (BIGARELLA *et al.*, 1994; ANGULO, 1992; 2004).

Na planície, predominam os Espodosolos (textura arenosa) e os Gleissolos (textura argilosa) associados a um relevo com baixa declividade e alta suscetibilidade à erosão marinha e fluvial e à poluição do lençol freático. Os rios, nesta paisagem, são tipicamente meandrantos (MINEROPAR, 2007).

2.5.2. Serra do Mar

A Serra do Mar é o maior conjunto de montanhas da costa leste sul-americana. São mais de 1.000 km de serras e escarpas que se estendem do Espírito Santo a Santa Catarina. No Paraná, a Serra do Mar, que marca o limite entre o 1º planalto e a Planície Litorânea, é particularmente recortada e nem todos seus componentes são, apesar do nome, serras verdadeiras. O são as serras do Marumbi, da Prata e dos Órgãos, por exemplo. As chamadas Serras do Leão, Farinha Seca e Graciosa são exemplos de escarpas (BIGARELLA *et al.*, 1994; MINEROPAR, 2006).

É um relevo bastante dissecado, de encostas abruptas. Aí está o pico mais alto da Região Sul brasileira, o pico Paraná, com 1.877,39 m, na Serra do Ibitiraquire. Estão, ainda nesta serra, os outros três picos mais altos do estado: Caratua (1.860 m), Itapiroca (1.805 m) e Tucum (1.733 m). A erosão diferencial é responsável pelos vales profundos e pelo arredondado de muitos dos morros da paisagem (BIGARELLA *et al.*, 1994).

A decomposição dos basaltos e nas zonas de falha é muito mais acelerada que a dos maciços graníticos e das rochas metamórficas. Assim, os vales apresentam a orientação SE-NW, quando resultam de intemperismo e erosão dos diques de diabásio, e são paralelos à costa quando aprofundam as falhas geradas ainda na ruptura de Gondwana, retrabalhadas por ajustamentos tectônicos ao longo do tempo (BIGARELLA *et al.*, 1994; CASSETI, 2005; MINEROPAR, 2006).

Na Serra do Mar, predominam os Cambissolos de textura argilosa e os afloramentos rochosos. Solo incipiente e alta declividade fazem deste um relevo altamente suscetível a movimentos de massa e a queda de blocos (MINEROPAR, 2007).

A drenagem, condicionada pelo direcionamento estrutural, apresenta padrão dendrítico (MINEROPAR, 2006). Os rios que nascem nas encostas da Serra do Mar seguem um padrão bastante regular. Surgem no alto das montanhas, em cabeceiras difusas formadas pela água que cai das chuvas e pela que se condensa diretamente sobre a vegetação dos campos hidromórficos ou da floresta Alto-Montana. Quando há água suficiente para vencer o emaranhado das plantas, os rios começam a correr. Fluem sobre a pedra bruta, encaixados nas fendas abertas nos morros. São razoavelmente retilíneos e influenciam minimamente a paisagem em torno. Não é possível, neste momento, falar em mata ciliar, vegetação ripária, mata de galeria. O rio está lá, mas sua ação mais efetiva é na modelagem paciente da rocha, no aprofundamento da fenda.

Na região de transição entre os picos mais altos e a planície, o rio começa a mudar de feição. Em seu leito, na porção proximal, ficam os grandes blocos de rocha; deixados ali por desmoronamentos ou corridas de lama. Na distal, estão os pedregulhos, os seixos menores. Nesta última, as cheias provocam a anastomose do leito, que busca alternativas para carrear a água em excesso. O rio constrói novos canais e passa a decantar lateralmente. Começam a surgir, então, as matas ciliares. De características particulares, às vezes muito distintas da vegetação ao redor, estas matas ripárias ou de galeria são compostas por espécies capazes de vegetar sobre Neossolos flúvicos e Gleissolos.

Conforme ganha a planície, o rio torna-se sinuoso, perde velocidade e passa a decantar lateralmente partículas menores, primeiro areia, depois silte, e então argila. O rio típico da planície é meandrante, de águas lisas e curvas profundas. A velocidade das águas não é uniforme e as consequências de sua passagem também não. A parte convexa do meandro é mais agressiva, desfaz o solo da margem, é responsável pela degradação. A porção côncava tem águas mais calmas, que depositam ao invés de retirar. Fazem a agradação. Ao longo dos anos, as curvas ficam tão acentuadas que o rio, procurando caminhos mais curtos, abandona o meandro. Quanto maior o leito do rio nas cheias, maior sua área de influência sobre a vegetação.

2.5.3. 1º planalto

O 1º planalto, planalto cristalino ou planalto de Curitiba, estende-se entre as Serras do Mar e de São Luís do Purunã (escarpa “devoniana” – 2º planalto). Seu relevo é acidentado na porção norte, onde as altitudes variam de 400 m a 1.200 m, e suavemente ondulado ao sul. As altitudes médias estão entre 850 e 950 m (BIGARELLA *et al.*, 1994; MINEROPAR, 2006).

O relevo montanhoso da porção norte é resultado principalmente da ação do rio Ribeira e de seus afluentes sobre a litologia da região. A erosão em rochas tão diferentes quanto calcários, filitos, diabásio e quartzitos, alterna porções rebaixadas e linhas de crista conforme a resistência de umas em relação às outras. As camadas de calcário, por exemplo, que se solubilizam facilmente e costumam formar as porções mais baixas da paisagem, quando próximas a filitos, por estes terem resistência ainda menor à erosão, compõem as porções mais alçadas do terreno (BIGARELLA *et al.*, 1994).

Na região a nordeste (Adrianópolis e Tunas do Paraná), predominam os solos mais rasos (Cambissolos e Neossolos Litólicos), de textura argilosa que, associados à alta declividade, produzem um relevo altamente suscetível a movimentos de massa e queda de blocos. A presença de rochas carbonáticas torna a região altamente vulnerável à subsidência, colapsos do solo e contaminação dos lençóis freáticos e do aquífero Karst (MINEROPAR, 2007).

Na região do Alto Ribeira, prevalecem os Cambissolos de textura argilosa e os relevos com moderada a alta declividade, com moderada suscetibilidade à erosão, movimentos de massa e queda de blocos. Também aqui as rochas carbonáticas ameaçam o solo de colapso e o aquífero de contaminação (MINEROPAR, 2007).

Na porção noroeste do 1º planalto (Jaguariaíva e Castro), solos de textura argilosa como Argissolos e Latossolos, associados a um relevo menos dissecado, diminuem a vulnerabilidade à erosão. Na região de Castro, há, ainda, Gleissolos e Organossolos nas áreas sujeitas à inundação frequente (MINEROPAR, 2007).

O relevo abaciado da porção sul do 1º planalto, onde está Curitiba, é marcado por pequenas ondulações. As colinas se ligam gradativamente às formações aluviais (HERRMAN, 1990; BIGARELLA *et al.*, 1994; MINEROPAR,

2006). As extensas várzeas do alto curso do rio Iguaçu – um rio meandrante de águas lentas nesta região do estado – estão na origem dos chamados “campos de Curitiba”, que não são campos no sentido de estepes, mas formações pioneiras com influência flúvio-lacustre, as várzeas (GALVÃO & AUGUSTIN, 2011b). Segundo MINEROPAR (2009), nos terrenos ocupados pela capital do estado no século XIX, havia poucos locais elevados o suficiente para fugir dos alagamentos, foram necessários muitos projetos de drenagem e canalização para tornar a cidade habitável.

A região do Alto-Iguaçu apresenta predomínio de Latossolos, com textura argilosa, e Gleissolos nas áreas sujeitas a inundações periódicas. A baixa declividade associada aos tipos de solos presentes torna esta uma região pouco suscetível à erosão. Em boa parte da região de Curitiba até o limite com Santa Catarina, aparecem solos de textura siltosa (Argissolos e Cambissolos) que, somados à declividade baixa a moderada, apresentam moderado risco de erosão laminar e linear. Nas áreas sobre a Formação Guabirotuba, os solos são expansíveis, suscetíveis à erosão, a colapso por compactação e instabilização em taludes (MINEROPAR, 2007).

2.5.4. 2º planalto

O 2º planalto paranaense, planalto paleozoico ou dos Campos Gerais, tem seus limites a leste e a oeste marcados por linhas de escarpa ou “*cuestas*”: a Serra de São Luís do Purunã (escarpa “devoniana”), na divisa com o 1º planalto, e a Serra Geral ou da Esperança, na fronteira com o 3º planalto. As escarpas, com frentes voltadas para leste, são resultado da atuação da erosão sobre litologias de diferentes resistências; a forte concavidade que as caracteriza se deve ao alçamento do Arco de Ponta Grossa. Com largura média de 100 km e superfície inclinada para oeste, o 2º planalto tem suas maiores altitudes no topo da Serra do Purunã (1.100 a 1.200 m) e as menores, no sopé da Serra da Esperança (350 a 560 m) (HERRMAN, 1990; BIGARELLA *et al.*, 1994; MINEROPAR, 2006).

A heterogeneidade na constituição das rochas sedimentares e a facilidade com que estas se decompõem destacam, na paisagem, a presença dos enxames de

diques de diabásio, em especial na porção norte da unidade (HERRMAN, 1990; BIGARELLA *et al.*, 1994).

Os rios, seguindo o alinhamento estrutural dos arenitos ou a direção dos diques, abrem profundos *canyons* no reverso das escarpas. O rio Iapó, em seu trabalho de escavação, penetrou por erosão regressiva no 1º planalto. Na região de Castro, forma várzeas extensas e entra no 2º planalto vencendo a escarpa “devoniana” por uma garganta estreita e retilínea com 32 km de extensão e desnível máximo de 450 m, o “*Canyon* do Quartelá”. O Iapó percorre o *canyon* em pequenas cachoeiras e corredeiras, num desnível de 220 m. Dos 980 m s.n.m. em Castro, chega a 760 m s.n.m. a jusante do *canyon*, quando deságua no rio Tibagi. Dos principais rios que drenam a região – Iguaçu, Ivaí, Tibagi e Cinzas –, o Iguaçu é o único a cortar as duas linhas de escarpa (HERRMAN, 1990; JUSTUS, 1990; BIGARELLA *et al.*, 1994; MELO, 2000).

Na região de Ponta Grossa, predominam os Cambissolos e Argissolos com textura argilosa, seguidos de Neossolos e Argissolos de textura média. A associação dos solos de textura argilosa com um relevo de moderada declividade os torna moderadamente suscetíveis à erosão. Quando essa declividade é associada aos solos de textura média, a suscetibilidade à erosão torna-se elevada (MINEROPAR, 2007).

Na região de Prudentópolis, na porção oeste do 2º planalto, são dominantes os solos de textura argilosa (Cambissolos e Argissolos) que, devido à moderada declividade do relevo, apresentam tendência mediana à erosão (MINEROPAR, 2007).

Mais ao norte, na região de Ortigueira, predominam os Neossolos litólicos de textura argilosa. Apesar de a declividade não ser muito acentuada, estes solos apresentam alta suscetibilidade à erosão, movimentos de massa e queda de blocos em algumas porções mais elevadas. Há, ainda, nas porções com baixa declividade, Argissolos de textura média a argilosa, com baixa a moderada tendência à erosão (MINEROPAR, 2007).

No nordeste do 2º planalto, na bacia do Cinzas, predominam os Argissolos de textura média/argilosa seguidos dos Neossolos litólicos de textura média. Os primeiros estão associados a um relevo com baixa declividade e apresentam moderada suscetibilidade à erosão; os segundos, associados a terrenos com

declividade moderada, apresentam tendência elevada à erosão (MINEROPAR, 2007).

2.5.5. 3º planalto

O 3º planalto, planalto basáltico ou planalto de Guarapuava, ocupa praticamente 2/3 da superfície do estado: boa parte das regiões central e norte, e todo o sudoeste, oeste e noroeste. Seu limite a leste é a escarpa da Serra da Esperança ou Serra Geral e a oeste, o rio Paraná. Sua litologia é principalmente fruto dos derrames basálticos do Mesozoico e o solo originado pelo seu intemperismo são as famosas “terras roxas” – que não são roxas (corruptela regional do italiano *rossa*), mas de um vermelho intenso, cor esta responsável pelo apelido mais popular dos nativos do norte do estado: “pés-vermelhos”. Os solos frágeis e arenosos do arenito Caiuá, na porção noroeste do 3º planalto, e os solos mais rasos, decorrentes das rochas efusivas ácidas, na porção leste da unidade, também compõem este conjunto (HERRMAN, 1990; BIGARELLA *et al.*, 1994).

Com relevo suavemente ondulado e mergulho para oeste e noroeste, esta é a região fisiográfica mais homogênea do estado. As maiores altitudes estão na Serra da Esperança (1.000 a 1.250 m) e as menores, nas calhas do rio Paraná (220 a 300 m) (BIGARELLA *et al.*, 1994; MINEROPAR, 2006).

A drenagem, composta pelos grandes afluentes da margem esquerda do rio Paraná (rios Paranapanema, Tibagi, Pirapó, Ivaí, Piquiri e Iguaçu), está submetida a forte controle estrutural. São rios de leitos encaixados em áreas de fraqueza das rochas efusivas, com trechos retilíneos ou com inflexões bruscas, corredeiras, saltos, cachoeiras e, por isso mesmo, com alto potencial hidrelétrico. Rios meandantes e lentos são considerados senis, rios encaixados e rápidos, jovens. Assim, o rio Iguaçu é senil antes de se tornar jovem. Cruza os primeiros planaltos em meandros e o 3º com arrojo. A força com que o Iguaçu se lança território adentro está sendo transformada em energia. São 5 usinas de grande porte no trecho em que corta o 3º planalto (HERRMAN, 1990; BIGARELLA *et al.*, 1994; BARTORELLI, 2004,).

Como resultado da geomorfologia do estado, de suas 16 bacias hidrográficas, 15 são sub-bacias do rio Paraná. Mais do que quase toda água do estado, este rio pleistocênico drena 10% do território brasileiro e abastece com suas águas os reservatórios de 4 usinas hidrelétricas, inclusive a maior do mundo, Itaipu. Na fronteira noroeste do território, seus canais são entrelaçados e anastomosados, com grande número de ilhas e barras arenosas. A partir de Guaíra, onde existiam os saltos de Sete Quedas, o rio corria encaixado – o que permitiu a construção do lago da usina de Itaipu, mas afogou as quedas (HERRMAN, 1990; BIGARELLA *et al.*, 1994 e outros).

Na porção norte, região de Londrina, em relevo com baixa declividade, predominam os Nitossolos de textura argilosa, combinação que resulta em terrenos com baixa suscetibilidade à erosão. Nas porções onde a declividade é mais acentuada (moderada/alta) surgem os Neossolos litólicos de textura argilosa, altamente vulneráveis à erosão (MINEROPAR, 2007).

Na região de Maringá e Campo Mourão, associados à Formação Serra Geral, estão presentes Nitossolos no terço médio/inferior das vertentes e Latossolos no terço superior. De textura argilosa, com relevo de baixa declividade, esses são solos pouco propensos à erosão. Nas rochas do grupo Bauru, situação de toda a região noroeste do estado, as porções mais baixas das vertentes são formadas por Argissolos de textura arenosa a média. Nas porções mais elevadas, surgem os Latossolos de textura média. Os primeiros são altamente suscetíveis à erosão linear (ravinas e voçorocas) enquanto os últimos apresentam tendência apenas moderada à erosão (MINEROPAR, 2007).

Nas regiões sudoeste e centro está o relevo mais movimentado do 3º planalto. Nas regiões de Cruz Machado, Inácio Martins, Clevelândia, entre outras, predominam os Neossolos litólicos de textura argilosa nas áreas com moderada a alta declividade, muito suscetíveis à erosão, movimentos de massa e queda de blocos. Nos relevos menos íngremes, aparecem os Nitossolos de textura argilosa, com menor tendência à erosão. Nas regiões de Palmas e Guarapuava, no relevo com menor declividade, aparecem os Latossolos de textura argilosa com baixa tendência à erosão. Nas porções com moderada/alta declividade, os solos presentes são Cambissolos e Neossolos litólicos de textura argilosa, com moderada/alta suscetibilidade à erosão (MINEROPAR, 2007).

Nas regiões do alto e médio-Piquiri, associados a relevo com moderada a alta declividade, preponderam os Neossolos litólicos de textura argilosa. Estas são grandes áreas muito propensas à erosão. Os Latossolos e Nitossolos, também de textura argilosa, aparecem nas porções de menor declividade e são menos suscetíveis à erosão (MINEROPAR, 2007).

Na região oeste, o relevo é muito pouco dissecado e o predomínio de Latossolos e Nitossolos de textura argilosa (Cascavel, Toledo, Assis Chateaubriand) garante boa resistência à erosão. Em Foz do Iguaçu e áreas em torno, predominam os Neossolos litólicos de textura argilosa em relevo com moderada a alta declividade, elevando o risco de erosão. Aparecem com menor expressão os Nitossolos e Latossolos, também com textura argilosa, que, associados a um relevo menos movimentado garantem menor susceptibilidade à erosão (MINEROPAR, 2007).

2.6. VEGETAÇÃO

A vegetação é condicionada de forma geral por clima, solo, relevo e litologia. Mas não são as condições medianas do ambiente que a determinam. Médias são invenções humanas. A vegetação responde principalmente à exceção. Instalar-se em determinado local exige capacidade de sobreviver aos extremos das variáveis que atuam ali. Os arranjos em comunidades se fazem por esta capacidade e por uma expressiva dose de aleatoriedade. Uma formação vegetal é um fenômeno temporal. Uma comunidade formada em uma determinada época, quando submetida a um distúrbio significativo, irá se desarticular de tal maneira que, mesmo que as espécies sejam as mesmas, a comunidade anterior nunca mais se repetirá (LEITE & KLEIN, 1990; LAVINA & FAUTH, 2010).

Assim, a vegetação existente em determinada área é o conjunto construído como resposta à última grande perturbação. Deixando momentaneamente de lado a enorme desarticulação das comunidades vegetais causada pelo ser humano, inclusive o pré-histórico, a prova mais recente pela qual passaram as espécies vegetais do Paraná foi a última glaciação cenozoica. Das espécies presentes aqui há milhões de anos, só permaneceram as que encontraram espaço e condições ambientais mínimas para sua sobrevivência.

Tem sido bastante aceita a teoria de Damuth e Fairbrige (AB'SÁBER, 1977), que estabeleceu para o Pleistoceno no Sul do país uma predominância de clima árido (frio e seco) devido à atuação da corrente fria *Falkland (Malvinas)*. Esta aridez rompeu o equilíbrio das comunidades vegetais existentes e cada uma das espécies respondeu às alterações, por sua tolerância fisiológica e capacidade de dispersão, de forma independente. O deslocamento das espécies deu-se rumo norte (latitudes mais baixas e maiores altitudes) quando as temperaturas caíram e rumo ao sul (latitudes mais altas e altitudes mais baixas) quando calor e umidade retornaram. A araucária, por exemplo, deixou o planalto meridional e ganhou os cumes das serras do Mar e da Mantiqueira, no Sudeste do Brasil (CASSETI, 2005). Este deslocamento agiu como um filtro rigoroso. Muitas barreiras geográficas precisaram ser vencidas e nem todas as espécies foram bem sucedidas (BROWN & LOMOLINO, 2006; LAVINA & FAUTH, 2010).

Durante o Máximo Glacial, houve expansão das formações abertas (campos e cerrado). Com o reaquecimento geral do planeta, as formações florestais voltaram a se formar sem, no entanto, recompor exatamente o que existia anteriormente. As mudanças climáticas que desassociaram os grupos criaram novas possibilidades de combinação das espécies (BROWN & LOMOLINO, 2006).

Assim, a biodiversidade existente no Paraná é fruto de milhões de anos de evolução – das espécies e dos continentes – mas também o é de um arranjo recente, onde florestas impenetráveis foram erguidas em poucos séculos. Apesar de serem integrantes dos biomas Mata Atlântica e Cerrado e de apresentarem um expressivo número de espécies em comum, de ampla distribuição (GALVÃO *et al.*, s/d; JARENKOW & WAECHTER, 2001), são consideradas formações vegetais originais do estado, particularizadas o suficiente para constituírem classes independentes, as Florestas Ombrófila Densa, Ombrófila Mista e Estacional Semidecidual, a Estepe e a Savana.

A Floresta Ombrófila Densa, acredita-se, por sua posição geográfica, existe como floresta há mais tempo que as demais unidades fitogeográficas. Quando as temperaturas e umidade baixaram, suas espécies foram preservadas nas latitudes menores e a floresta se desarticulou menos como conjunto.

A vegetação aberta, principalmente as estepes, respondendo ao clima frio e seco de então, deve ter prevalecido durante o último Máximo Glacial (até 17 mil

anos AP). Desse período até cerca de 10 mil anos atrás, o clima perdeu o rigor extremo e tornou-se sazonal, mas ainda com a estação seca bem marcada e longa, o que favoreceu a vegetação de maior porte dos cerrados. Até 4 mil anos atrás, o clima permaneceu sazonal, mas as temperaturas se elevaram acima das de hoje, favorecendo o desenvolvimento das florestas estacionais. Os cerrados mantiveram-se competitivos nas áreas de solos com restrições. De 4 mil anos para cá, mesmo com muitas flutuações, o clima assumiu a feição atual: úmido e moderadamente frio, permitindo o avanço da Floresta Ombrófila Mista e o aparecimento dos campos úmidos (LEITE & KLEIN, 1990; GALVÃO & AUGUSTIN, 2011b).

As pesquisas palinológicas têm demonstrado que a retomada da Região Sul pela araucária foi muito veloz. De acordo com Behling *et al.* (2009), no Paraná, a expansão da Floresta Ombrófila Mista – Floresta com Araucária – teve uma aceleração por volta de 1.400 anos AP. Em Santa Catarina, a expansão se deu de 930 anos para cá. No Rio Grande do Sul, os dados apontam maior desenvolvimento a partir de 1.100 AP.

O atual regime úmido favorece as formações ombrófilas, mas não tem rigor suficiente para excluir as formações adaptadas às condições mais secas. A temperatura tem sido mais efetiva na distribuição da vegetação. A Floresta Ombrófila Mista tem maior número de espécies resistentes à geada e se mantém nas áreas mais elevadas. A Estacional Semidecidual ocupou as menores altitudes. A Densa não avançou para o reverso da Serra do Mar e o Cerrado se manteve associado às falhas geológicas. Os Campos, ao relevo e ao solo.

Mas, sem dúvida, o maior desafio que a vegetação do estado enfrentou não foi climático.

Apesar de os registros de população humana no Paraná terem cerca de 10 mil anos (CARDOSO, 1986) e o impacto destes habitantes na distribuição e avanço das formações vegetais não poder ser desprezado, particularmente no que diz respeito às áreas abertas (GALVÃO & AUGUSTIN, 2011b), foi principalmente durante o século XX que, partindo-se do mapa à esquerda chegou-se ao mapa da direita (FIGURA 15).

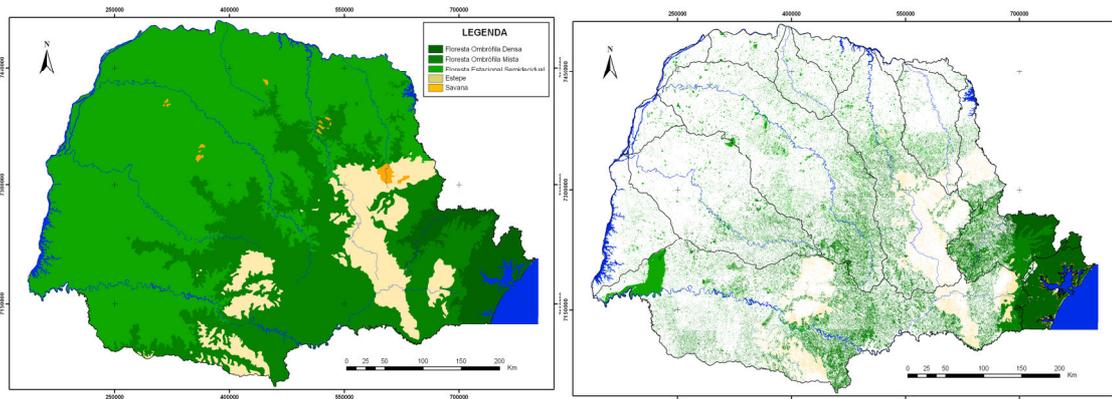


FIGURA 15 - Mapas de vegetação original e remanescente do Paraná
 Fonte: MAACK 1950 (esquerda); SEMA 2002 e IPARDES 2006 (direita), modificados.

São inúmeros os relatos dos que testemunharam a devastação. O método usado foi quase sempre o mesmo: “a machado e a fogo” – prática transformada em título no depoimento de Ernesto Luiz de Oliveira, no livro “Estado do Paraná”, de 1923 (CAPRI, 1923). O autor conta o que viu ao “*atravessar as extensas florestas que bordam o Tibagy, o Paranapanema, o Paraná*”. Alguns trechos seguem abaixo:

(...) daquela floresta multi-milenaria, onde cada árvore nasce e cresce em continuo pugilato, disputando umas as outras um pouco de ar, uma restea de luz. (...). É a terra das imbuíais de fibras revessas, das formosas canjaranas, do carvalho, do pau d’alho, do cipó-florão. (...) Da caça e do peixe que ali existem alimentaram-se milhões de almas por largos séculos.

Mas chegou o dia de ouvir-se naquellas quebradas um écho compassado, perseverante, tenaz: é o machado que fende as árvores. (...) E deante desses homens retesados e enrigecidos, nas continuas luctas com as agruras da terra abalam-se os troncos gigantes, trabalho secular dum raio de sol, energia chimica acumulada anno após anno, minuto após minuto, naque’las fibras, e rangem sobre os seus fundamentos e esmagam a copada fronde no solo com o estrondo de uma deflagração. Os valles e as quebradas repetem esses últimos lamentos das árvores e a elles segue-se o silêncio, a morte da floresta virgem.

Mêses depois ergue-se no céu um clarão rubro, cor de sangue: é a queimada. Num turbilhão de fogo e fumo, os enormes troncos, os cadáveres da floresta se estorcem estrepitosamente até se reduzirem a cinzas. E na fralda verde-escura da montanha fica aberta a clareira como uma echimose núa. Um cabedal imenso, armazenado nas fibras daquelas arvores e nos principios azotados daque’las terras se consumiu em chamas e se evaporou nos ares. Passam-se os anos e converteram-se aquelles encantos da natureza em cerrados estéreis e samanbaiaes improductivos. (...)

2.6.1. FORMAÇÕES PIONEIRAS

Como a formação vegetal é fruto, principalmente, da interação clima-solo, o que está acima da superfície é reflexo direto do que está abaixo dela. A floresta mais pujante não resistiria à inconstância das dunas, ao sal, à instabilidade do solo, à saturação hídrica constante. A tarefa de iniciar uma história, germinar e se estabelecer em um substrato pobre, cabe a poucas espécies que, extremamente adaptadas, sacrificam o porte para iniciar uma sucessão. Ocupar uma área pela primeira vez é tarefa para as formações pioneiras: restingas, mangues e várzeas (LEITE & KLEIN, 1990; RODERJAN *et al.*, 2002).

2.6.1.1. Formações Pioneiras com Influência Marinha (Restingas)

No extremo leste do Paraná, na planície costeira que vai do Canal do Varadouro, ao norte, no limite com São Paulo, até o Rio Saí-Guaçu, ao sul, no limite com Santa Catarina, a vegetação tem papel ativo na fixação dos cordões dunares, mas esta é uma via de mão dupla. À medida que ajudam a manter o relevo, as plantas também são influenciadas por ele. Os altos e baixos dos cordões, determinam a distribuição da vegetação.

A restinga começa já na areia inconsolidada, mas não estéril, da praia. Nas porções livres da maré, crescem espécies psamófitas e halófitas como *Ipomoea pes-caprae* (Convolvulaceae), *Hydrocotyle bonariensis* (Apiaceae), *Blutaparon portulacoides* (Amaranthaceae), *Polygala cyparissias* (Polygalaceae), *Cordia verbenacea* (Boraginaceae), *Scaevola plumieri* (Goodeniaceae), *Smilax campestris* (Smilacaceae), *Canavalia rosea* (Fabaceae), Poaceae (*Paspalum*, *Spartina*, *Eragrostis*, *Panicum*), Calyceraceae (*Acicarpa*), Cyperaceae (*Androtrichum*, *Cyperus*, *Remirea* e *Rynchospora*) e Juncaceae (*Juncus*) (LEITE & KLEIN, 1990; RODERJAN *et al.*, 1996; MENEZES-SILVA, 1998, RODERJAN *et al.*, 2002, IBGE, 1992; 2012)

À medida que se forma um incipientíssimo substrato, surgem agrupamentos de espécies adaptadas aos ambientes com pouca disponibilidade de água, como Orchidaceae, Bromeliaceae, líquens, briófitas e pteridófitas. Entre as espécies

arbustivas/arbóreas que começam a ocupar este espaço estão *Simphyopappus casarettoi* (Asteraceae), *Cordia verbenacea* (Boraginaceae), *Gaylussacia brasiliensis* (Ericaceae), *Dalbergia ecastophylla* (Fabaceae), *Clusia criuva* (Clusiaceae), *Ilex theezans* (Aquifoliaceae), *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae), *Hibiscus pernambucensis* (Malvaceae) e *Gomidesia schaueriana* (Myrtaceae) (LEITE & KLEIN, 1990; RODERJAN *et al.*, 2002).

Nos cordões, a vegetação começa sua saga pela crista da duna, mas, com o passar do tempo, a maior umidade e a presença de íons carregados pela drenagem tornam o intercordão um ambiente mais favorável ao desenvolvimento das plantas. Ao longo dos anos, a vegetação do intercordão supera em altura a vegetação do cordão e a paisagem ganha uma feição "negativa", com árvores e arbustos apresentando maior porte onde os sulcos do relevo são mais profundos. Quanto mais afastado da costa, mais densa é a vegetação que recobre o cordão, originando uma camada pedogenizada (ANGULO, 1993).

Avançando planície adentro, sobre Neossolos quartzarênicos ou Espodosolos não hidromórficos, algumas poucas espécies formam um estrato único, cerrado e de altura bastante modesta (2 a 5 m). Entre elas estão *Ilex theezans* (Aquifoliaceae), *Clusia criuva* (Clusiaceae), *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae), *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae), *Ternstroemia brasiliensis* (Theaceae), *Gomidesia schaueriana*, *Psidium cattleianum* (Myrtaceae), *Andira anthelminthica*, *Abarema langsdorffii* (Mimosaceae) e *Ocotea pulchella*, *O. aciphylla* (Lauraceae), entre outras (RODERJAN *et al.*, 2002).

2.6.1.2. Formações Pioneiras com Influência Flúvio-marinha (Mangues)

Os manguezais são formações associadas às correntes marinhas quentes, formam-se na desembocadura dos rios, em ambientes de solos alagados, muito sal, pouco oxigênio, instáveis, de consistência semifluídica, sujeitos à flutuação das marés. Condições que, somadas, impõem sérias restrições ao estabelecimento de vegetação. As espécies que aí se instalam apresentam adaptações muito características: *Rhizophora mangle* (mangue vermelho) (Rhizophoraceae), com suas raízes adventícias irradiantes do centro do tronco, *Avicennia schaueriana* (siriúba)

(Verbenaceae), com seus pneumatóforos (raízes respiratórias) e, nos locais mais protegidos da ação da maré, também dotada de pneumatóforos, *Laguncularia racemosa* (mangue branco) (Combretaceae) (RODERJAN & KUNIYOSHI, 1987; LEITE & KLEIN, 1990, IBGE, 1992; 2012)

Nas planícies salobras, é comum a presença de *Spartina alterniflora* (capim-praturá) (Poaceae). Na foz dos rios, são característicos *Crinum salsum* (Amaryllidaceae), *Acrostichum aureum* (Pteridaceae), *Salicornia virginica* (Chenopodiaceae), *Scirpus maritimus*, *Androtrichum trigynum*, *Fimbristylis diphylla* (Cyperaceae), *Limonium brasiliense* (Plumbaginaceae), *Sporobolus virginicus*, *S. poiretii*, *Paspalum vaginatum* (Poaceae) e *Juncus maritimus* (Juncaceae) (LEITE & KLEIN, 1990; RODERJAN *et al.*, 2002; IBGE, 1992; 2012).

Os mangues são constituídos por solos de características hidromórficas, halomórficas e tiomórficas, onde a porção de materiais minerais (areia, silte, argila) prevalece sobre os materiais orgânicos. São espaços deposicionais de baixa energia, presentes na foz de rios sob influência de marés e na borda de estuários marinhos (Baías de Paranaguá e Guaratuba) (CURCIO, 2002).

A região central do mangue pode atingir concentrações de sal expressivas, já que só é inundada durante a maré alta e a evaporação no restante do período concentra o sal. Nas porções onde o solo permanece molhado, o teor de sal é igual ao da água do mar (RODERJAN & KUNIYOSHI, 1987).

Com o tempo, a tendência natural é o aterramento gradual do mangue. A chuva "lava" o excesso de sal, a lama mole dá lugar à lama dura e, aos poucos, a floresta se instala (RODERJAN & KUNIYOSHI, 1987; LEITE & KLEIN, 1990).

2.6.1.3. Formações Pioneiras com Influência Flúvio-lacustre (Várzeas)

As várzeas são formações presentes no estado todo. São porções abaciadas dispostas ao longo de muitos rios, encharcadas pelas águas que percolam lentamente para o lençol freático e inundadas nos períodos de cheia e transbordamento do canal fluvial. Povoá-las exige das espécies não só adaptações que permitam seu desenvolvimento em solos hidromórficos, mas sua sobrevivência quando a água superabunda. Espécies herbáceas ocupam as áreas úmidas e, à

medida que a sedimentação avança, indivíduos arbóreos passam a compor a paisagem. Ocorrem sobre Organossolos e Gleissolos. A espécie mais frequente é a *Typha domingensis* (taboa) (Typhaceae). Também costumam estar presentes a espécie exótica invasora lírio-do-brejo, *Hedychium coronarium* (Zingiberaceae), Cyperaceae como *Scirpus californicus* (piri), Poaceae, entre outras (RODERJAN *et al.*, 2002).

As poucas espécies arbóreas presentes surgem formando maciços e com adaptações reprodutivas alternativas à dispersão de sementes. Uma das mais frequentes colonizadoras destes ambientes, quando litorâneos, é a *Tabebuia cassinoides*, a caxeta, uma Bignoniaceae de flor branca que forma os “caxetais”. Muito explorada antigamente, a espécie vegeta sobre Organossolo háplico. Os organossolos funcionam como reguladores da vazão de rios e são importantes também para a fauna.

Ainda na região litorânea, próximo aos caxetais, mas sobre Gleissolos, podem ser encontrados maciços de maricás, *Mimosa bimucronata* (Mimosaceae). Também aparecem na várzea litorânea a *Annona glabra* (Annonaceae) (ariticum), *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) (jerivá), entre outras (RODERJAN *et al.*, 2002).

No interior do estado, em Gleissolos ou Neossolos flúvicos, na zona de influência da Floresta Ombrófila Mista, podem estar presentes *Ilex brevicauspis* (orelha-de-mico) e *I. theezans* (caúna) (Aquifoliaceae); *Syagrus romanzoffiana* (jerivá) (Arecaceae); *Sebastiania commersoniana* (branquilho), *S. brasiliensis* (leiteiro) e *S. schottiana* (sarandi) (Euphorbiaceae); *Erythrina crista-galli* (corticeira-do-banhado) (Fabaceae); *Vitex megapotamica* (tarumã) (Lamiaceae); *Blepharocalix salicifolius* (guamirim), *Myrceugenia euosma* (cambuí), *M. regnelliana* (guamirim-da-várzea) e *Myrciaria tenella* (cambuí) (Myrtaceae); *Salix humboldtiana* (salseiro) (Salicaceae); *Allophylus edulis* (vacum) (Sapindaceae), *Drimys angustifolia* (cataia) (Winteraceae), entre outras (GALVÃO *et al.* s/d).

2.6.2. FLORESTA OMBRÓFILA DENSA – FOD

A Floresta Ombrófila Densa (FOD) ou Floresta Atlântica é o espaço por excelência da diversidade. Unidade com o maior número de espécies endêmicas do

país, estima-se que a flora arbórea da FOD supere 700 espécies. Semelhante à Floresta Amazônica, esta formação guarda características muito particulares. Sua longa distribuição territorial, acompanhando a linha da costa brasileira do Rio Grande do Sul ao Rio Grande do Norte, e sua altitude média, 900 m, a distinguem da Hiléia (LEITE & KLEIN, 1990).

O intenso regime de chuvas propiciado pelo relevo pode superar os 3.000 mm em alguns locais (IAPAR, 2012). Com tanta umidade e com a alta densidade de árvores, a FOD tem um sub-bosque mal ventilado e solo coberto de serapilheira, com intensa ciclagem de nutrientes. Toda esta atividade é capaz de garantir uma vegetação exuberante sobre solos nem sempre favoráveis (LEITE & KLEIN, 1990; RODERJAN *et al.*, 2002; IBGE, 1992; 2012).

As árvores são o elemento dominante, mas a presença de espécies menores torna este ambiente luxuriante. Cipós, lianas, epífitas, líquens, musgos, hepáticas, herbáceas e plantas arbustivas tornam a FOD quase impenetrável.

As adaptações à enorme quantidade de chuvas são muitas, desde as folhas cobertas de cera às de pontas afiladas que, como os lambrequins da arquitetura, servem para apressar o gotejamento, evitando a instalação de micro-organismos na zona úmida ou impedido que gotas funcionem como lentes de aumento para os indefectíveis raios de sol. Quando estas folhas se desprendem e caem, formando a serapilheira, raízes finas e emaranhadas recuperam os nutrientes nelas contidos, antes que sejam lixiviados pela chuva frequente (ODUM, 1988).

A litologia sob a FOD é quase tão plural quanto as espécies que a compõem, mas há um predomínio de granitos e gnaisses. Altitudes variadas e solos diversos livremente combinados resultam numa gama enorme de ambientes, causa e consequência da biodiversidade.

Cobrindo parte da Planície Litorânea, a encosta leste da Serra do Mar e o norte do 1° planalto, a Floresta Ombrófila Densa apresenta características diferentes de acordo com a altitude: formação das Terras Baixas, Submontana, Montana, Alto-Montana e Aluvial, que diferem em composição florística, fisionomia e estrutura; em aspectos climáticos, como luz, temperatura, vento e precipitação; em aspectos geológicos e pedológicos; e na ciclagem de nutrientes.

2.6.2.1. Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas

A FOD de Terras Baixas é a principal unidade tipológica da Planície Litorânea por sua expressão e diversidade florística. São formações florestais instaladas sobre sedimentos quaternários resultantes da regressão marinha, em cotas que raramente chegam a 20 metros (RODERJAN *et al.*, 2002).

Esta formação apresenta enorme variação segundo seu estágio de desenvolvimento e de acordo com o solo em que vegeta.

Em Organossolos, Espodossolos e Neossolos quartzarênicos com drenagem deficiente, há predomínio de *Calophyllum brasiliense* (guanandi) (Calophyllaceae), formando dossel entre 20 e 25 metros de altura. São também comuns *Tabebuia umbellata* (ipê-da-várzea) (Bignoniaceae), *Pseudobombax grandiflorum* (embiruçu) (Bombacaceae), *Ficus luschnatiana*, *F. adhatodifolia* (figueiras) (Moraceae) e *Tapirira guianensis* (cupiúva) (Anacardiaceae). No sub-bosque, são frequentes *Clusia criuva* (mangue-do-mato) (Clusiaceae), *Pera glabrata* (tabocuva) (Euphorbiaceae), *Tabebuia cassinoides* (caxeta) (Bignoniaceae), *Marlierea tomentosa* (guapurunga) (Myrtaceae), *Guarea macrophylla* (catiguá) (Meliaceae), *Syagrus romanzoffiana* (jerivá) e *Euterpe edulis* (palmito juçara) (Arecaceae). No ambiente mais úmido, são profusas as epífitas e lianas, com Bromeliaceae, Orchidaceae, Araceae, Polypodiaceae, Piperaceae, Cactaceae, Gesneriaceae, Bombacaceae, Bignoniaceae e Sapindaceae (RODERJAN *et al.*, 2002).

Sobre Neossolos quartzarênicos e Espodossolos não hidromórficos, podem ser observadas *Ocotea pulchella*, *O. aciphylla* (canelas) (Lauraceae), *Tapirira guianensis*, *Alchornea triplinervia* (tapiá) (Euphorbiaceae), *Ficus organensis* (figueira) (Moraceae), *Podocarpus sellowii* (pinheiro-bravo) (Podocarpaceae) e *Manilkara subsericea* (maçaranduba) (Sapotaceae). No sub-bosque são encontradas *Andira anthelminthica* (jacarandá-lombriga) (Fabaceae), *Clethra scabra* (carne de vaca) (Clethraceae), *Inga* spp. (ingá) (Mimosaceae), *Ilex* spp. (Aquifoliaceae), além das Arecaceae *Euterpe edulis*, *Syagrus romanzoffiana*, *Attalea dubia* (indaiá), *Bactris lindmaniana* (tucum) e Myrtaceae dos gêneros *Calypttranthes*, *Gomidesia*, *Myrcia*, *Psidium*, *Eugenia* e *Marlierea* (RODERJAN *et al.*, 2002).

2.6.2.2. Floresta Ombrófila Densa Submontana

Não há, no Paraná, unidade mais diversa que a Floresta Ombrófila Densa. E não há, dentro da Floresta Ombrófila Densa, formação mais diversificada que a Submontana. Esta formação é encontrada na Planície Litorânea sobre depósitos coluviais (sedimentos quaternários continentais) e essencialmente na encosta leste da Serra do Mar e no norte do 1º planalto, até 600 m s.n.m.

Na Submontana predominam os Argissolos, Cambissolos e até Latossolos. As chuvas são abundantes e não há ocorrência de geadas. A Submontana se beneficia de todo o carreamento de sedimentos e íons da Alto-Montana e da Montana. O reflexo deste solo mais rico está na cobertura vegetal: florestal, multiestratificada e com dossel atingindo entre 30 e 35 metros (LEITE & KLEIN, 1990).

No sub-bosque superabundam epífitas, como Bromeliaceae e Araceae, e as Rubiaceae *Psychotria nuda* e *Bathysa meridionalis* (RODERJAN et al., 2002).

Como espécies indicativas da formação estão *Schyzolobium parahyba* (guapuruvu) (Fabaceae), *Cecropia* spp. (embaúbas) (Urticaceae), *Euterpe edulis* (palmito-juçara) (Arecaceae), *Bathysa meridionalis* (queima-casa) (Rubiaceae), *Virola bicuhyba* (bocuva) (Myristicaceae) e *Pseudopiptadenia warmingii* (caovi) (Fabaceae) (RODERJAN et al., 2002).

São, ainda, típicos desta formação: *Ocotea catharinensis* (canela-preta) (Lauraceae), *Sloanea guianensis* (laranjeira-do-mato) (Elaeocarpaceae), *Alchornea triplinervia* (tapiá), *Hyeronima alchorneoides* (licurana) (Euphorbiaceae), *Cariniana estrellensis* (estopeira) (Lecythidaceae), *Cabralea canjerana* (canjerana), *Cedrela fissilis* (cedro) (Meliaceae), *Vochysia bifalcata* (guaricica) (Vochysiaceae) e *Machaerium hatschbachii* (angico-espinho) (Fabaceae) (LEITE & KLEIN, 1990; RODERJAN et al., 2002).

2.6.2.3. Floresta Ombrófila Densa Montana

A Floresta Ombrófila Densa Montana é encontrada na encosta da Serra do Mar, de 600 a 1200 m s.n.m. A maior altitude causa um rebaixamento da temperatura média entre 3°C e 6°C. Maior declividade do terreno, solos menos intemperizados, mais rasos, clima mais úmido e ocorrência de geadas: aqui, os exemplares arbóreos têm menor porte e, no sub-bosque, as epífitas avasculares (briófitas) se tornam muito comuns.

A ciclagem da matéria orgânica diminui à medida que se sobe a serra. O horizonte A que começa incipiente, se torna moderado, passa a húmico e a hístico nas maiores altitudes.

Predominam nesta formação *Ocotea catharinensis* (canela-preta), *O. odorifera* (canela-sassafrás) (Lauraceae), *Copaifera trapezifolia* (pau-óleo) (Caesalpiniaceae), *Aspidosperma olivaceum* (peroba-vermelha) (Apocynaceae), *Pouteria torta* (guapeva) (Sapotaceae), *Lamanonia speciosa* (guaraperê) (Cunoniaceae), *Cabralea canjerana* (canjerana) e *Cedrela fissilis* (cedro) (Meliaceae) (RODERJAN *et al.*, 2002).

No sub-bosque da Montana, há *Psychotria suterella* (Rubiaceae), *Drimys brasiliensis* (Winteraceae), *Weinmannia paullinifolia* (Cunoniaceae), *Inga sessilis* (Mimosaceae), *Ilex paraguariensis*, *I. taubertiana*, *I. microdonta* (Aquifoliaceae) e *Dicksonia sellowiana* (Dicksoniaceae), além de Myrtaceae e Rubiaceae, também encontradas nos outros pisos de altitude (RODERJAN *et al.*, 2002).

2.6.2.4 Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana

As formações florestais denominadas Alto-Montanas ocupam as regiões mais elevadas da Serra do Mar, em geral, acima de 1.200 m s.n.m. Sua feição, evidenciada por árvores de pequeno porte, é modelada pelos extremos: ventos fortes, neblina constante, solo raso e instável, ciclagem mínima com camada expressiva de serapilheira. São típicos os Neossolos litólicos e Organossolos não-saturados (LEITE & KLEIN, 1990; RODERJAN *et al.*, 2002).

A instabilidade do substrato desenha troncos tortuosos. Na busca da posição vertical, árvores redirecionam seu crescimento à medida que, centímetro a centímetro, o solo desliza encosta abaixo. De maneira apropriada, estas formações são chamadas "matinhas nebulares". A neblina diminui a transpiração e modifica a fisiologia das plantas. Sua constância faz às vezes de espécie pioneira. As espécies mais comuns na Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana são as típicas do sub-bosque. São características *Ilex theezans* (caúna) (Aquifoliaceae), *Siphoneugena reitzii* (camboim) (Myrtaceae), *Podocarpus sellowii* (pinheiro-bravo) (Podocarpaceae), *Drimys brasiliensis* (cataia) (Winteraceae), *Ocotea catharinensis* (canela-preta) (Lauraceae). São exclusivas desta formação *Tabebuia catarinensis* (ipê-da-serra) (Bignoniaceae), *Weinmannia humilis* (Cunoniaceae) e *Clethra uleana* (Clethraceae), entre outras. Aqui o epifitismo vascular é menos expressivo e há predominância do avascular (musgos e hepáticas) (LEITE & KLEIN, 1990; RODERJAN, 1994; PORTES, 2000; RODERJAN *et al.*, 2002).

Neste ambiente, a fixação de carbono no solo é muito maior do que numa floresta tropical, onde o carbono está principalmente na biomassa.

Aqui, como em outras formações extremas, as falhas nas rochas são uma espécie de oásis luxuriante. Terreno estável, maior aporte de nutrientes por lixiviação dos terrenos vizinhos e paredes protetoras garantem indivíduos de maior porte, tronco ereto e maior profusão de espécies.

Espécies em comum com as formações das terras baixas litorâneas são o testemunho das idas e vindas da vegetação nos períodos de glaciação e interglaciação. Acostumadas a exigir pouco do ambiente, seguem presentes tanto no alto das serras quanto na planície de solos ainda incipientes.

2.6.2.5. Floresta Ombrófila Densa Aluvial

As florestas aluviais estão presentes nos espaços desenhados pelo transbordamento dos rios nas cheias. Quanto maior a decantação lateral, maior sua influência sobre a vegetação em torno. Nesta formação, as espécies instaladas venceram as limitações do ambiente. São típicas: *Cytharexylum myrianthum* (jacataúva) (Verbenaceae), *Sapium glandulatum* (leiteiro), *Alchornea triplinervea*

(tapiá), *A. iricurana* (tapiá-guaçu) (Euphorbiaceae), *Pseudobombax grandiflorum* (embiruçu) (Malvaceae) e *Schizolobium parahyba* (guapuruvu) (Fabaceae). Também são frequentes *Syagrus romanzoffiana* (jerivá) (Arecaceae), *Cariniana estrellensis* (estopeira) (Lecythidaceae), *Coussapoa microcarpa* (figueira-mata-pau) (Urticaceae), *Ficus organensis* (figueira) (Moraceae), *Talauma ovata* (baguaçu) (Magnoliaceae). No sub-bosque estão *Inga sessilis* e *I. marginata* (ingás) (Fabaceae), *Geonoma elegans* (palheiro), *Euterpe edulis* (palmito-juçara) (Arecaceae), *Marlierea tomentosa* (guapurunga) (Myrtaceae), *Pera glabrata* (tabocuva) (Euphorbiaceae), *Clusia criuva* (mangue-do-mato) (Clusiaceae) (LEITE & KLEIN, 1990; RODERJAN *et al.*, 2002).

A planície, hoje tomada pela agricultura, tem sua formação diretamente relacionada aos processos de morfogênese e pedogênese que ocorrem na Serra do Mar. As partículas carregadas do alto da serra pelos rios são depositadas na planície durante as cheias, caracterizando uma origem preponderantemente aluvionar. Os solos que compõem esta região são essencialmente de textura média e argilosa.

2.6.3. FLORESTA OMBRÓFILA MISTA – FOM

A Mista é a floresta do Paraná. Não que sua distribuição se dê por todo o estado ou que tenha tido a maior cobertura, mas está presente nos três planaltos e é uma formação emblemática: entre 700 e 1.200 m s.n.m., longe da influência do oceano, numa região marcada por chuvas bem distribuídas ao longo do ano e por geadas regulares e intensas, impera a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae).

As áreas ocupadas pela araucária são resultado de intensa competição interespecífica. A Floresta com Araucária está principalmente onde as espécies da Floresta Estacional Semidecidual enfrentam – e perdem – embates fisiológicos, principalmente a geada. A araucária é uma espécie sensível a variações do ambiente, em especial do nível do lençol freático e da drenagem do terreno, mas emprega diferentes estratégias para se manter competitiva e costuma usar melhor os nutrientes que circulam no sistema.

A Mista chama-se "mista" por reunir representantes das floras tropical (afro-brasileira) e temperada (austro-brasileira) (IBGE, 1992). Lamentavelmente não há,

atualmente, nenhum remanescente intocado desta formação, nem nas unidades oficiais de conservação.

A Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) é, segundo o IBGE (1992, 2012), típica do planalto meridional, mas apresenta disjunções em refúgios situados nas serras do Mar e da Mantiqueira. Há, no entanto, provas fósseis (LEITE & KLEIN, 1990; IBGE, 1992; 2012) de que o passeio da araucária, durante períodos de glaciação e interglaciação, atingiu regiões ainda mais distantes. O território ocupado pelo que resta da Mista, hoje, vai de Misiones, na Argentina, à costa oeste da Serra do Mar; do Rio Grande do Sul ao Rio de Janeiro e Minas Gerais. Sua ocorrência no planalto austral segue o princípio ecológico da compensação da altitude pela latitude (RODERJAN & KUNIYOSHI, 1987; LEITE & KLEIN, 1990).

Se as espécies que a compõem não são recentes na paisagem sul-americana, a comunidade, o arranjo de espécies (entre elas a araucária) a que se convencionou chamar de Floresta Ombrófila Mista é bastante atual. A análise do conjunto de pólenes presente nos sedimentos acumulados nas regiões mais elevadas (Serra dos Campos Gerais, 24° 40' S e 50° 13' W, acima de 1.200 m s.n.m.) indica que a expansão da araucária aconteceu entre 2.850 e 1.530 A.P. (BEHLING, 1997).

Nem antiga, nem uniforme. As consorciações da araucária com outras espécies variam bastante, mas, com o predomínio da araucária no dossel, mesmo comunidades ecotonais recebem a designação genérica de "pinheirais" ou "pinhais" (RODERJAN & KUNIYOSHI, 1987; LEITE & KLEIN, 1990; IBGE, 1992; 2012). Quando próxima da Floresta Estacional Semidecidual, a araucária ganha a companhia de *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa) (Apocynaceae), *Parapiptadenia rigida* (angico vermelho) (Fabaceae) e *Euterpe edulis* (palmito-juçara) (Arecaceae). Quando junto à Floresta Ombrófila Densa, aparecem *Ocotea catharinensis* (canela-preta), *O. odorifera* (canela-sassafrás) (Lauraceae), *Copaifera trapezifolia* (pau-óleo) (Caesalpiniaceae) e *Aspidosperma olivaceum* (peroba-vermelha) (Apocynaceae). Há, ainda, locais onde a Mista se torna uma formação mais aberta, com a presença de *Podocarpus lambertii* (pinheiro-bravo) (Podocarpaceae), *Ilex paraguariensis* (erva-mate) e espécies do gênero *Drimys*. Por fim, a comunidade de espécies pode formar um arranjo bastante ralo, os chamados "faxinais ou catanduvás", onde estão presentes muitos arbustos e taquaras (LEITE & KLEIN, 1990).

Segundo Leite (1994), a flora arbórea desta unidade supera 350 espécies. Só no Paraná, há mais de 200 espécies, 40% das quais endêmicas (REIS, 1995¹², citado por RODERJAN *et al.*, 2002).

Em geral, o relevo é suave ondulado e o solo varia muito de fertilidade, indo dos basaltos aos arenitos. A araucária ocorre em matas de galeria somente nos trechos onde os diques marginais são alçados ou os solos são de textura média ou arenosa.

A Mista já dominou 29% dos mais de 200.000 km² do território paranaense. Hoje, a floresta ou está comprometida ou em estado crítico. Nos 5% considerados bem conservados, a preservação pode ser apenas aparente. Como os levantamentos florestais são feitos em grande parte por fotografias aéreas ou imagens de satélites – e a araucária se destaca na paisagem –, a ausência das demais espécies da formação é pouco sentida.

A devastação da Mista foi levada a efeito principalmente na primeira metade do século XX. Capri (1923), em seu extenso relatório que descreve a economia paranaense, assinala: “*as serrarias estão disseminadas pelo interior do estado, às margens das vias férreas, dispondo de vastos depósitos de madeira*”. Não sem antes revelar, mais que ufanismo, um tremendo erro de cálculo: considerava necessários “*375 anos para consumir toda a madeira de araucária*”, num ritmo de exploração de 400.000 m³/ano. Eram indivíduos com altura entre 25 e 35 m e diâmetro de 0,80 a 1,50 m. Avaliando a economia dos municípios de então, a madeira aparece entre os principais produtos da pauta de exportação em 60% deles. A erva-mate era exportada por 70%. O destaque de tamanha produção eram os municípios dos 1º e 2º planaltos, onde estava a maioria absoluta das serrarias.

2.6.3.1. Floresta Ombrófila Mista Aluvial

Na Região Sul do Brasil, a área de domínio da Floresta Ombrófila Mista Aluvial, floresta ripária, ciliar ou de galeria, tem em *Sebastiania commersoniana* (*Euphorbiaceae*), o branquilho, a espécie típica (IBGE, 2012).

¹² REIS, A. A vegetação original do estado de Santa Catarina. In: **Caracterização de estádios sucessionais na vegetação catarinense**. Florianópolis: UFSC, p. 3-22. 1995.

Esta floresta ocorre em relevos planos e suave-ondulados, constituídos por solos de elevado grau de hidromorfia, como Neossolos Flúvicos e Gleissolos Háplicos. Nas áreas com menor saturação hídrica, nas associações mais complexas desta formação, aparece a araucária (CURCIO, 2006).

No dossel, também se destacam *Schinus terebinthifolius* (aroeira) (Anacardiaceae), *Allophylus edulis* (vacum) (Sapindaceae), *Sebastiania brasiliensis* (branquilha-leiteiro) (Euphorbiaceae), *Blepharocalyx salicifolius* (guamirim) (Myrtaceae), *Syagrus romanzoffiana* (jerivá) (Arecaceae) e *Vitex megapotamica* (tarumã) (Lamiaceae), sendo menos frequentes *Luehea divaricata* (açoita-cavalo) (Malvaceae), *Erithryna crista-galli* (corticeira-do-banhado) (Fabaceae), *Salix humboldtiana* (salseiro) (Salicaceae) e *Handroanthus albus* (ipê-amarelo) (Bignoniaceae) (LEITE & KLEIN, 1990; RODERJAN *et al.*, 2002).

2.6.3.2. Floresta Ombrófila Mista Montana

De feição muito diversa da Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista apresenta uma maior homogeneidade no dossel. A araucária é a espécie dominante neste estrato, dando à formação uma uniformidade que é apenas aparente. Se o dossel é tão regular, o nível intermediário e o sub-bosque, dominados na FOD por Rubiaceae e Myrtaceae, aqui têm uma diversidade mais expressiva.

Nos estratos superiores são comuns *Ocotea porosa* (imbuia), *O. puberula* (canela-sebo), *O. pulchella* (canela-lageana) (Lauraceae), *Capsicodendron dinisii* (pimenteira) (Canellaceae), *Gochnatia polymorpha* (cambará) (Asteraceae), *Podocarpus lambertii* (pinheiro-bravo) (Podocarpaceae), *Ilex paraguariensis* (erva-mate), *Cedrela fissilis* (cedro), *Campomanesia xanthocarpa* (guabiroba) (Myrtaceae), *Matayba elaeagnoides* (miguel-pintado) (Sapindaceae), *Sloanea lasiocoma* (sapopema) (Elaeocarpaceae), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo) (Malvaceae), *Mimosa scabrella* (bracatinga) (Fabaceae), *Dalbergia brasiliensis* (jacarandá) (Fabaceae), *Jacaranda puberula* (caroba) e *Handroanthus albus* (ipê-amarelo) (Bignoniaceae) (LEITE & KLEIN, 1990; GALVÃO, RODERJAN & KUNIYOSHI, 1993, RODERJAN *et al.*, 2002).

Já nos estratos inferiores, há representantes de Myrtaceae, principalmente dos gêneros *Myrcia*, *Eugenia*, *Calyptranthes* e *Gomidesia*; de Flacourtiaceae (*Casearia* e *Xylosma*); Sapindaceae (*Allophylus* e *Cupania*), Rutaceae, Symplocaceae e Aquifoliaceae. São, ainda, frequentes os fetos arborescentes (*Dicksonia* e *Cyathea*) e as gramíneas cespitosas (*Chusquea* e *Merostachys*). Nos indivíduos mais antigos, o epifitismo está presente, mas de maneira muito menos espetacular do que na FOD (RODERJAN *et al.*, 2002).

Nos povoamentos secundários são frequentes *Mimosa scabrella* (bracatinga) (Mimosaceae), *Ocotea puberula* (canela-guaicá) (Lauraceae), *Piptocarpha angustifolia* (vassourão-branco), *Vernonanthura discolor* (vassourão-preto) (Asteraceae), *Anadenanthera colubrina* (angico-branco) (Fabaceae); *Casearia sylvestris* (café-do-mato) (Salicaceae), *Baccharis* ssp. (vassouras) e *Pteridium aquilinum* (samambaia) (LEITE & KLEIN, 1990).

2.6.4. FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL – FES

Ocupando originalmente 56,27% do território paranaense, hoje a Floresta Estacional Semidecidual não é mais que uma pálida lembrança. A floresta pluvial subtropical, floresta tropical ou floresta dos planaltos interiores ganhou sua denominação mais corrente – Floresta Estacional Semidecidual – pelo comportamento da vegetação (caducifolia parcial) atrelado à diferenciação de estações (parâmetros climáticos de temperatura e umidade). As árvores que atingem os estratos superiores perdem suas folhas na estação desfavorável, mas o sub-bosque permanece sempre verde. A perda de folhas parece ser mais uma característica herdada do que uma resposta às condições atuais, uma vez que o regime contemporâneo de chuvas não apresenta um período seco tão marcado e as temperaturas hibernais não são tão baixas (LEITE & KLEIN, 1990; RODERJAN *et al.*, 2002; IBGE, 1992; 2012).

Esta é uma formação com árvores altas e robustas (30 a 40 m de altura), mas com florística diferenciada e menos rica que as florestas pluviais. Isso não impediu que se tornasse, quando íntegra, uma das florestas com maior volume de madeira por unidade de área do país. Crescendo sobre os férteis solos originados

do basalto, onde compunha formações bastante homogêneas, ou sobre os solos frágeis originados dos arenitos, onde apresentava feição mais heterogênea e complexa, cobria as regiões norte e oeste do estado, entre 700 m e 200 m de altitude. Intensamente explorada no século XX, o Parque Nacional do Iguaçu é atualmente sua maior unidade de conservação e uma das poucas áreas onde se mantém parcialmente intacta (LEITE & KLEIN, 1990; RODERJAN *et al.*, 2002; IBGE, 1992; 2012).

2.6.4.1. Floresta Estacional Semidecidual Submontana

A peroba-rosa – *Aspidosperma polyneuron* (Apocynaceae) – é a espécie mais característica do dossel desta formação. Neste estrato são comuns também *Peltoporum dubium* (canafístula) (Fabaceae), *Balfourodendron riedelianum* (pau-marfim) (Rutaceae), *Handroanthus heptaphyllus* (ipê-roxo) (Bignoniaceae), *Ficus luschnathiana* (figueira) (Moraceae), *Holocalyx balansae* (alecrim) (Fabaceae), *Gallesia gorarema* (pau-d'alho) (Phytolaccaceae), *Astronium graveolens* (guarita) (Anacardiaceae), *Ceiba speciosa* (paineira) (Malvaceae), *Cordia trichotoma* (louro) (Boraginaceae), *Diatenopteryx sorbifolia* (maria-preta) (Sapindaceae), *Apuleia leiocarpa* (grápia), *Enterolobium contortisiliquum* (timbaúva), *Parapiptadenia rigida* (angico), *Pterogyne nitens* (pau-amendoim) (Fabaceae) e *Cedrela fissilis* (cedro) (Meliaceae) (LEITE & KLEIN, 1990; RODERJAN *et al.*, 2002).

Para a região do arenito Caiuá, podem ser mencionadas, ainda, *Cariniana estrellensis* (estopeira) (Lecythidaceae), *Chrysophyllum gonocarpum* (guatambu) (Sapotaceae), *Annona cacans* (cortição) (Annonaceae), *Helietta longifoliata* (canela-de-veado) (Rutaceae) (LEITE & KLEIN, 1990).

O epifitismo é pouco expressivo. Das poucas espécies presentes, a mais característica é *Philodendron bipinnatifidum* (Araceae). São comuns as lianas das famílias Bignoniaceae, Sapindaceae, Cucurbitaceae e Asteraceae (LEITE & KLEIN, 1990; RODERJAN *et al.*, 2002).

Nesta formação, os solos de ocorrência mais frequente são os Latossolos, Argissolos, Nitossolos, Cambissolos, Neossolos litólicos e quartzarênicos (RODERJAN *et al.*, 2002).

2.6.4.2. Floresta Estacional Semidecidual Aluvial – FESA

Distribuída ao longo dos rios, em solos geralmente hidromórficos – Neossolos flúvicos, Neossolos quartzarênicos e Gleissolos –, a FESA, pelas restrições ambientais que enfrenta, é uma formação menos desenvolvida que a FES Submontana. As espécies mais comuns são *Syagrus romanzoffiana* (jerivá) (Arecaceae), *Calophyllum brasiliense* (guanandi) (Calophyllaceae), *Guarea macrophylla* (catiguá-de-morcego) (Meliaceae), *Parapiptadenia rígida* (angico), *Inga uruguensis* (ingá) e *Dalbergia frutescens* (jacarandá) (Fabaceae), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo) (Malvaceae), *Sebastiania commersoniana* (branquilha) (Euphorbiaceae) e *Campomanesia xanthocarpa* (guabiroba) (Myrtaceae). No sub-bosque encontram-se *Allophylus guaraniticus* (vacum) (Sapindaceae), *Actinostemon concolor* (laranjeira-do-mato) (Euphorbiaceae), *Trichilia* sp. (Meliaceae) e *Euterpe edulis* (palmito-juçara) (Arecaceae) (RODERJAN *et al.*, 2002).

2.6.5. SAVANA (CERRADO) e ESTEPE (CAMPOS)

2.6.5.1. Savana (Cerrado)

Apesar de o mapa de vegetação original utilizado para descrever as formações naturais paranaenses continuar sendo o elaborado por Maack em 1950, as constantes descobertas científicas e dados históricos tornam as fronteiras entre elas menos estanques. Considerados relictos dos climas pleistocênicos, campos e cerrado eram aceitos como naturais, mesmo se claramente antrópicos ou quando sua existência em determinado ambiente exigia, quando não complacência, explicações um tanto fantasiosas (GALVÃO e AUGUSTIN, 2011b).

Assim, nesta dissertação, para efeito de descrição da vegetação do estado, passam a ser considerados *Campos* apenas os que vegetam sobre Organossolos ou os que enfrentam severas restrições de solo, como, por exemplo, pH fortemente ácido e ausência de alguns nutrientes essenciais. As demais áreas delimitadas no mapa como campos passam a ser consideradas zonas ecotonais de Cerrado e Floresta Ombrófila Mista antropicamente alteradas (GALVÃO e AUGUSTIN, 2011b).

Os cerrados estabelecidos durante a transição Pleistoceno/Holoceno, ameaçados pelo clima mais úmido atual e pela expansão das florestas, permaneceriam em disjunções associadas a falhas geológicas, solos distróficos de textura média ou arenosa, e/ou a presença de populações pré-cabralinas. Ambientes que podem ser encontrados sem muito esforço no 2º planalto paranaense, associados às Formações Furnas e Ponta Grossa e ao Grupo Itararé (MORO, 2010). Nessas condições, as espécies florestais não conseguiram ou tiveram maior dificuldade de se implantar, tornando-se menos competitivas. Hoje as condicionantes são outras. O Cerrado conserva-se onde a agricultura e sua correção de solo ainda permitem (GALVÃO e AUGUSTIN, 2011b).

A estrutura básica do Cerrado tem dois estratos (arborescente e baixo), podendo chegar a três (arbustivo). As espécies arbóreas raramente ultrapassam os 10 metros de altura, com fustes tortuosos e cascas espessas (LEITE & KLEIN, 1990, IBGE, 1992; 2012, ZANELLA, 2010).

As manchas de Cerrado ainda ocorrem no Paraná nas regiões nordeste e centro-norte, com maior destaque para a região de Jaguariaíva. Com fisionomia e florística semelhantes às do planalto central do Brasil, entre as espécies arbóreas características estão *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão), *Anadenanthera peregrina* (Fabaceae), *Couepia grandiflora* (Crysobalanaceae), *Tabebuia ochracea* (Bignoniaceae), *Lafoensia densiflora* (Lythraceae), *Annona crassiflora* (Anonaceae), *Caryocar brasiliense* (pequi) (Caryocariaceae), *Vochysia tucanorum*, *Qualea cordata* (Vochysiaceae), *Ouratea spectabilis* (Ochnaceae), *Roupala montana* (Proteaceae), *Acosmiun subelegans* (Fabaceae), *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae), *Plenckia populnea* (Celastraceae), *Copaifera langsdorfii* (copaíba, pau-óleo) (Fabaceae) e *Byrsonima* sp (Malpighiaceae). Entre as herbáceas e arbustivas estão representantes de Poaceae, Fabaceae, Amaranthaceae, Apocynaceae, Asteraceae, Rubiaceae, Cyperaceae e Melastomataceae (UHLMANN, 1998, RODERJAN *et al.*, 2002).

2.6.5.2. Estepe (Campos)

Os campos naturais que se desenvolvem em organossolos, caracterizados principalmente pela presença da briófito *Sphagnum*, têm origem holocênica e são frutos da altitude e das maiores umidade e temperaturas vigentes atualmente. Estão presentes também nessas formações o musgo *Polytrichum*, *Eriocaulon* (Eriocaulaceae) e *Erygium* (Poaceae) (RODERJAN *et al.*, 2002; GALVÃO & AUGUSTIN, 2011b).

Os campos de altitude do Paraná, principalmente os que ocorrem no topo dos picos da Serra do Mar, 1.200 a 1.300 m s.n.m., são formações campestres por estarem acima da *linha das árvores*. Para sobreviver aí, as espécies devem ser capazes de enfrentar condições extremas: insolação intensa ou neblina constante, grande amplitude térmica, ventos em geral fortes, ciclagem quase inexistente e solos rasos e com poucos nutrientes em relevo com declividade acentuada (GALVÃO e AUGUSTIN, 2011b).

No 2º planalto e na região de Palmas, ocorrem, além dos que vegetam sobre Organossolo, campos naturais nas áreas onde as restrições severas de solo estão presentes. Nas demais áreas do que ficou conhecido como Campos Gerais e Campos de Palmas, prevalecem os campos antrópicos, consequência da destruição da Mista e dos cerrados pela intensa exploração destas áreas desde principalmente o século XVIII (retirada da madeira, cultivo, pisoteio dos rebanhos ou uso regular do fogo) (GALVÃO e AUGUSTIN, 2011b).

Tanto nas formações naturais quanto antrópicas, a típica vegetação campestre é dominada por gramíneas (Poaceae) dos gêneros *Aristida*, *Paspalum*, *Andropogon*, *Eragrostis*, *Piptochaerium* e *Panicum*, além de 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).

Quase majoritariamente instalados sobre terrenos suave-ondulados, os campos, no Paraná, têm sua linearidade quebrada pela presença dos capões de araucária e de matas ripárias (característicos da Mista e da Mista Aluvial) nas áreas de maior declividade ou margeando cursos d'água. Uma paisagem em mosaico de

formações vegetais que foi sendo alterada ao longo do tempo, cabendo às formações florestais apenas as áreas não aproveitadas pela agropecuária.

Natural ou não, pelo porte de suas espécies, a paisagem campestre cria ou agrava condições microclimáticas que tornam este um território de difícil retomada pelas espécies florestais: insolação intensa, exposição a raios UV, ventos constantes, expressiva evapotranspiração, sobre-exploração da umidade da porção superficial do solo e grande amplitude térmica diária. Somem-se a isso as vantagens fisiológicas e reprodutivas enormes das espécies campestres como pioneiras e a intervenção humana constante – esta última sendo a mais determinante. Uma vez cessada a interferência humana, a floresta volta a avançar sobre os campos mesmo a partir de fragmentos muito alterados. Isto tem sido observado nas áreas protegidas do fogo e do pastoreio como, entre outras, no Parque Estadual de Vila Velha.

2.7. UNIDADES FITOAMBIENTAIS – UFAs

Uma Unidade Fitoambiental – UFA – é uma unidade ecológica onde há correspondência fisiográfica, geológica, de bacia hidrográfica, classe de altitude e formação vegetal original. O conceito de UFA foi criado por pesquisadores¹³ da Universidade Federal do Paraná – UFPR, da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária – EMBRAPA e do Instituto Ambiental do Paraná – IAP, e as unidades obtidas para o estado do Paraná (171) (FIGURA 16) foram instituídas pela resolução 20/2008 da SEMA – Secretaria Estadual do Meio Ambiente – "*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*" (GALVÃO e AUGUSTIN, 2011a).

A compartimentação da paisagem foi feita a partir de bases georreferenciadas analisadas através do *software ArcView GIS*. Foram considerados:

¹³ Pesquisadores participantes da elaboração das UFAs: **Universidade Federal do Paraná – UFPR:** Franklin Galvão, Dr. (concepção e coordenação); Antonio Carlos Nogueira, Dr.; Carina Kozera, Dra.; Carlos Vellozo Roderjan, Dr.; Omar Ferreira Lopes, Dr.; e Yoshiko Saito Kuniyoshi, Dra. **Embrapa Florestas:** Gustavo Ribas Curcio, Dr. (concepção e coordenação); Marcos Fernando Glück Rachwal, M.Sc. e Renato Antonio Dedecek, Dr. **Instituto Ambiental do Paraná – IAP:** Junia Heloisa Woelh; Maria do Rocio Lacerda Rocha, M.Sc.; e Mariese Cargnin Muchailh, Dra. **Consultor de geoprocessamento:** Pyramon Accioly, M.Sc.

- A geografia física (fisiografia) baseada na divisão territorial estabelecida por Maack (1981): Planície Litorânea, Serra do Mar, 1°, 2° e 3° planaltos;
- Macrounidades litológicas estabelecidas a partir da repercussão das formações geológicas na composição química e na textura predominante do solo: rochas ígneas extrusivas (IEx), metamórficas de alto grau e ígneas intrusivas (MAII), metamórficas de baixo grau (MBg), sedimentares argilosas (SAg) e sedimentares arenosas (SAr);
- As 16 bacias hidrográficas adotadas pela SUDERHSA – Superintendência de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental/PR: Cinzas, Iguaçu, Itararé, Ivaí, Litorânea, Paraná_1, Paraná_2, Paraná_3, Paranapanema_1, Paranapanema_2, Paranapanema_3, Paranapanema_4, Piquiri, Pirapó, Ribeira e Tibagi;
- Classes de altitude 1 (0 a 800 m), 2 (800 a 1.100 m) e 3 (acima de 1.100 m) estabelecidas a partir dos desdobramentos ecológicos dos limites altitudinais, especialmente temperatura (ocorrência de geadas) e distribuição de matéria orgânica no solo ao longo da vertente (teor de carbono no horizonte A): classe 1, horizonte A fraco a moderado; classe 2, proeminente; e classe 3, hístico e húmico. Por sua influência na estrutura do solo, a presença da matéria orgânica é determinante na manutenção de água no sistema (SCHEER, 2010);
- A vegetação original do estado (Unidades Fitogeográficas): Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual, Estepe e Savana (RODERJAN, 2002; IBGE, 1992; 2012). Considerou-se a altitude de 700 m como limite natural entre as grandes unidades florestais e campestres. Uma faixa de 100 m (em altitude) foi considerada *ecótono*, área de transição onde espécies de diferentes unidades convivem de forma mais ou menos indiferenciada. Os limites das áreas de cobertura das Unidades Fitogeográficas foram estabelecidos pelo cruzamento das informações contidas no mapa de altitudes do estado e no de Maack para a vegetação do Paraná (MAACK, 1950).

Mesmo não sendo um critério para a constituição de uma UFA, dados sobre a vegetação original remanescente foram incluídos como informação complementar, uma vez que a existência de uma área mínima conservada em cada unidade seria determinante para a concessão de autorização de corte – as UFAs surgiram como instrumento de análise para a supressão da vegetação secundária em estágio inicial. Os dados utilizados tiveram como base três levantamentos feitos pelo IAP e SEMA, sendo o mais recente deles de 2002 (GALVÃO e AUGUSTIN, 2011a).

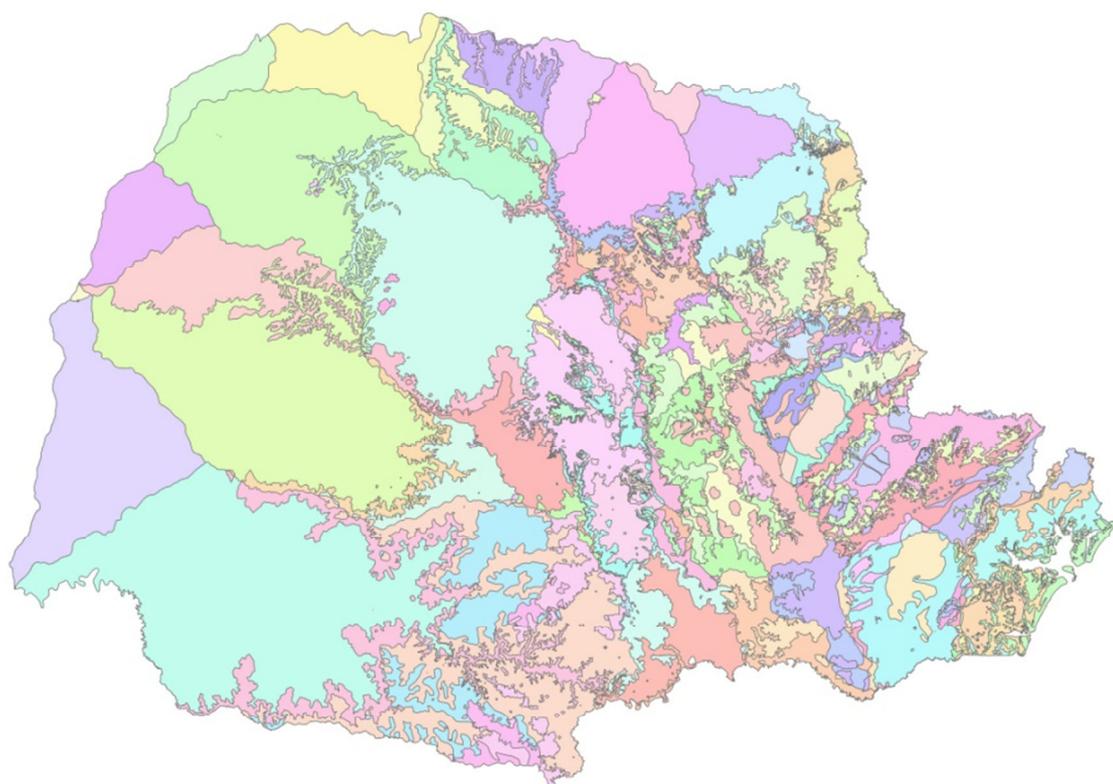


FIGURA 16 - Mapa das Unidades Fitoambientais – UFAs originais

3. MATERIAL E MÉTODO

Para análise do arquivo de dados espaciais das Unidades Fitoambientais – UFAs – e elaboração das novas unidades – UFAs II – utilizou-se o software ArcView GIS. As UFAs II foram constituídas a partir da fusão de polígonos do arquivo original, obedecendo aos seguintes critérios:

1 – A fisiografia foi considerada basicamente como informação complementar, sendo utilizada para a diferenciação de unidades apenas quando agregava dados com repercussão ecológica, como no caso da região litorânea e da bacia do rio Iguaçu. A feição ‘Planície Litorânea’ inclui os sedimentos de origem marinha em altitudes de até 20 m e as formações pioneiras de influência marinha, enquanto a ‘Serra do Mar’ representa os sedimentos continentais, além das serras e escarpas em si. A bacia hidrográfica do rio Iguaçu atinge quatro feições no estado: ‘Serra do Mar’, ‘1º’, ‘2º’ e ‘3º planaltos’. Algumas unidades do ‘1º’ e ‘3º planaltos’; por apresentarem mesma classificação litológica, classe de altitude e vegetação original predominante, foram diferenciadas pela fisiografia que, neste caso, representou o isolamento relativo proporcionado pelo 2º planalto; a diferenciação de ecótonos formados entre Florestas Ombrófilas Densa e Mista e entre as Florestas Ombrófila Mista e Estacional Semidecidual; e a natureza geológica das rochas: formação Guabirota x basaltos.

2 – Para a vegetação original considerou-se que:

- Desde a concepção das UFAs, destacou-se a limitação de altitude (700 m s.n.m.) para a existência *de fato* das formações Floresta Ombrófila Mista (FOM) e Floresta Estacional Semidecidual (FES) e, ao longo deste limite, uma faixa de 100 m (em altitude) foi considerada zona ecotonal/de transição. Por ser esta uma faixa de fronteiras bastante difusas devido ao grande número de espécies em comum dessas formações, as unidades diferenciadas apenas pela vegetação, quando estas são FOM e FES em classe de altitude 1 (0 a 800 m), não têm sustentação conceitual;

- O questionamento dos limites entre as áreas de Savana, Estepe, FOM e FES, no 2º planalto paranaense, trazido à baila pelas pesquisas científicas e históricas (GALVÃO & AUGUSTIN, 2011b, MORO, 2010 e outros), contraindica o uso dos dados espaciais de ocorrência destas formações como critério de divisão de UFAs;
- A possibilidade de ampliação do uso original das UFAs e o atual estado de devastação da vegetação no Paraná exigiriam um levantamento em escala maior dos remanescentes vegetais ainda viáveis;
- Não foram contemplados, na concepção original das UFAs, pela pulverização de unidades que causaria tal detalhamento, formações de características tão próprias como mangues e restinga, e divisão por formações: Aluviais, Submontana, Montana, etc., o que corrobora a decisão de não subdividir áreas com base na vegetação ecotonal ou com limites estabelecidos precariamente;
- Na escala utilizada para o estabelecimento das UFAs (1:650.000), as informações de vegetação não são suficientemente detalhadas para permitir seu uso em trabalhos de preservação, recuperação ou propagação de espécies nativas.

Assim, nesta proposta de compartimentação ecológica do estado, os dados de vegetação original (Unidades Fitogeográficas) passam a ser utilizados apenas como informação complementar e não mais como critério de subdivisão das UFAs. Nas unidades originadas da fusão de polígonos com formações vegetais diferentes, considerou-se a área de cobertura original como critério de predominância, que passou a integrar o código de identificação da nova unidade (UFA II). A informação de ocorrência de outras formações foi preservada e citada no item *observações*.

3 – As unidades com áreas inferiores a 1.000 ha que não foram agregadas a outras pelos critérios acima, foram fundidas às unidades de mesma bacia

hidrográfica e feições ecológicas mais próximas, por serem demasiadamente pequenas e de difícil administração e, ainda, pela repercussão que o erro inerente ao método teria em uma área muito pequena. Neste caso, como critério de escolha das unidades a serem conjugadas, foram usadas as formações litológicas, classe de altitude e a textura predominante de solo.

Para cada uma das novas Unidades Fitoambientais, UFAs II, foi elaborada uma ficha catalográfica com código de identificação; mapa de localização; fisiografia; litologia e textura predominante de solo; bacia hidrográfica; classe de altitude; vegetação original; área da unidade; percentual de cobertura vegetal remanescente; municípios integrantes; *status* de conservação (estabelecido segundo o percentual de vegetação original remanescente na unidade fitoambiental, estabelecidos por levantamentos realizados até 2002) e observações.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho de análise resultou em um conjunto de 81 novas unidades fitoambientais, 81 UFAs II (FIGURA 17), 90 a menos que a primeira versão. Foram gerados um mapa geral do estado com as 81 unidades assinaladas e 81 mapas específicos, cada um deles com uma unidade em destaque (a partir da p. 131). Estes últimos foram usados para a elaboração de fichas descritivas das unidades, contendo o código que identifica a UFA II, a fisiografia, o grupamento litológico dominante, a textura predominante de solo, a bacia hidrográfica, a classe de altitude, a vegetação original/vegetação original predominante, a área da unidade, percentual de cobertura vegetal remanescente, os municípios integrantes, o *status* de conservação da vegetação e observações.

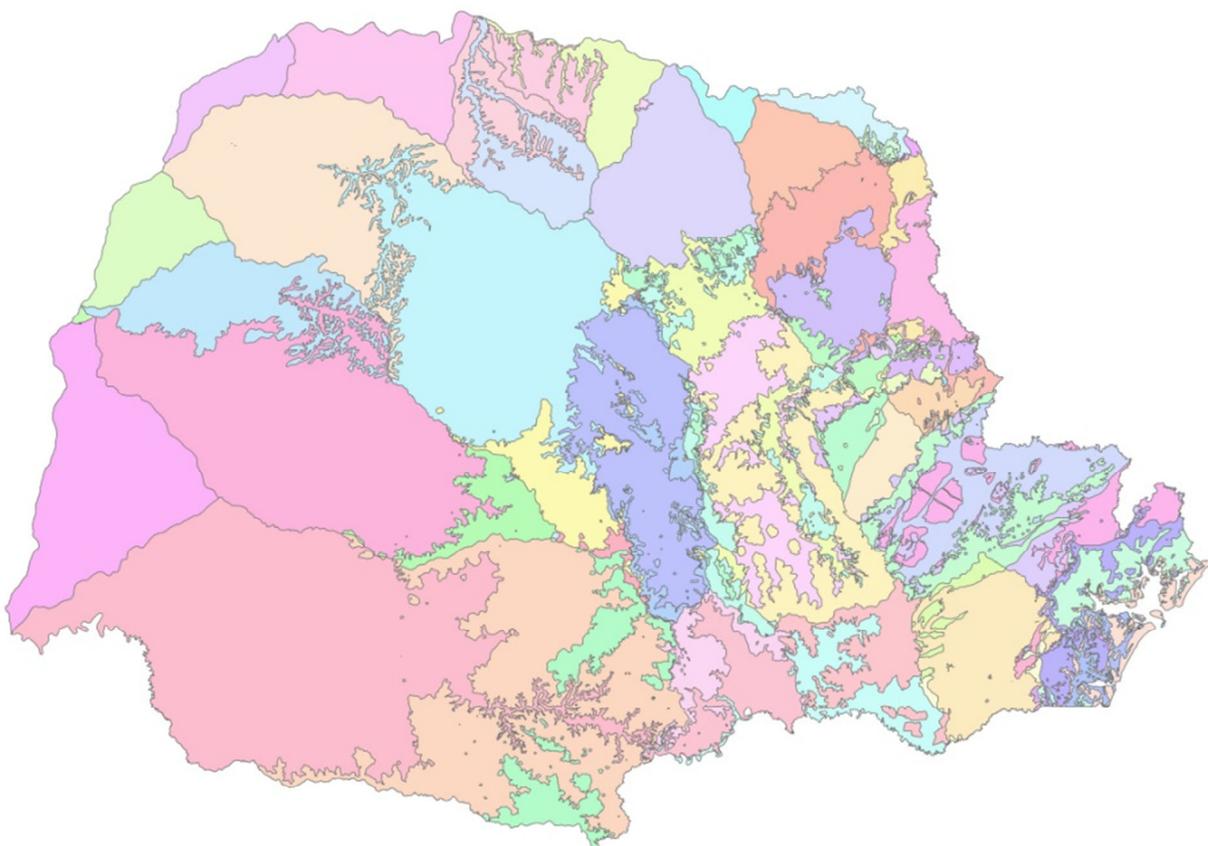


FIGURA 17 - Mapa das Unidades Fitoambientais II – UFAs II

Dos 20.033.295,2 ha do Paraná, 65% estão no 3° planalto e 22,3%, no 2°. O 1° planalto tem 9,3% da área total do estado, restando 2,81% para a Planície Litorânea e a Serra do Mar. O maior número de UFAs II está no 3° planalto, mas ele

é seguido muito de perto pelo 2º planalto. A grande extensão do 3º planalto é compensada pela complexidade geológica do 2º. São 24 unidades exclusivas do 3º planalto e 23 exclusivas do 2º. Duas unidades (da bacia do rio Tibagi) ocupam áreas dos três planaltos e cinco (duas unidades da bacia do rio Tibagi e três da do rio Ivaí) estão divididas entre o 2º e o 3º planaltos. A Planície Litorânea foi subdividida em três UFAs II. 10 unidades são exclusivas do 1º planalto e sete, da Serra do Mar. Há sete unidades entre estas duas fisiografias (quatro da bacia do rio Iguaçu e três da do rio Ribeira). Na primeira versão das UFAs, o maior número de unidades estava no 2º planalto, 66. O 3º planalto tinha 48 unidades; o 1º, 38; a Planície Litorânea, três; e a Serra do Mar, 16.

Refletindo a homogeneidade das feições ambientais, as 10 maiores unidades estão no 2º e 3º planaltos, exclusivamente ou divididas entre eles. Entre as 10 menores, sete estão no 1º planalto e na Serra do Mar.

Para torná-las administrativamente viáveis e aumentar as chances de as parcelas de vegetação natural obrigatória por lei (20%) serem minimamente viáveis, estabeleceu-se que nenhuma das 81 UFAs II teria área inferior a 1.000 ha. Na primeira versão das UFAs, havia 24 unidades nestas condições, sendo que em 14 a área era inferior a 500 ha.

As maiores UFAs II estão na classe de altitude 1 (0 a 800 m), as menores, principalmente na classe 3 (>1.100 m). São 39 UFAs II na classe 1; 21 na classe 2 e 17 na classe 3. Excepcionalmente, pelo critério de área mínima de 1.000 ha, três unidades foram formadas a partir da fusão de classes 1 e 2 e uma, entre as classes 2 e 3.

A FOM é a vegetação dominante no maior número de UFAs II: 32. A FES predomina em 26; a FOD, em 14 e a ESTEPE, em nove.

Das 32 unidades da FOM, 15 estão em classe de altitude 2; 10, em classe de altitude 3 e seis como ecótono, em classe 1. 10 das UFAs II com predomínio da FOM estão sobre rochas ígneas extrusivas (litologia IEx); cinco, em rochas metamórficas de alto grau e ígneas intrusivas (MAII); cinco, em metamórficas de baixo grau (MBg); oito, em sedimentares argilosas (SAG) e três, em sedimentares arenosas (SAR). Uma das unidades, pelo exposto acima sobre a fusão de unidades com áreas inferiores a 1.000 ha, reúne as litologias IEX e SAG.

Das 26 UFAs II da FES, todas, por definição, são classe 1. 18 estão no 3º planalto; cinco, no 2º e três, entre estes dois planaltos. 11 delas estão sobre litologia IEx; 11, em SAR e 4, em SAg.

A FOD tem oito de suas unidades em classe 1; duas, em classe 2 e 4, em classe 3. Sete das unidades estão na Serra do Mar; três na Planície Litorânea; uma exclusivamente no 1º planalto e três entre o 1º planalto e a Serra do Mar. Assim como a FOM, a FOD aparece sobre todos os grupamentos litológicos, a maior parte delas (seis unidades), obviamente, sobre litologia MAII; duas sobre litologia IEx; uma, em MBg; duas, em SAg e duas, em SAR. Pelo critério da fusão de áreas, uma destas unidades aparece sobre litologia IEx e MAII.

A Estepe está presente como vegetação predominante principalmente no 2º planalto (oito unidades). Há uma unidade no 1º planalto. São cinco unidades em classe de altitude 2; três, na classe 3 e uma é excepcionalmente composta por áreas nas classes de altitude 2 e 3 (fusão de unidades pequenas). A Estepe como vegetação predominante está francamente associada à litologia SAR: seis unidades. Das outras três, duas estão sobre litologia SAg e uma, na MAII.

Pouco mais da metade (52%) do solo paranaense é formada a partir de rochas ígneas extrusivas (IEx), principalmente basaltos. Nos 10.449.555,1 ha sobre este tipo de rocha, a maior parte no 3º planalto, predominam os solos de textura argilosa. As rochas sedimentares argilosas (SAg), principalmente argilitos e filitos, também dão textura predominantemente argilosa ao solo, respondem por 11,9% do território do estado e estão sobretudo no 2º planalto.

O conjunto formado pelas metamórficas de alto grau (granulitos e migmatitos) e ígneas intrusivas (granitos e diabásios) (MAII) compõe a maior parte da Serra do Mar e parte do 1º planalto. São 1.390.737,97 ha, muitas vezes com a rocha matriz ainda exposta devido a sua alta resistência ao intemperismo. Também esta litologia origina solos de textura argilosa.

As metamórficas de baixo grau estão exclusivamente no 1º planalto (porção norte). São os folhelhos e mármorees formados a partir de depósitos do período Proterozóico (mais de 700 milhões de anos). Eles compõem 38,8% da área desta região (720.998,12 ha), 3,6% do estado, aparecem nas bacias do Iguaçu, Itararé e Ribeira, originando solos de textura média/argilosa. Seis UFAs II apresentam este tipo de solo.

Os solos mais frágeis do Paraná vêm de rochas sedimentares arenosas, principalmente os arenitos do 2° planalto e Caiuá, no noroeste do 3° planalto. São 5.094.611,23 ha, ou 25% da superfície do estado. As bacias Paraná_1 e Paranapanema_4 são formadas exclusivamente por este tipo de rocha. Também estão sobre sedimentares arenosas 53,11% da bacia do rio Itararé e cerca de 40% das bacias do Tibagi, Pirapó, Paranapanema_3 e Cinzas. 22 UFAs II têm este embasamento litológico e apresentam predominância dos solos de textura arenosa.

Os critérios estabelecidos no projeto inicial das UFAs para determinar a vulnerabilidade do solo permanecem os mesmos nesta versão das unidades, mas não a condição para que esta seja analisada. Na primeira versão, a análise da fragilidade do solo estava condicionada à existência de um mínimo de vegetação nativa remanescente na área. Se este valor não fosse atingido, a solicitação de corte da vegetação em estágio inicial para aquela determinada área nem mesmo seria avaliada. Caso existisse o mínimo de 20% da formação vegetal em análise na unidade e a propriedade tivesse os 20% exigidos por lei de reserva legal – além da APP preconizada legalmente –, a fragilidade do solo seria determinante para a preservação ou liberação de corte da vegetação em estágio secundário inicial de regeneração. Para a liberação efetiva do corte, ainda precisaria ser atendido o disposto no Decreto nº 6.660/2008 (BRASIL, 2008)

Como conceitualmente os processos naturais pautam o estabelecimento das Unidades Fitoambientais, nas UFAs II, a análise de solo foi estabelecida como condição de conservação, independentemente da existência de vegetação na unidade ou sobre o solo em análise.

A análise de solos de uma UFA foi, já em sua primeira versão, muito simplificada e pode ser feita sem a necessidade de testes de laboratório. Para isso foi criada uma chave dicotômica a partir de características facilmente observáveis (TABELA 4).

Com relação à supressão de vegetação secundária em estágio inicial, nas UFAs II, o estágio inicial é encarado não apenas como forma de se chegar às formações naturais maduras. Mesmo reconstituindo florestas e campos de forma incipiente, a vegetação em estágio inicial já afeta de forma positiva o regime hidrológico da bacia; a estabilidade física, química e biológica dos solos; a manutenção e o trânsito de parte da flora e fauna; age como filtro de poluentes;

regulador climático; fixador de carbono etc., – o que já é suficiente para que sua possível eliminação exija sólidas argumentações.

TABELA 4 - Chave dicotômica para classificação simplificada de solos – método UFA

1 – Saturação hídrica do solo		Prescrição
1.1 –	Solos hidromórficos e semi-hidromórficos (perene)	Preservar
1.2 –	Solos não-hidromórficos	2
2 – Profundidade do solo		
2.1 –	< 50 cm	Preservar
2.2 –	> 50 cm	3
3 – Textura de solo		
3.1 –	Arenosa ou siltosa	4
3.2 –	Média ou argilosa	5
4 – Declividade do terreno		
4.1 –	> 20%	Preservar
4.2 –	< 20%	Analisar permissão de corte
5 – Declividade do terreno		
5.1 –	> 30%	Preservar
5.2 –	< 30%	Analisar permissão de corte

Por serem usados critérios ecológicos e não geopolíticos para compor as UFAs II, alguns municípios têm seus territórios inteiramente inseridos em uma unidade enquanto outros são partilhados entre várias delas. Quanto mais homogeneidade houver, menos dividida é a área. Num estado de vocação agrícola como o Paraná, a maior conformidade territorial, quando por características positivas, tem fortes reflexos econômicos. Segundo dados do PNUD/ONU de 2010, excluindo-se Curitiba da análise, os municípios com os dez maiores IDHM do estado estão no 3º planalto e sete deles pertencem a uma ou no máximo a duas unidades fitoambientais II (TABELA 5). Entre os dez menores IDHM paranaenses (abaixo de 0,611), 70% têm seus territórios divididos em mais de cinco UFAs II. Doutor Ulisses, o município de menor IDHM do Paraná, tem seu território repartido entre 12 unidades fitoambientais. Os municípios com piores IDHM estão abaixo da média brasileira, 0,727 para este período (média paranaense, 0,749) (TABELA 6). O IDHM 2010 de Curitiba é de 0,823. O território da capital do estado está repartido entre duas unidades fitoambientais II, as de número 43 e 48. Por não ter área considerada rural no município, Curitiba não faz parte desta análise (TABELA 5).

TABELA 5 - Municípios com os maiores índices de IDHM 2010 no Paraná (com exceção de Curitiba) e as UFAs II a que pertencem

Município	Posição no ranking IDHM 2010	IDHM 2010	UFAs II a que pertence
Maringá	2	0,808	66, 67, 72, 73
Quatro Pontes	3	0,791	68
Pato Branco	4	0,782	55, 56
Cascavel	5	0,782	56, 59, 68
Londrina	6	0,778	36, 39, 40, 76
Marechal Cândido Rondon	7	0,774	68
Francisco Beltrão	8	0,774	56
Toledo	9	0,768	59, 68
Palotina	10	0,768	59
Dois Vizinhos	11	0,767	56

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD, 2013)

TABELA 6 - Municípios com os menores índices de IDHM 2010 no Paraná e as UFAs II a que pertencem

Município	Posição no ranking IDHM 2010	IDHM 2010	UFAs II a que pertence
Doutor Ulysses	399	0,546	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 32, 40
Cerro Azul	398	0,573	10, 11, 12, 13, 14, 15
Laranjal	397	0,585	59
Guaraqueçaba	396	0,587	1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Coronel Domingos Soares	395	0,600	54, 55, 56
Inácio Martins	394	0,600	51, 52, 54, 55, 61, 64, 65
Diamante do Sul	393	0,608	55, 58, 59
Ortigueira	392	0,609	33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 61, 62, 63, 65, 66, 67
Santa Maria do Oeste	391	0,609	57, 58, 59, 64, 65
Tunas do Paraná	390	0,611	10, 11, 13, 14, 15

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD, 2013)

O Bioma Mata Atlântica, definido no art. 2º da Lei 11.428/2006, a Lei da Mata Atlântica (BRASIL, 2006), e no art. 1º do Decreto 6.660/2008 (BRASIL, 2008), que a regulamenta, ocupava originalmente 15% do território brasileiro, uma área de 1.300.000 km²:

Art. 2º - Para os efeitos desta Lei, consideram-se integrantes do Bioma Mata Atlântica as seguintes formações florestais nativas e ecossistemas associados, com as respectivas delimitações estabelecidas em mapa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, conforme regulamento: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual, bem como os manguezais, as vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encraves florestais do Nordeste.

Art. 1º - O mapa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, previsto no art. 2º da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, contempla a configuração original das seguintes formações florestais nativas e ecossistemas associados: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; Floresta Estacional Decidual; campos de altitude; áreas das formações pioneiras, conhecidas como manguezais, restingas, campos salinos e áreas aluviais; refúgios vegetacionais; áreas de tensão ecológica; brejos interioranos e encraves florestais, representados por disjunções de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual; áreas de estepe, savana e savana-estépica; e vegetação nativa das ilhas costeiras e oceânicas.

Em todo o país, as florestas primárias e em estágio avançado de regeneração do Bioma Mata Atlântica perfazem 7% (MMA, 2009). No Paraná, estado com 99% do território coberto por este bioma, 11 das 16 bacias hidrográficas tem cobertura florestal remanescente inferior a 5%; duas, entre 5 e 10%; uma (Iguaçu), entre 10 e 20%; uma (Ribeira) tem cerca de 30% e uma (Litorânea), pouco mais de 50% (IPARDES, 2009).

Para BRASIL (2009), a situação desejável para o bioma seria a existência de entre 35% e 40% de cobertura vegetal nativa (20% de Reserva Legal + 8% de Áreas de Preservação Permanente + 10% Unidades de Conservação).

No atual estado de devastação da natureza no território paranaense, é preciso manter a diversidade ainda existente e estabelecer identidade de áreas suficientemente extensas para permitir que se busque, e se encontre, nelas os propágulos e sementes necessários para recompor a diversidade da vegetação nativa.

O método UFAs II não se baseia em conceitos inacessíveis. Nas definições básicas de IBGE (2004), **conservação *in situ*** é a ação de conservar plantas, animais e outros seres vivos em suas comunidades naturais, por se acreditar que o

material genético vivendo nestas condições está sujeito às forças seletivas da natureza, em contínua evolução e adaptação ao ambiente. A **ecologia** é a ciência que estuda *todas* as relações entre os organismos atuais e seus ambientes, sua distribuição nestes ambientes e a natureza de suas interações. Ainda, **fatores ecológicos** são os que agem diretamente sobre os seres vivos, alterando seu território e suas taxas de reprodução, e permitindo que surjam, dentro de uma espécie, variedades com exigências ecológicas diferenciadas. Estes fatores podem ser climáticos, edáficos, bióticos, hídricos, entre outros. Para isso, os parques nacionais, reservas biológicas, reservas genéticas, estações ecológicas e santuários de vida silvestre são importantes, mas não suficientes.

No estabelecimento das UFAs II, o primeiro desafio foi determinar os parâmetros a serem usados na definição de um espaço minimamente homogêneo, representativo de condições suficientemente particulares para influenciar adaptações ou desenvolvimento de características singulares nas espécies ou mesmo o arranjo entre elas. O segundo desafio foi tornar viável, administrativa e economicamente, a gestão do espaço estabelecido a partir destes critérios ecológicos.

A compartimentação ecológica da paisagem proposta neste trabalho, ao ampliar (em tamanho) as áreas consideradas minimamente homogêneas da primeira versão das UFAs, readequando alguns dos critérios usados em sua definição e aprofundando outros, procura atender essas necessidades.

Uma UFA II não é uma nova classificação da vegetação nativa, é um módulo para planejamento de ações ambientais: conservação, recomposição e uso, singular o bastante para se distinguir das demais unidades, justificando a necessidade de preservação de sua diversidade, e uniforme o suficiente para permitir a busca em seu interior do material genético necessário para obras de recuperação de suas paisagens. A busca de métodos mais efetivos de restauração ambiental têm sido a tônica das pesquisas na área florestal e a nova concepção se volta para a *restauração dos processos ecológicos*, que garantam não só a preservação e/ou a recomposição da comunidade, mas sua manutenção ao longo do tempo (RODRIGUES *et al.*, 2009).

É preciso lembrar que uma UFA II não é uma área de vegetação homogênea. O estabelecimento de áreas homogêneas baseado na diversidade de

formações vegetais: Florestas Ombrófilas Densa e Mista e Estacional Semidecidual (Terras Baixas, Submontana, Montana, Alto-Montana, Aluvial, conforme o caso), Estepe, Savana e formações pioneiras (mangues, restingas, várzeas) subdividiria de tal forma as unidades que seu uso seria inviável. Uma UFA II foi concebida como o espaço onde estas formações encontram condições particulares de desenvolvimento. Assim, para recuperar uma área onde deveria existir, por exemplo, Floresta Ombrófila Mista *Montana*, é preciso buscar elementos (sementes, propágulos) numa área de Floresta Ombrófila Mista *Montana* dentro da mesma UFA II. Isso exige, para o uso das unidades como espaço de planejamento, um mapeamento dos remanescentes naturais em escala condizente.

Conservar a natureza num país megadiverso como o Brasil é uma questão complexa que exige respostas mais apropriadas do que as postas em prática até então. A legislação existente, em especial o Código Florestal Brasileiro – Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012); a Lei da Mata Atlântica – Lei nº 11.428/2006; e o decreto que a regulamenta, Decreto nº 6.660/2008, falham por não proteger efetivamente o próprio objeto da lei.

O Código Florestal, mesmo sendo tão recente e ter suscitado tantos debates, foi promulgado abrindo a possibilidade de compensar as áreas desmatadas além do limite legal em condições que alteram profundamente as formações ou criando áreas preservadas por critérios econômicos:

Seção III

Das Áreas Consolidadas em Áreas de Reserva Legal

Art. 66. O proprietário ou possuidor de imóvel rural que detinha, em 22 de julho de 2008, área de Reserva Legal em extensão inferior ao estabelecido no art. 12, poderá regularizar sua situação, independentemente da adesão ao PRA, adotando as seguintes alternativas, isolada ou conjuntamente:

I - recompor a Reserva Legal;

II - permitir a regeneração natural da vegetação na área de Reserva Legal;

III - compensar a Reserva Legal.

(...)

§ 3º A recomposição de que trata o inciso I do caput poderá ser realizada mediante o plantio intercalado de espécies nativas com exóticas ou frutíferas, em sistema agroflorestal, observados os seguintes parâmetros: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

I - o plantio de espécies exóticas deverá ser combinado com as espécies nativas de ocorrência regional;

II - a área recomposta com espécies exóticas não poderá exceder a 50% (cinquenta por cento) da área total a ser recuperada.

(...)

§ 5º A compensação de que trata o inciso III do caput deverá ser precedida pela inscrição da propriedade no CAR e poderá ser feita mediante:

I - aquisição de Cota de Reserva Ambiental - CRA;

II - arrendamento de área sob regime de servidão ambiental ou Reserva Legal;

III - doação ao poder público de área localizada no interior de Unidade de Conservação de domínio público pendente de regularização fundiária;

IV - cadastramento de outra área equivalente e excedente à Reserva Legal, em imóvel de mesma titularidade ou adquirida em imóvel de terceiro, com vegetação nativa estabelecida, em regeneração ou recomposição, desde que localizada no mesmo bioma.

§ 6º As áreas a serem utilizadas para compensação na forma do § 5º deverão:

I - ser equivalentes em extensão à área da Reserva Legal a ser compensada;

II - estar localizadas no mesmo bioma da área de Reserva Legal a ser compensada;

III - se fora do Estado, estar localizadas em áreas identificadas como prioritárias pela União ou pelos Estados.

(Destaques da autora)

As atuais características de utilização do solo reservam aos remanescentes de vegetação nativa as áreas inviáveis de exploração econômica. O critério de estabelecimento de áreas a serem preservadas, salvo raras exceções, não foi sua representatividade biótica e/ou abiótica, mas tecnológico e econômico. Permitindo a exploração das áreas de Reserva Legal com exóticas ou frutíferas, muitas das funções ecológicas da vegetação nativa estarão, de fato, perdidas. Doar áreas com problemas fundiários dentro de Unidades de Conservação resolve economicamente o problema legal do proprietário e resolve uma questão espinhosa do poder público, pelo orçamento sempre insuficiente para as questões ambientais. Considerando que as áreas que compõem a absoluta maioria das UCs ali estão por não terem exploração econômica, a natureza e sua diversidade não ganham nada além do que teriam de qualquer forma. Se a compensação se der no âmbito do bioma, área vastíssima, a questão econômica será o critério “ambiental” usado mais uma vez. Estados onde o custo da terra for menor, por problemas inerentes ao meio ou à infraestrutura, receberão como herança o dever de manter áreas preservadas. Estabelecendo um mínimo de vegetação nativa a ser preservado dentro das UFAs II, mesmo que as áreas a serem preservadas sejam escolhidas entre as de exploração econômica mais complexa, a distribuição da vegetação será muito mais equitativa e a representatividade da diversidade, maior.

Considerada mais restritiva que o Código Florestal, a Lei da Mata Atlântica se propõe a proteger o bioma:

Art. 7º A proteção e a utilização do Bioma Mata Atlântica far-se-ão dentro de condições que assegurem:

I - a manutenção e a recuperação da biodiversidade, vegetação, fauna e regime hídrico do Bioma Mata Atlântica para as presentes e futuras gerações;

II - o estímulo à pesquisa, à difusão de tecnologias de manejo sustentável da vegetação e à formação de uma consciência pública sobre a necessidade de recuperação e manutenção dos ecossistemas.

Mas tanto ela quanto o decreto que a regulamenta seguem utilizando a velha prática de se tratar a natureza a partir de fronteiras geopolíticas (Lei 11.428/2006, Art. 17, § 1o; Decreto 6.660/2008, Art. 26, incisos I e II e § 1o):

Art. 17. O corte ou a supressão de vegetação primária ou secundária nos estágios médio ou avançado de regeneração do Bioma Mata Atlântica, autorizados por esta Lei, ficam condicionados à compensação ambiental, na forma da destinação de área equivalente à extensão da área desmatada, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica, sempre que possível na mesma microbacia hidrográfica, e, nos casos previstos nos arts. 30 e 31, ambos desta Lei, em áreas localizadas no mesmo Município ou região metropolitana.

§ 1º Verificada pelo órgão ambiental a impossibilidade da compensação ambiental prevista no caput deste artigo, será exigida a reposição florestal, com espécies nativas, em área equivalente à desmatada, na mesma bacia hidrográfica, sempre que possível na mesma microbacia hidrográfica.

CAPÍTULO VII DA DESTINAÇÃO DE ÁREA EQUIVALENTE À DESMATADA

Art. 26. Para fins de cumprimento do disposto nos arts. 17 e 32, inciso II, da Lei nº 11.428, de 2006, o empreendedor deverá:

I - destinar área equivalente à extensão da área desmatada, para conservação, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica, sempre que possível na mesma microbacia hidrográfica e, nos casos previstos nos arts. 30 e 31 da Lei nº 11.428, de 2006, em áreas localizadas no mesmo Município ou região metropolitana; ou

II - destinar, mediante doação ao Poder Público, área equivalente no interior de unidade de conservação de domínio público, pendente de regularização fundiária, localizada na mesma bacia hidrográfica, no mesmo Estado e, sempre que possível, na mesma microbacia hidrográfica.

§ 1º Verificada pelo órgão ambiental a inexistência de área que atenda aos requisitos previstos nos incisos I e II, o empreendedor deverá efetuar a reposição florestal, com espécies nativas, em área equivalente à desmatada, na mesma bacia hidrográfica, sempre que possível na mesma microbacia hidrográfica.

(Destques da autora)

Pelo método das UFAs II, a bacia hidrográfica ou os limites geopolíticos nem sempre são o espaço adequado à compensação ambiental.

Com relação à vegetação em estágio inicial de regeneração, o método UFAs II prevê que as solicitações de autorização ambiental para supressão só serão analisadas quando dentro da unidade houver o mínimo previsto em lei (Reserva Legal + APP) da formação vegetal nativa. Segundo o Decreto no. 6.660/2008, só

haverá restrição quando os remanescentes de vegetação forem inferiores a 5% no estado:

CAPÍTULO IV
DA PROTEÇÃO DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO INICIAL DE
REGENERAÇÃO

Art. 25. O corte, a supressão e a exploração da vegetação secundária em estágio inicial de regeneração do Bioma Mata Atlântica serão autorizados pelo órgão estadual competente.

Parágrafo único. O corte, a supressão e a exploração de que trata este artigo, nos Estados em que a vegetação primária e secundária remanescente do Bioma Mata Atlântica for inferior a 5% (cinco por cento) da área original, submeter-se-ão ao regime jurídico aplicável à vegetação secundária em estágio médio de regeneração, ressalvadas as áreas urbanas e regiões metropolitanas.

Como citado acima, segundo IPARDES (2009), esta já é a situação de 11 das 16 bacias hidrográficas do estado do Paraná.

A necessidade de um mapeamento em escala adequada de cada uma das unidades fitoambientais II, defendida nesta dissertação, faz eco ao já estabelecido, mesmo que legalmente estejam sendo considerados os limites geopolíticos municipais, tanto na Lei da Mata Atlântica, art. 28, § 1º e 2º, quanto no Decreto no. 6.660/2008, art. 43, incisos I a IV:

Art. 38. Serão beneficiados com recursos do Fundo de Restauração do Bioma Mata Atlântica os projetos que envolvam conservação de remanescentes de vegetação nativa, pesquisa científica ou áreas a serem restauradas, implementados em Municípios que possuam plano municipal de conservação e recuperação da Mata Atlântica, devidamente aprovado pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente.

CAPÍTULO XIV

DO PLANO MUNICIPAL DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA

Art. 43. O plano municipal de conservação e recuperação da Mata Atlântica, de que trata o art. 38 da Lei nº 11.428, de 2006, deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- I - diagnóstico da vegetação nativa contendo mapeamento dos remanescentes em escala de 1:50.000 ou maior;
- II - indicação dos principais vetores de desmatamento ou destruição da vegetação nativa;
- III - indicação de áreas prioritárias para conservação e recuperação da vegetação nativa; e
- IV - indicações de ações preventivas aos desmatamentos ou destruição da vegetação nativa e de conservação e utilização sustentável da Mata Atlântica no Município.

Visto o número de municípios que atenderam o preconizado acima, o caminho da preservação da natureza a partir de critérios efetivamente ambientais é, ainda, bastante longo.

4.1. FICHAS

As fichas apresentadas a seguir receberam um número e um código de identificação com as cinco informações básicas convencionadas: fisiografia, litologia, bacia hidrográfica, classe de altitude e vegetação original/vegetação original predominante, nesta ordem.

Quando a vegetação no interior da unidade correspondia a apenas uma das grandes formações vegetais do mapa de Maack (1950), empregou-se o termo “vegetação original”, independentemente de seu estado de conservação. Quando há duas ou mais das grandes formações dentro da unidade, empregou-se o termo “vegetação original predominante” para destacar a que, originalmente, ocupava a maior extensão.

Procurou-se, assim, estabelecer um código que à simples menção fornecesse os dados básicos da unidade e permitisse, se não sua localização exata, a associação imediata ao setor do estado a que pertence.

TABELA 7 – Convenções utilizadas nas fichas descritivas das UFAs II

Código:

Fisiografia	Litologia	Bacia hidrográfica	Classe de altitude	Vegetação original/v. o. predominante
Ex: 3	SAr	Paranapanema_1	1	FES

Fisiografia:

Feição	Símbolo
Planície Litorânea	PL
Serra do Mar	SM
1º planalto	1
2º planalto	2
3º planalto	3

Litologia

Unidades litotípicas	Símbolo
Ígneas extrusivas	IEx
Metamórficas de alto grau e ígneas intrusivas	MAII
Metamórficas de baixo grau	MBg
Sedimentares argilosas	SAg
Sedimentares arenosas	SAr

Classes de altitude

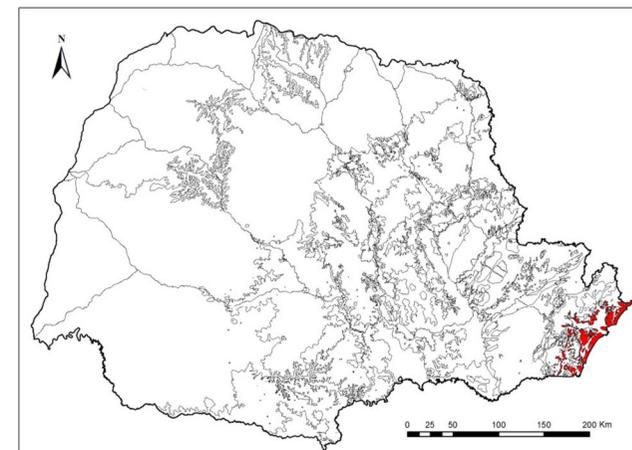
Altitude	Classe
0 - 800 m	1
800 - 1.100 m	2
> 1.100 m	3

Cobertura remanescente e *status* de conservação

Cobertura remanescente(%)*	Status de conservação
< 20	Comprometido
20 – 25	Crítico
25 – 40	Regular
40 – 50	Bom
> 50	Muito bom

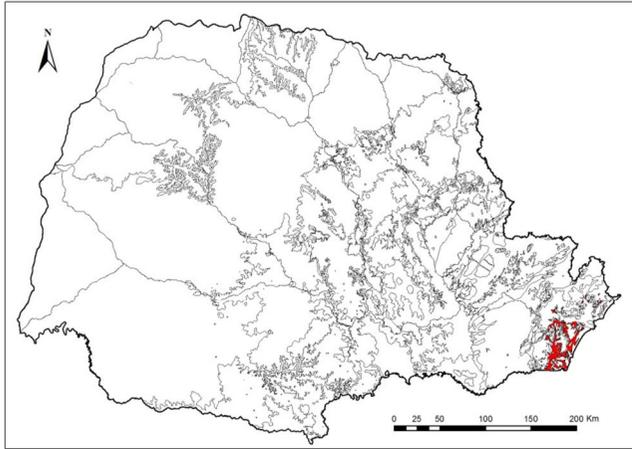
* Levantamentos até 2002.

1

Código: **PL / SAR / Litorânea / 1 / FOD**Fisiografia: **Planície Litorânea**Litologia: **rochas sedimentares arenosas**Textura predominante de solo: **arenosa**Bacia hidrográfica: **Litorânea**Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**Vegetação original: **Floresta Ombrófila Densa (FOD)**Área da unidade: **106.826,59 ha**Cobertura remanescente: **45 - 50%**Municípios integrantes: **Guaraqueçaba, Antonina, Morretes, Paranaguá, São José dos Pinhais, Pontal do Paraná, Guaratuba e Matinhos***Status* de conservação: **bom**

Observações: -

2



Código: **PL / SAg / Litorânea / 1 / FOD**

Fisiografia: **Planície Litorânea**

Litologia: **rochas sedimentares argilosas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **Litorânea**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Densa (FOD)**

Área da unidade: **71.940,12 ha**

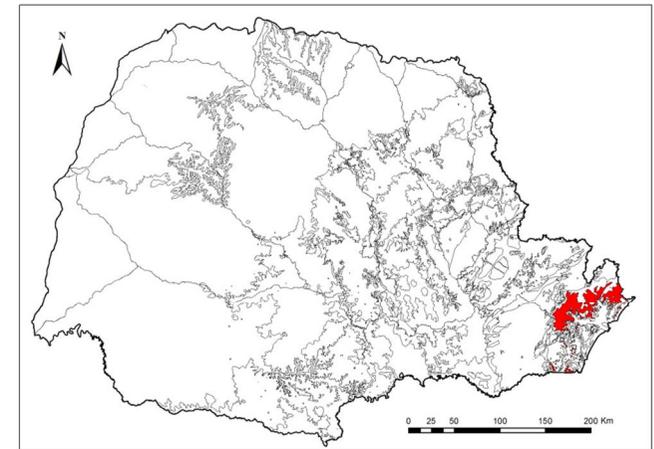
Cobertura remanescente: **> 50%**

Municípios integrantes: **Guaraqueçaba, Antonina, Morretes, Paranaguá, Pontal do Paraná, Guaratuba e Matinhos**

Status de conservação: **muito bom**

Observações: -

3



Código: **PL / MAII / Litorânea / 1 / FOD**

Fisiografia: **Planície Litorânea**

Litologia: **rochas metamórficas de alto grau e ígneas intrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **Litorânea**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Densa (FOD)**

Área da unidade: **151.495,18 ha**

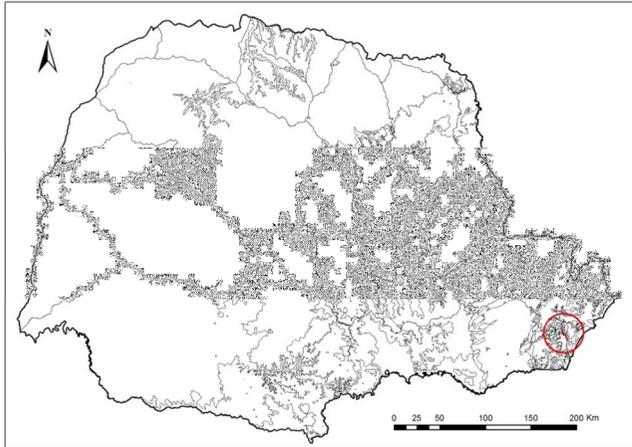
Cobertura remanescente: **> 50%**

Municípios integrantes: **Guaraqueçaba, Antonina, Morretes, Paranaguá e Guaratuba**

Status de conservação: **muito bom**

Observações: -

4



Código: **SM / SAr / Litorânea / 1 / FOD**

Fisiografia: **Serra do Mar**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **Litorânea**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Densa (FOD)**

Área da unidade: **1.942,83 ha**

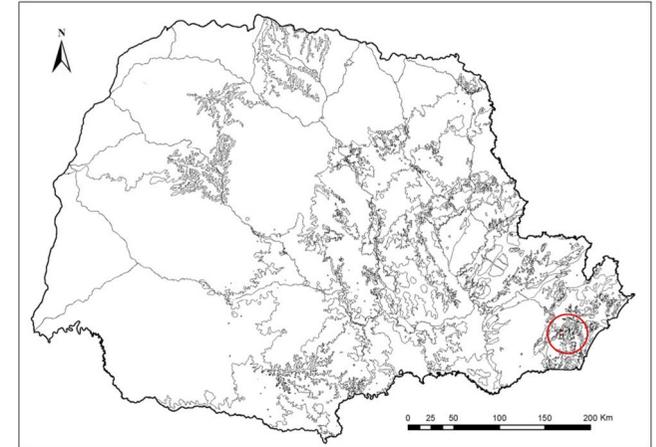
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Paranaguá**

Status de conservação: **comprometido**

Observações:

5



Código: **SM / SAg / Litorânea / 1 / FOD**

Fisiografia: **Serra do Mar**

Litologia: **rochas sedimentares argilosas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **Litorânea**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Densa (FOD)**

Área da unidade: **2.716,77 ha**

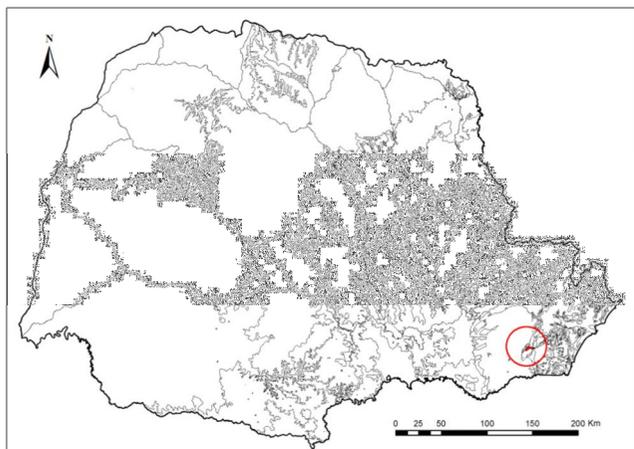
Cobertura remanescente: **> 50%**

Municípios integrantes: **Guaraqueçaba, Morretes, Paranaguá e Guaratuba**

Status de conservação: **muito bom**

Observações:

6



Código: **SM / IEx / Litorânea / 1 - 2 / FOD**

Fisiografia: **Serra do Mar**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **Litorânea**

Classe de altitude predominante: **2 (800 - 1100 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Densa (FOD)**

Área da unidade: **2.253,60 ha**

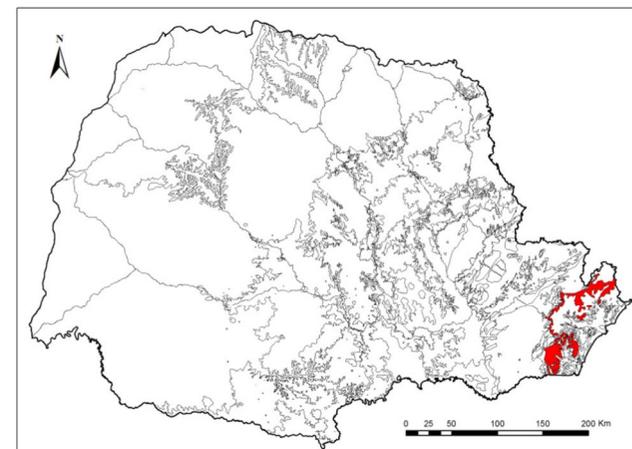
Cobertura remanescente: **> 50%**

Municípios integrantes: **Antonina, Morretes, São José dos Pinhais e Guaratuba**

Status de conservação: **muito bom**

Observações: Excepcionalmente, esta unidade engloba áreas com diferentes classes de altitude. Predominam os terrenos acima dos 800 m s.n.m. A porção abaixo dos 800 m tem área inferior a 1.000 ha (<400 ha) e, por definição, foi incorporada à UFA de feições mais próximas (bacia hidrográfica, litologia, textura de solo).

7



Código: **SM / MAII / Litorânea / 1 / FOD**

Fisiografia: **Serra do Mar**

Litologia: **rochas metamórficas de alto grau e ígneas intrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **Litorânea**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Densa (FOD)**

Área da unidade: **144.231,72 ha**

Cobertura remanescente: **> 50%**

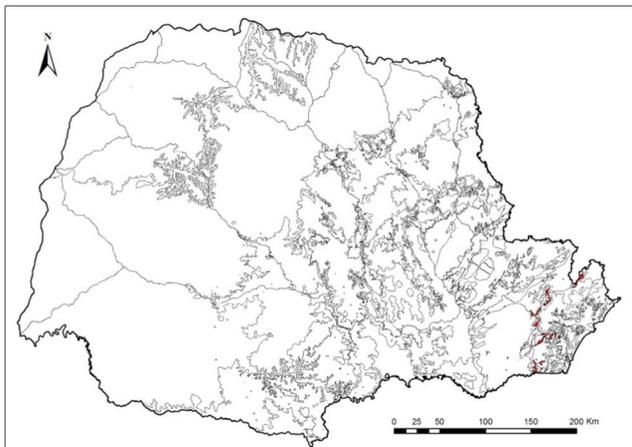
Municípios integrantes: **Guaraqueçaba, Antonina, Morretes, Quatro Barras,**

Paranaguá, São José dos Pinhais, Guaratuba, Matinhos e Tijucas do Sul

Status de conservação: **muito bom**

Observações: -

8



Código: **SM / MAII / Litorânea / 2 / FOD**

Fisiografia: **Serra do Mar**

Litologia: **rochas metamórficas de alto grau e ígneas intrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **Litorânea**

Classe de altitude: **2 (800 - 1100 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Densa (FOD)**

Área da unidade: **17.799,65 ha**

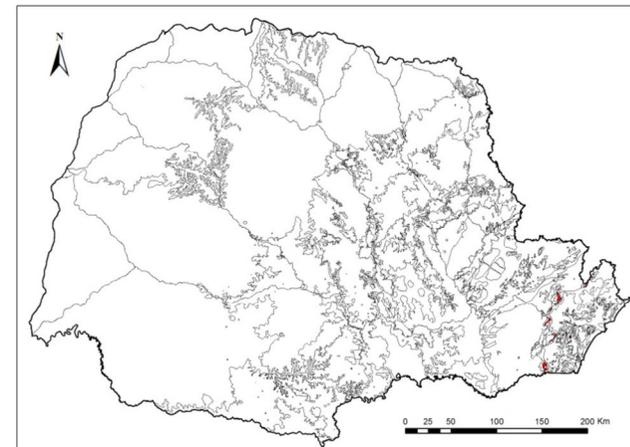
Cobertura remanescente: **> 50%**

Municípios integrantes: **Guaraqueçaba, Campina Grande do Sul, Antonina, Morretes, Quatro Barras, Paranaguá, Guaratuba e Tijucas do Sul**

Status de conservação: **muito bom**

Observações: -

9



Código: **SM / MAII / Litorânea / 3 / FOD**

Fisiografia: **Serra do Mar**

Litologia: **rochas metamórficas de alto grau e ígneas intrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **Litorânea**

Classe de altitude: **3 (> 1100 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Densa (FOD)**

Área da unidade: **8.272,05 ha**

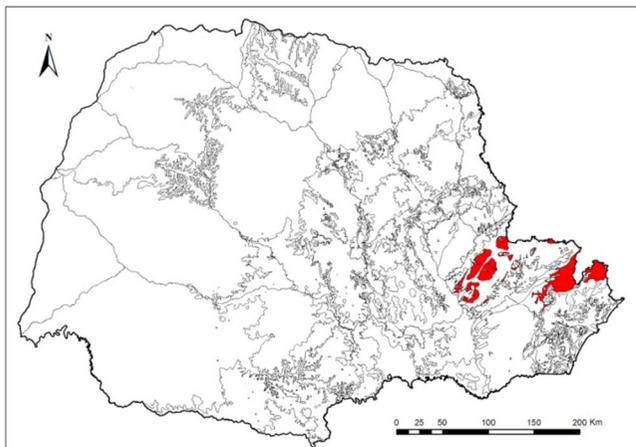
Cobertura remanescente: **25 - 30%**

Municípios integrantes: **Guaraqueçaba, Campina Grande do Sul, Antonina, Morretes, Quatro Barras, Paranaguá, Piraquara, Guaratuba e Tijucas do Sul**

Status de conservação: **regular**

Observações: -

10



Código: **SM e 1 / MAII e IEx / Ribeira / 1 FOD**

Fisiografia: **Serra do Mar e 1º planalto**

Litologia predominante: **rochas metamórficas de alto grau e ígneas intrusivas e extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Ribeira**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Densa (FOD)**

Área da unidade: **232.442,36 ha**

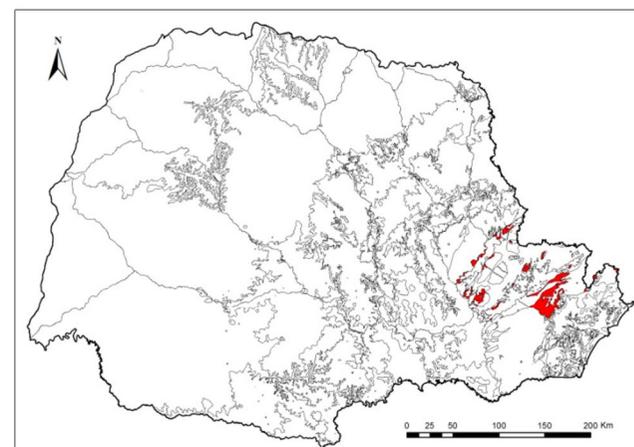
Cobertura remanescente predominante: **> 50%**

Municípios integrantes: **Guaraqueçaba, Campina Grande do Sul, Antonina, Morretes, Quatro Barras, Adrianópolis, Tunas do Paraná, Doutor Ulysses, Castro, Cerro Azul, Rio Branco do Sul, Ponta Grossa, Bocaiúva do Sul, Itaperuçu, Campo Largo e Campo Magro.**

Status de conservação predominante: **muito bom**

Observações: Há ocorrência de Floresta Ombrófila Mista (FOM) numa área inferior a 30% da UFA (zona ecotonal em algumas regiões). Esta formação tem entre 45 e 50% de cobertura remanescente, com *status* de conservação classificado como bom. Excepcionalmente, esta UFA engloba uma unidade com rochas ígneas extrusivas (IEx) existente nos municípios de **Adrianópolis e Tunas do Paraná**. Por ter extensão inferior a 1.000 ha (<500 ha), esta unidade foi incorporada à UFA de feições mais próximas (bacia hidrográfica, textura de solo, classe de altitude). A formação da unidade incorporada é a FOD, com cobertura remanescente inferior a 20% e *status* de conservação comprometido.

11



Código: **SM e 1 / MAII / Ribeira / 2 / FOM**

Fisiografia: **Serra do Mar e 1º planalto**

Litologia: **rochas metamórficas de alto grau e ígneas intrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Ribeira**

Classe de altitude: **2 (800 – 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **119.868,71 ha**

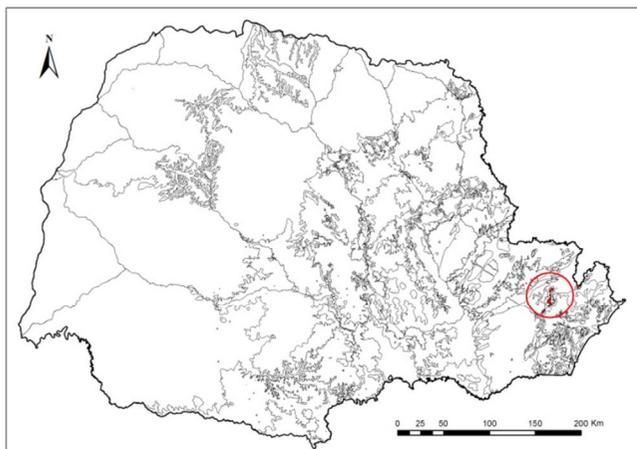
Cobertura remanescente predominante: **35 - 40%**

Municípios integrantes: **Sengés, Jaguariáiva, Piraí do Sul, Doutor Ulysses, Castro, Adrianópolis, Cerro Azul, Tunas do Paraná, Rio Branco do Sul, Ponta Grossa, Bocaiúva do Sul, Campo Largo, Campina Grande do Sul, Antonina, Campo Magro, Colombo, Morretes, Quatro Barras, Antonina, Guaraqueçaba e Campina Grande do Sul.**

Status de conservação: **regular**

Observações: Em área inferior a 10% da unidade, há ocorrência de Floresta Ombrófila Densa (FOD) nos municípios de **Guaraqueçaba, Campina Grande do Sul, Antonina, Morretes e Quatro Barras**. Esta formação tem entre 45 e 50% de vegetação original remanescente. Seu *status* de conservação é bom.

12



Código: **SM e 1 / MAII / Ribeira / 3 / FOD**

Fisiografia: **Serra do Mar e 1º planalto**

Litologia: **rochas metamórficas de alto grau e ígneas intrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Ribeira**

Classe de altitude: **3 (> 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Densa (FOD)**

Área da unidade: **6.136,64 ha**

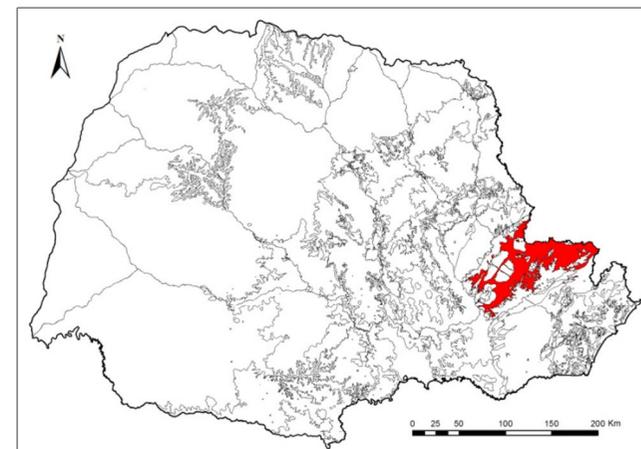
Cobertura remanescente predominante: **< 20%**

Municípios integrantes: **Guaraqueçaba, Campina Grande do Sul, Antonina, Morretes, Quatro Barras, Sengés, Doutor Ulysses e Cerro Azul**

Status de conservação predominante: **comprometido**

Observações: Nos municípios de **Sengés, Doutor Ulysses e Cerro Azul** (área inferior a 300 ha) ocorre a Floresta Ombrófila Mista (FOM), com cobertura remanescente entre 25 a 30% e *status* de conservação regular.

13



Código: **1 / MBg / Ribeira / 1 / FOD**

Fisiografia: **1º planalto**

Litologia: **rochas metamórficas de baixo grau**

Textura predominante de solo: **média a argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Ribeira**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Densa (FOD)**

Área da unidade: **373.358,59 ha**

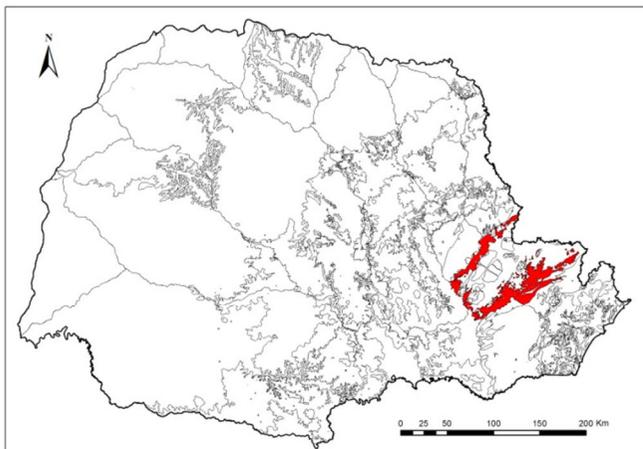
Cobertura remanescente: **35 - 40%**

Municípios integrantes: **Doutor Ulysses, Castro, Adrianópolis, Cerro Azul, Tunas do Paraná, Rio Branco do Sul, Ponta Grossa, Itaperuçu, Campo Largo, Campo Magro, Bocaiúva do Sul, Almirante Tamandaré e Palmeira**

Status de conservação: **regular**

Observações: A Floresta Ombrófila Mista (FOM) está presente em todos os municípios da unidade e é a formação exclusiva (nesta UFA) nos municípios de **Bocaiúva do Sul, Almirante Tamandaré e Palmeira**. A cobertura vegetal remanescente da FOM é de 40 a 45% e o *status* de conservação, bom.

14



Código: **1 / MBg / Ribeira / 2 / FOM**

Fisiografia: **1º planalto**

Litologia: **rochas metamórficas de baixo grau**

Textura predominante de solo: **média a argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Ribeira**

Classe de altitude: **2 (800 - 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **251.023,31 ha**

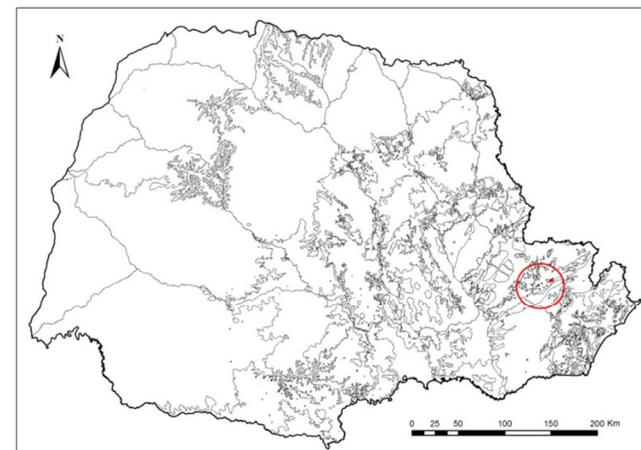
Cobertura remanescente: **40 - 45%**

Municípios integrantes: **Sengés, Pirai do Sul, Doutor Ulysses, Castro, Adrianópolis, Cerro Azul, Tunas do Paraná, Rio Branco do Sul, Ponta Grossa, Bocaiúva do Sul, Itaperuçu, Campo Largo, Campo Magro, Almirante Tamandaré, Colombo, Palmeira e Balsa Nova**

Status de conservação: **bom**

Observações: -

15



Código: **1 / MBg / Ribeira / 3 / FOM**

Fisiografia: **1º planalto**

Litologia: **rochas metamórficas de baixo grau**

Textura predominante de solo: **média a argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Ribeira**

Classe de altitude: **3 (> 1100 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **3.112,47 ha**

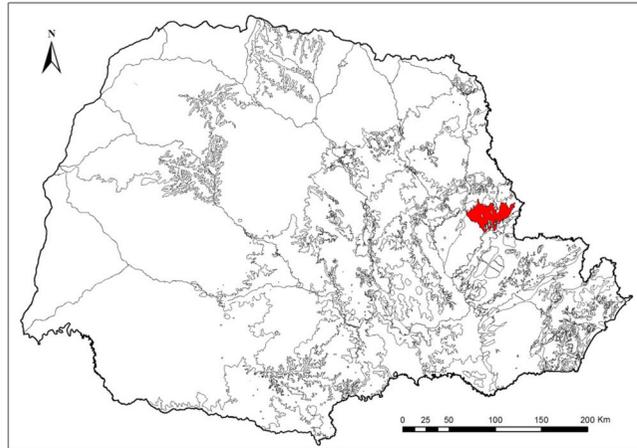
Cobertura remanescente: **40 - 45%**

Municípios integrantes: **Sengés, Doutor Ulysses, Adrianópolis, Cerro Azul, Tunas do Paraná, Rio Branco do Sul, Bocaiúva do Sul, Itaperuçu e Colombo**

Status de conservação: **bom**

Observações: -

16



Código: **1 / MAII / Itararé / 2 / FOM**

Fisiografia: **1º planalto**

Litologia: **rochas metamórficas de alto grau e ígneas intrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Itararé**

Classe de altitude: **2 (800 – 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **99.128,33 ha**

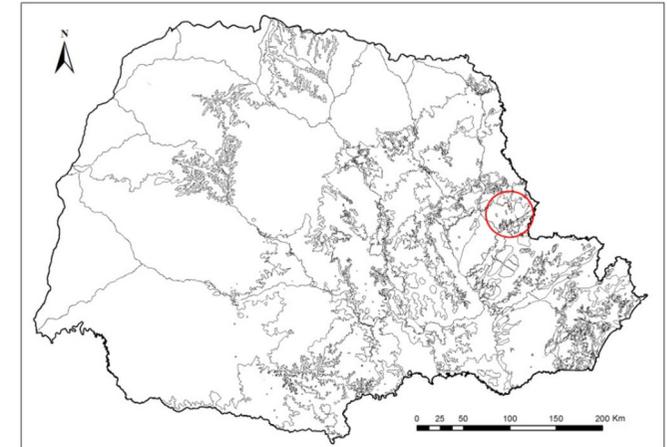
Cobertura remanescente predominante: **35 - 40%**

Municípios integrantes: **Sengés, Jaguariaíva, Piraí do Sul e Doutor Ulysses**

Status de conservação: **regular**

Observações: Em pouco mais de 15% da unidade, nos municípios de Sengés, Jaguariaíva e Piraí do Sul, ocorrem as formações Savana e Estepe.

17



Código: **1 / MAII / Itararé / 3 / FOM**

Fisiografia: **1º planalto**

Litologia: **rochas metamórficas de alto grau e ígneas intrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Itararé**

Classe de altitude: **3 (> 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **1.265,18 ha**

Cobertura remanescente: **>50%**

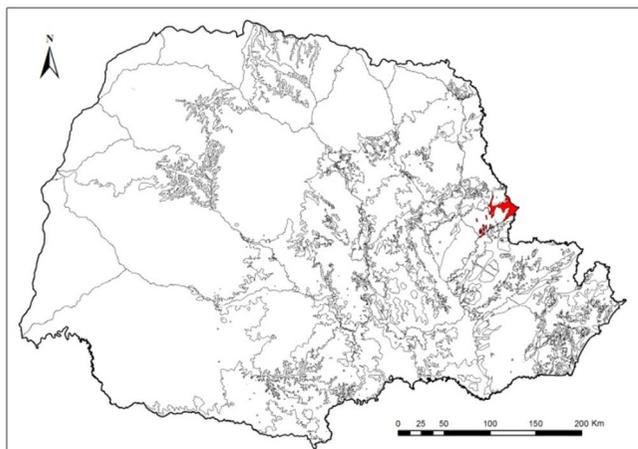
Municípios integrantes: **Sengés, Jaguariaíva e Doutor Ulysses**

Status de conservação: **muito bom**

Observações: Nestas condições, nos municípios de Sengés e Jaguariaíva, há ocorrência de Estepe (campos de altitude/hidromórficos).

140

18



Código: **1 / MBg / Itararé / 1 e 2 / FOM**

Fisiografia: **1º planalto**

Litologia: **rochas metamórficas de baixo grau**

Textura predominante de solo: **média a argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Itararé**

Classe de altitude predominante: **2 (800 – 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **36.164,09 ha**

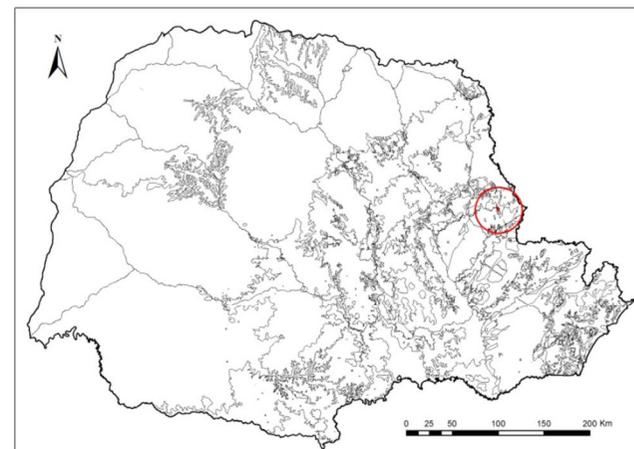
Cobertura remanescente predominante: **25 - 30%**

Municípios integrantes: **Sengés, Jaguariaíva, Piraí do Sul e Doutor Ulysses**

Status de conservação: **regular**

Observações: Excepcionalmente, esta UFA engloba áreas com diferentes classes de altitude. Predominam os terrenos acima dos 800 m s.n.m. A porção abaixo dos 800 m, que ocorre nos municípios de Sengés e Jaguariaíva, tem área inferior a 1.000 ha (<500 ha) e, por definição, foi incorporada à UFA de feições mais próximas. Na unidade incorporada, a cobertura remanescente (FOM) é inferior a 20% da original e seu status de conservação é comprometido. Há, ainda, ocorrência de Estepe no município de Sengés, com cobertura remanescente entre 20 e 25% e status de conservação crítico.

19



Código: **1 / MBg / Itararé / 3 / FOM**

Fisiografia: **1º planalto**

Litologia: **rochas metamórficas de baixo grau**

Textura predominante de solo: **média a argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Itararé**

Classe de altitude: **3 (> 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **2.098,13 ha**

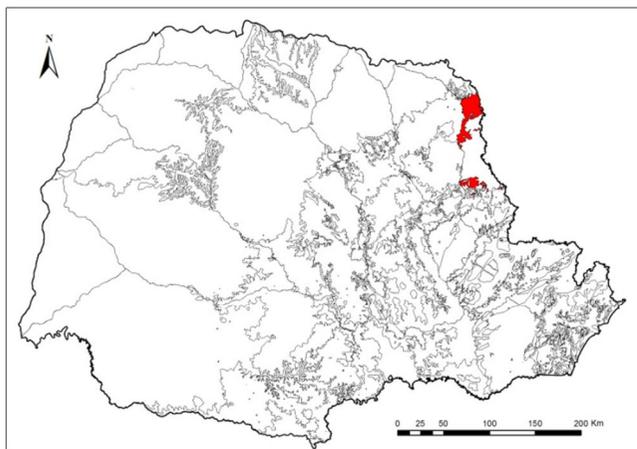
Cobertura remanescente predominante: **> 50%**

Municípios integrantes: **Sengés, Jaguariaíva e Doutor Ulysses**

Status de conservação predominante: **muito bom**

Observações: No município de **Sengés** há ocorrência de Estepe (campos de altitude/hidromórficos), com cobertura vegetal remanescente entre 40 e 45% e status de conservação bom.

20



Código: **2 / SAg / Itararé / 1 / FES**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares argilosas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Itararé**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **88.608,66 ha**

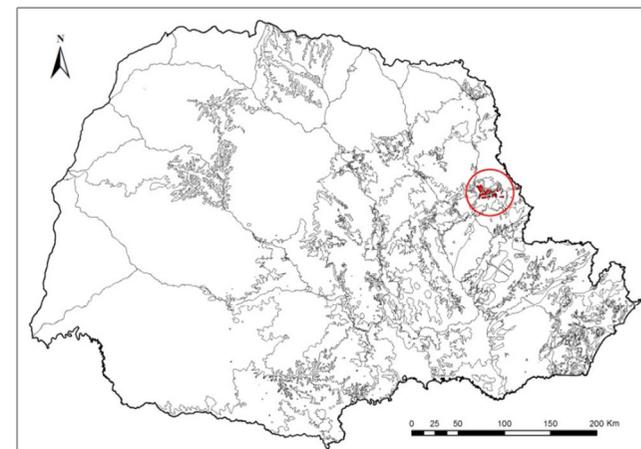
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Jacarezinho, Ribeirão Claro, Joaquim Távora, Carlópolis, Salto do Itararé, Tomazina, Siqueira Campos, Arapoti, São José da Boa Vista, Sengés e Jaguariaíva**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: Na área desta unidade, há ocorrência de Estepe (provavelmente de origem antrópica) nos municípios de **São José da Boa Vista, Arapoti, Sengés e Jaguariaíva**. A Floresta Ombrófila Mista ocorre em zona ecotonal (acima de 700 m de altitude) nos municípios de **Jacarezinho, Ribeirão Claro, Joaquim Távora, Carlópolis, Salto do Itararé, Tomazina, Siqueira Campos, São José da Boa Vista, Arapoti e Jaguariaíva**.

21



Código: **2 / SAg / Itararé / 2 / ESTEPE**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares argilosas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Itararé**

Classe de altitude: **2 (800 - 1100 m)**

Vegetação original: **Estepe**

Área da unidade: **13.851,88 ha**

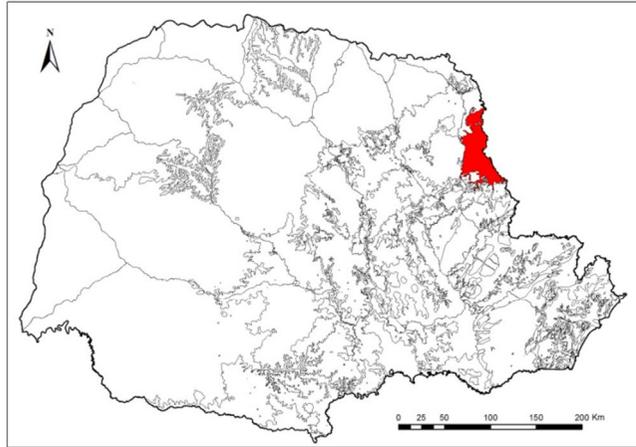
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Arapoti, Sengés e Jaguariaíva**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: Campos de altitude/hidromórficos e antrópicos.

22



Código: **2 / SAR / Itararé / 1 / FES**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **rio Itararé**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **190.649,52 ha**

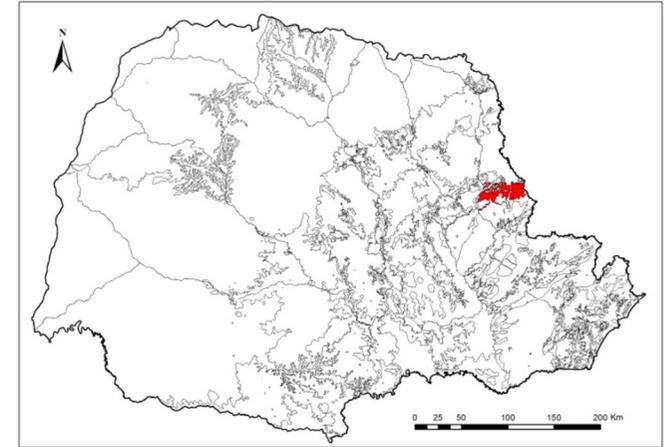
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Carlópolis, Salto do Itararé, Tomazina, Siqueira Campos, Santana do Itararé, Wenceslau Braz, São José da Boa Vista, Arapoti, Sengés e Jaguariaíva**

Status de conservação: **comprometido**

Observação: Nesta unidade, há ocorrência de Floresta Ombrófila Mista (FOM) em zona ecotonal (a partir de 700 m de altitude) nos municípios de **Salto do Itararé, Tomazina, Siqueira Campos, Wenceslau Braz, São José da Boa Vista, Arapoti e Jaguariaíva**. Na altitude desta unidade, a Estepe existente nos municípios de **São José da Boa Vista, Arapoti, Sengés e Jaguariaíva** tem provável origem antrópica.

23



Código: **2 / SAR / Itararé / 2 / ESTEPE**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **rio Itararé**

Classe de altitude: **2 (800 - 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Estepe**

Área da unidade: **69.311,38 ha**

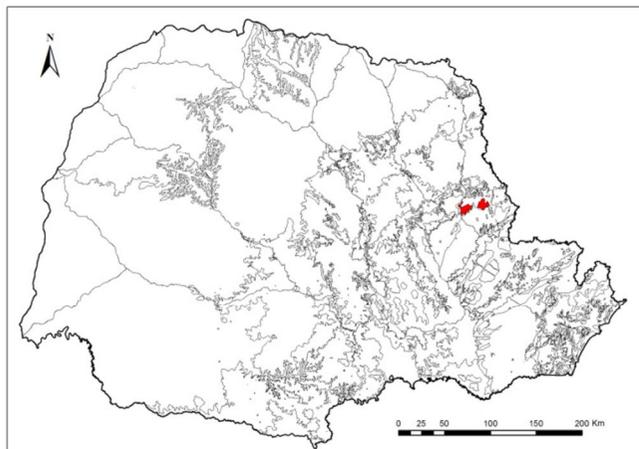
Cobertura remanescente: **<20%**

Municípios integrantes: **Arapoti, Sengés e Jaguariaíva**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: Dentro desta unidade, há ocorrência de Savana no município de Jaguariaíva.

24



Código: **2 / SAR / Itararé / 3 / ESTEPE**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **rio Itararé**

Classe de altitude: **3 (> 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Estepe**

Área da unidade: **20.935,57 ha**

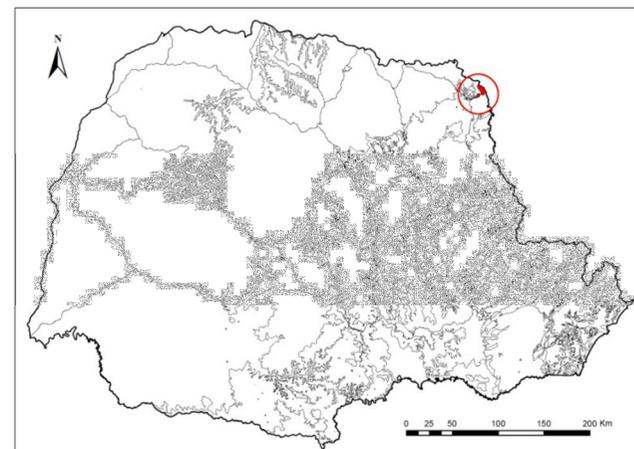
Cobertura remanescente: **20 - 25%**

Municípios integrantes: **Sengés, Jaguaiaíva e Pirai do Sul**

Status de conservação: **crítico**

Observações: Nesta unidade, há ocorrência de Savana no município de Jaguaiaíva. Com menos de 20% de sua área de cobertura original, o status de conservação desta formação é comprometido.

25



Código: **3 / IEx / Itararé / 1 / FES**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Itararé**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **6.902,61 ha**

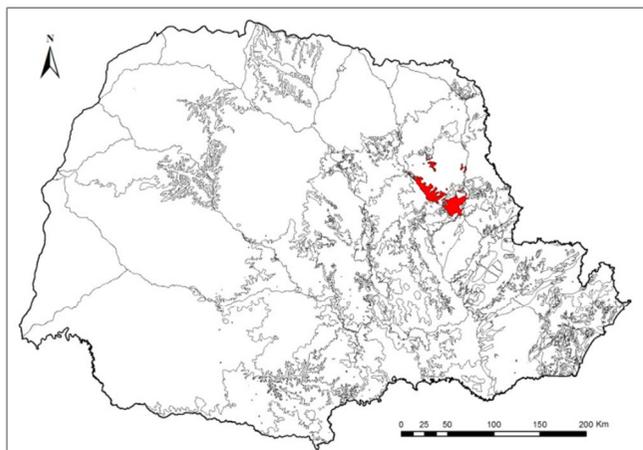
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Ribeirão Claro**

Status de conservação: **comprometido**

Observação: Nesta unidade, há ocorrência de Floresta Ombrófila Mista (FOM) em zona ecotonal acima de 700 m de altitude.

26



Código: **2 / SAR / Cinzas / 2 / FOM e SAVANA**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **rio das Cinzas**

Classe de altitude: **2 (800 - 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Mista (FOM) e Savana**

Área da unidade: **80.599,16 ha**

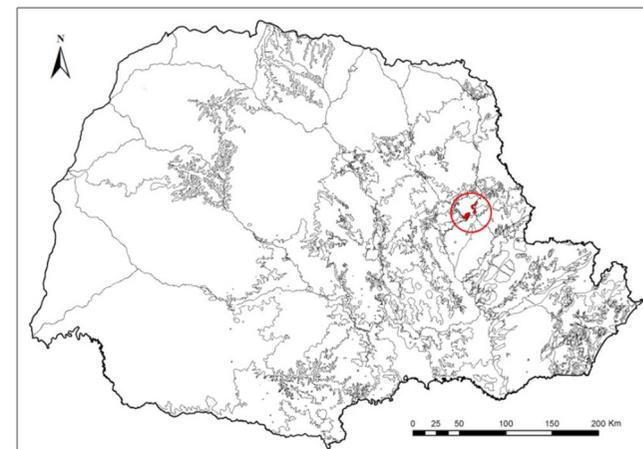
Cobertura remanescente predominante: **<20%**

Municípios integrantes: **Ibaiti, Wenceslau Braz, Pinhalão, Arapoti, Curiúva, Ventania, Telêmaco Borba, Jaguariaíva e Pirai do Sul.**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: A FOM, nesta unidade, ocorre nos municípios de **Ibaiti, Wenceslau Braz, Pinhalão, Arapoti, Curiúva, Ventania e Telêmaco Borba**. A área de Savana atinge os municípios de **Arapoti, Jaguariaíva e Pirai do Sul**. A Estepe está presente nos municípios de **Arapoti, Ventania, Jaguariaíva e Pirai do Sul**

27



Código: **2 / SAR / Cinzas / 3 / ESTEPE**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **rio das Cinzas**

Classe de altitude: **3 (> 1100 m)**

Vegetação original: **Estepe**

Área da unidade: **6.996,81 ha**

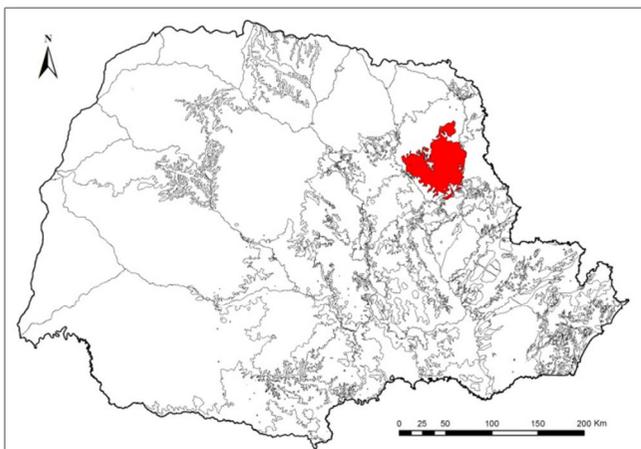
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Jaguariaíva e Pirai do Sul**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: -

28



Código: **2 / SAr / Cinzas / 1 / FES**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **rio das Cinzas**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **290.809,74 ha**

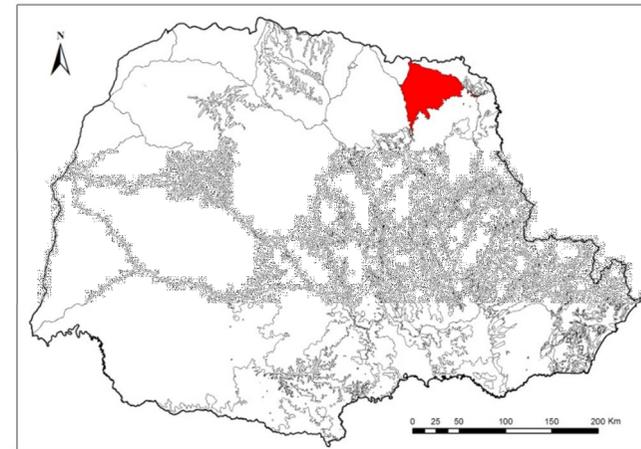
Cobertura remanescente predominante: **< 20%**

Municípios integrantes: **Joaquim Távora, Guapirama, Conselheiro Mairinck, Quatiguá, Tomazina, Japira, Ibaiti, Jaboti, Sapopema, Wenceslau Braz, Pinhalão, Figueira, Arapoti, Curiúva, Ventania Siqueira Campos, Jaguariaíva e Pirai do Sul**

Status de conservação predominante: **comprometido**

Observações: Nesta unidade, há ocorrência de Floresta Ombrófila Mista (FOM) em zona ecotonal (acima de 700 m de altitude) nos municípios de **Quatiguá, Tomazina, Siqueira Campos, Japira, Ibaiti, Wenceslau Braz, Pinhalão, Figueira, Arapoti, Curiúva e Ventania**. Nos municípios de **Arapoti, Jaguariaíva e Pirai do Sul** está presente a formação Savana. A Estepe que ocorre nos municípios de **Arapoti e Ventania** tem provável origem antrópica.

29



Código: **3 / IEx / Cinzas / 1 / FES**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio das Cinzas**

Classe de altitude predominante: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **253.364,84 ha**

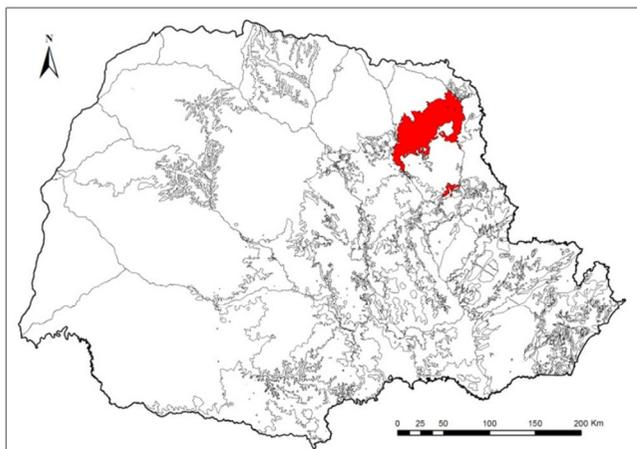
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Cambará, Santa Mariana, Itambaracá, Andirá, Jacarezinho, Cornélio Procópio, Bandeirantes, Barra do Jacaré, Ribeirão Claro, Santo Antônio da Platina, Santa Amélia, Abatiá, Ribeirão do Pinhal, Nova Fátima, Jundiá do Sul e Congonhinhas**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: Excepcionalmente, esta unidade engloba áreas com diferentes classes de altitude. Predominam os terrenos abaixo dos 800 m s.n.m, neles a Floresta Ombrófila Mista (FOM) ocorre em zona ecotonal (municípios de **Jacarezinho, Ribeirão Claro, Ribeirão do Pinhal, Nova Fátima e Congonhinhas**). A unidade incorporada, com altitude acima dos 800 m (classe 2), ocupada exclusivamente pela FOM, ocorre nos municípios de **Jacarezinho, Ribeirão Claro e Congonhinhas**. Como tem área inferior a 1.000 ha, a unidade foi, por definição, anexada à UFA de feições mais próximas (bacia hidrográfica, litologia, textura de solo).

30



Código: **2 / SAg / Cinzas / 1 / FES**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares argilosas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio das Cinzas**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **318.660,75 ha**

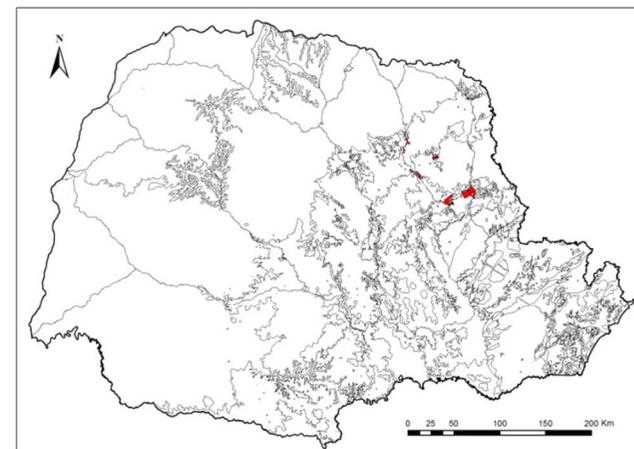
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Jacarezinho, Ribeirão Claro, Santo Antônio da Platina, Ribeirão do Pinhal, Joaquim Távora, Nova Fátima, Carlópolis, Jundiá do Sul, Guapirama, Congonhinhas, Conselheiro Mairinck, Quatiguá, Tomazina, Siqueira Campos, Japira, Ibaiti, Jaboti, Sapopema, Figueira, Arapoti, Curiúva e Ventania**

Status de conservação: **comprometido**

Observação: Nesta unidade, há ocorrência de Floresta Ombrófila Mista (FOM) em zona ecotonal (acima de 700 m de altitude). Nos municípios de **Arapoti, Jaguariaíva e Pirai do Sul** há manchas de Savana e Estepe, esta última, nesta altitude, tem provável origem antrópica.

31



Código: **2 / SAg / Cinzas / 2 / ESTEPE**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares argilosas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio das Cinzas**

Classe de altitude: **2 (800 - 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Estepe**

Área da unidade: **23.031,04 ha**

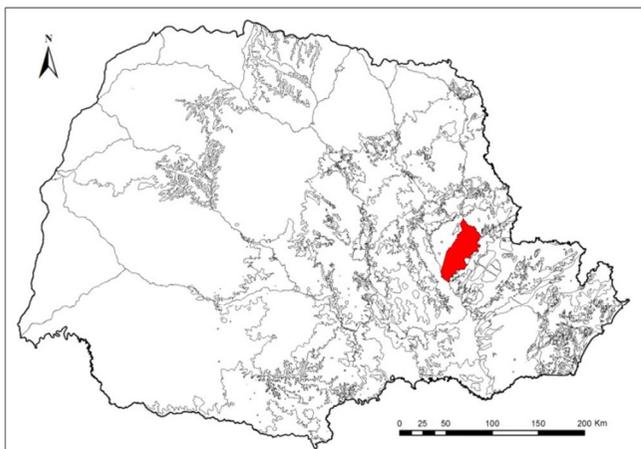
Cobertura remanescente: **< 20 %**

Municípios integrantes: **Arapoti, Jaguariaíva, Pirai do Sul, Jacarezinho, Ribeirão Claro, Santo Antônio da Platina, Joaquim Távora, Congonhinhas, São Jerônimo da Serra, Ibaiti, Sapopema, Curiúva e Ventania**

Status de conservação predominante: **comprometido**

Observações: Nesta unidade, a Floresta Ombrófila Mista (FOM) está presente nos municípios de **Jacarezinho, Ribeirão Claro, Santo Antônio da Platina, Joaquim Távora, Congonhinhas, São Jerônimo da Serra, Ibaiti, Sapopema, Arapoti, Curiúva e Ventania**. Em **Arapoti, Jaguariaíva e Pirai do Sul** ocorrem as formações Savana e Estepe.

32



Código: **1 / MAII / Tibagi / 2 / ESTEPE**

Fisiografia: **1º planalto**

Litologia: **rochas metamórficas de alto grau e ígneas intrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Tibagi**

Classe de altitude: **2 (800 – 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Estepe**

Área da unidade: **136.446,63 ha**

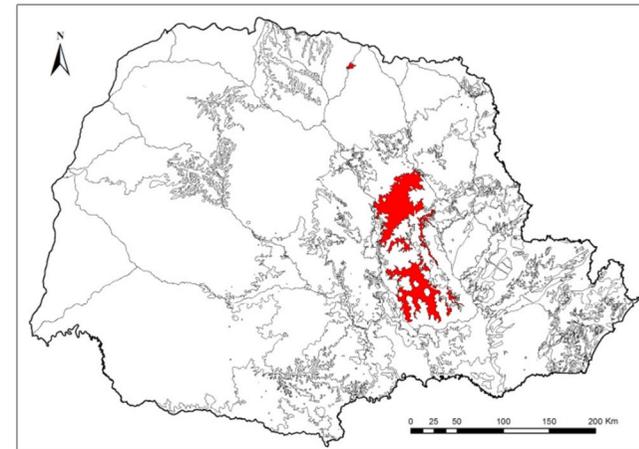
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Piraí do Sul, Doutor Ulysses, Castro, Carambeí e Ponta Grossa**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: A Floresta Ombrófila Mista (FOM) está presente em todos os municípios da unidade, ocupando cerca de 1/3 da área desta UFA.

33



Código: **2 e 3 / SAR / Tibagi / 1 / FOM e FES**

Fisiografia: **2º e 3º planaltos**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **rio Tibagi**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original predominante: **ecótono de Floresta Ombrófila Mista (FOM) e Flores Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **397.197,17 ha**

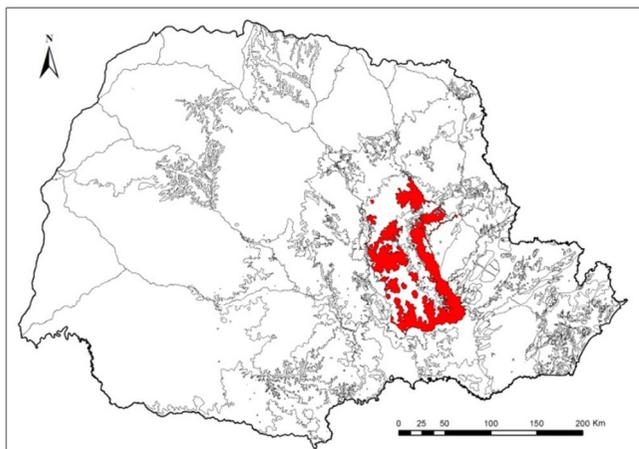
Cobertura remanescente: **entre 20 e 25% (FOM) e < 20% (FES)**

Municípios integrantes: **Ventania, Telêmaco Borba, Imbaú, Tibagi, Carambeí, Ipiranga, Ponta Grossa, Imbituva, Teixeira Soares, Palmeira, Ortigueira, Curiúva, Reserva, Ivaí, Fernandes Pinheiro, Primeiro de Maio, Bela Vista do Paraíso e Sertanópolis**

Status de conservação: **de crítico a comprometido**

Observações: Nesta unidade, a Floresta Estacional Semidecidual (FES) está presente nos municípios de **Ortigueira, Curiúva, Telêmaco Borba, Imbaú, Tibagi, Primeiro de Maio, Bela Vista do Paraíso e Sertanópolis** em altitudes inferiores a 700 m. A Estepe, que nesta classe de altitude é principalmente antrópica, ocorre nos municípios **Ventania, Telêmaco Borba, Imbaú, Tibagi, Carambeí, Ipiranga, Ponta Grossa, Imbituva, Teixeira Soares e Palmeira**

34



Código: **2 / SAr / Tibagi / 2 / ESTEPE**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **rio Tibagi**

Classe de altitude: **2 (800 - 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Estepe**

Área da unidade: **557.929,29 ha**

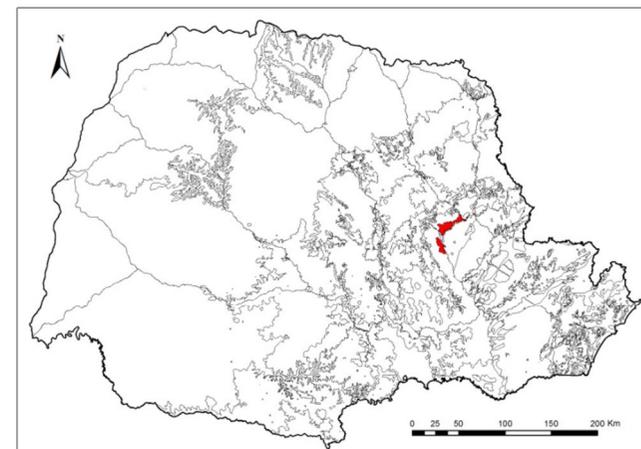
Cobertura remanescente predominante: **< 20%**

Municípios integrantes: **Arapoti, Ventania, Telêmaco Borba, Jaguariaíva, Pirai do Sul, Reserva, Tibagi, Castro, Carambeí, Ipiranga, Ponta Grossa, Campo Largo, Imbituva, Teixeira Soares, Palmeira, Porto Amazonas, Ortigueira, Curiúva, Imbaú, Ivaí, Fernandes Pinheiro, Irati e São João do Triunfo,**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: Cerca de 40% da unidade tem a Floresta Ombrófila Mista como vegetação original. Esta formação está presente nos municípios **Ortigueira, Curiúva, Ventania, Telêmaco Borba, Pirai do Sul, Imbaú, Reserva, Tibagi, Castro, Carambeí, Ipiranga, Ivaí, Ponta Grossa, Campo Largo, Imbituva, Teixeira Soares, Palmeira, Fernandes Pinheiro, Irati e São João do Triunfo,** tem cobertura remanescente entre 20 - 25 % e status de conservação: crítico

35



Código: **2 / SAr / Tibagi / 3 / ESTEPE**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **rio Tibagi**

Classe de altitude: **3 (> 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Estepe**

Área da unidade: **26.778,14 ha**

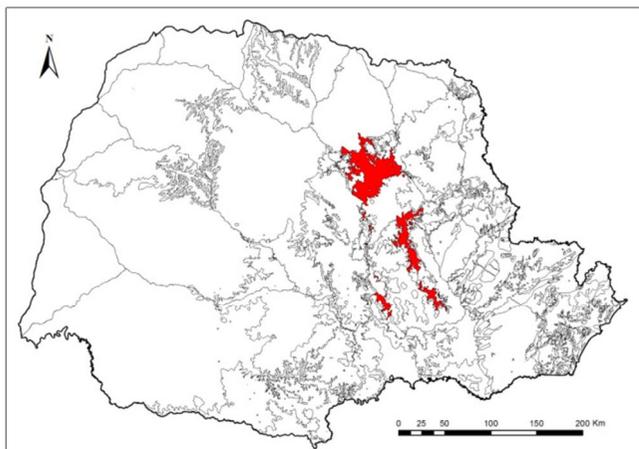
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Jaguariaíva, Pirai do Sul, Tibagi, Castro e Carambeí**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: Nesta unidade, nos municípios de **Pirai do Sul, Tibagi, Castro e Carambeí** há ocorrência de Floresta Ombrófila Mista.

36



Código: **2 / SAg / Tibagi / 1 / FOM e FES**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares argilosas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Tibagi**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original predominante: **ecótono de Floresta Ombrófila Mista (FOM) e Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **322.951,42 ha**

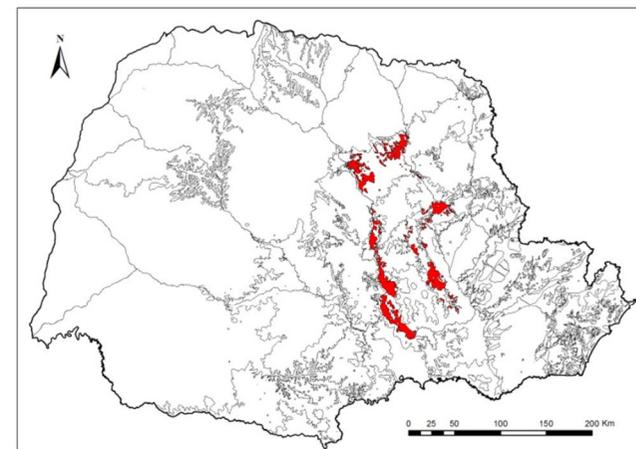
Cobertura remanescente: **25 - 30%**

Municípios integrantes: **Londrina, Congonhinhas, São Jerônimo da Serra, Tamarana, Sapopema, Figueira, Ortigueira, Curiúva, Imbaú, Reserva, Tibagi, Ivaí, Imbituva, Guamiranga, Fernandes Pinheiro, Ventania, Carambeí, Ponta Grossa, Teixeira Soares e Palmeira, Telêmaco Borba e Irati**

Status de conservação: **regular**

Observações: Nesta unidade, a FES ocorre nos municípios de **Londrina, São Jerônimo da Serra, Tamarana, Sapopema, Ortigueira, Curiúva e Telêmaco Borba**, ocupando altitudes de até 700 m. A FOM ocorre em zona ecotonal com a FES entre 700 e 800 m de altitude, nos municípios de **Londrina, Congonhinhas, São Jerônimo da Serra, Tamarana, Sapopema, Figueira, Ortigueira, Curiúva, Imbaú, Reserva, Tibagi, Ivaí, Imbituva, Guamiranga, Fernandes Pinheiro e Irati**. A Estepe, nesta altitude e com esta textura de solo, é principalmente de origem antrópica e está presente nos municípios de **Ortigueira, Ventania, Telêmaco Borba, Reserva, Tibagi, Carambeí, Ponta Grossa, Imbituva, Teixeira Soares e Palmeira**. Em **São Jerônimo da Serra** há registro de Savana.

37



Código: **2 / SAg / Tibagi / 2 / FOM**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares argilosas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Tibagi**

Classe de altitude: **2 (800 - 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **257.000,18 ha**

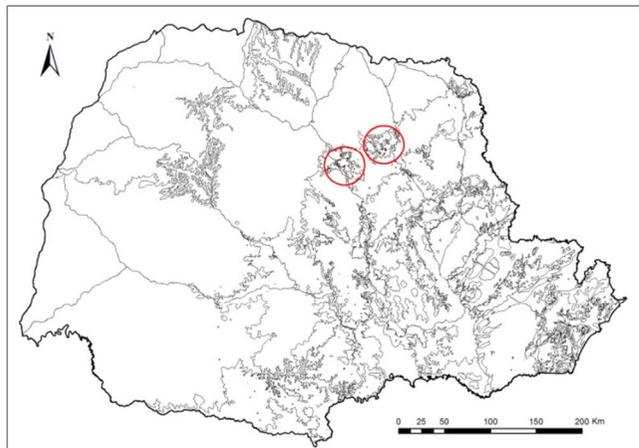
Cobertura remanescente predominante: **20 - 25%**

Municípios integrantes: **Santo Antônio do Paraíso, Congonhinhas, São Jerônimo da Serra, Tamarana, Sapopema, Ortigueira, Mauá da Serra, Faxinal, Curiúva, Imbaú, Reserva, Tibagi, Prudentópolis, Ipiranga, Ivaí, Imbituva, Guamiranga, Fernandes Pinheiro, Irati, São João do Triunfo, Rebouças, Arapoti, Ventania, Telêmaco Borba, Piraí do Sul, Carambeí, Ponta Grossa, Palmeira, São Jerônimo da Serra**

Status de conservação: **crítico**

Observações: Nesta unidade, a Estepe aparece como vegetação original nos municípios de **Arapoti, Ventania, Telêmaco Borba, Piraí do Sul, Reserva, Tibagi, Carambeí, Ponta Grossa, Imbituva e Palmeira**. Em **São Jerônimo da Serra**, a vegetação original, nesta UFA, é a Savana.

38



Código: **2 / SAg / Tibagi / 3 / FOM**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares argilosas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Tibagi**

Classe de altitude: **3 (> 1100 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **1.679,14 ha**

Cobertura remanescente: **20 - 25%**

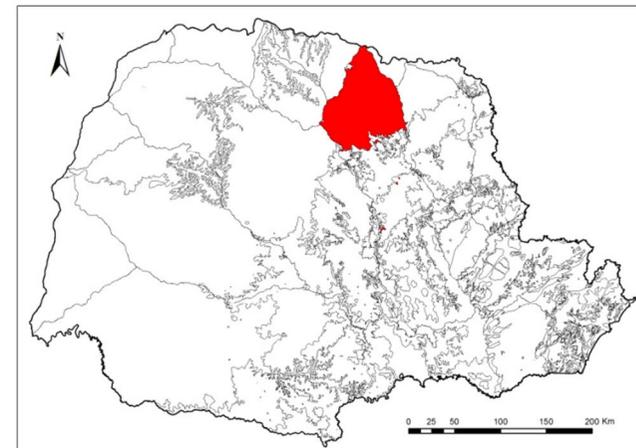
Municípios integrantes: **São Jerônimo da Serra, Tamarana, Sapopema,**

Ortigueira, Mauá da Serra e Faxinal

Status de conservação: **crítico**

Observação: -

39



Código: **2 e 3 / IEx / Tibagi / 1 / FES**

Fisiografia: **2º e 3º planaltos**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Tibagi**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **12.573,46 ha**

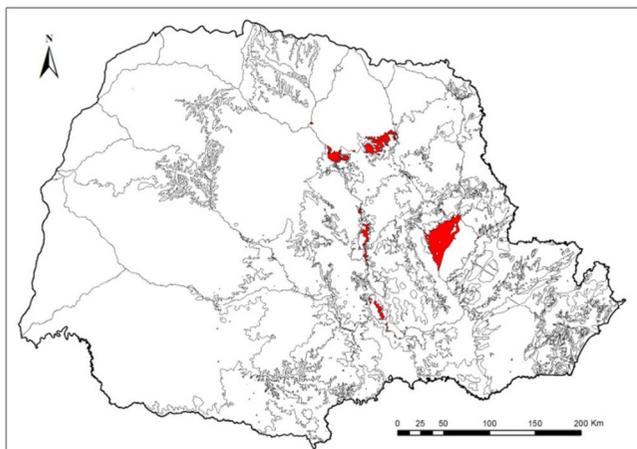
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Londrina, Santa Cecília do Pavão, São Jerônimo da Serra, Nova Santa Bárbara, Ortigueira, Telêmaco Borba, Reserva, Tibagi, Imbituva, Irati, Primeiro de Maio, Sertaneja, Leópolis, Bela Vista do Paraíso, Sertanópolis, Rancho Alegre, Cambé, Cornélio Procópio, Iporã, Uraí, Jataizinho, Rolândia, Nova América da Colina, Assaí, Nova Fátima, Arapongas, São Sebastião da Amoreira, Apucarana, Santo Antônio do Paraíso, Congonhinhas, Marilândia do Sul, Califórnia e Tamarana**

Status de conservação: **comprometido**

Observação: Nesta unidade, há ocorrência de Floresta Ombrófila Mista (FOM) em zona ecotonal acima de 700 m de altitude. A Savana está presente no município de **São Jerônimo da Serra**.

40



Código: **1, 2 e 3 / IEx / Tibagi / 2 / FOM**

Fisiografia: **1º, 2º e 3º planaltos**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Tibagi**

Classe de altitude: **2 (800 - 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **176.766,92 ha**

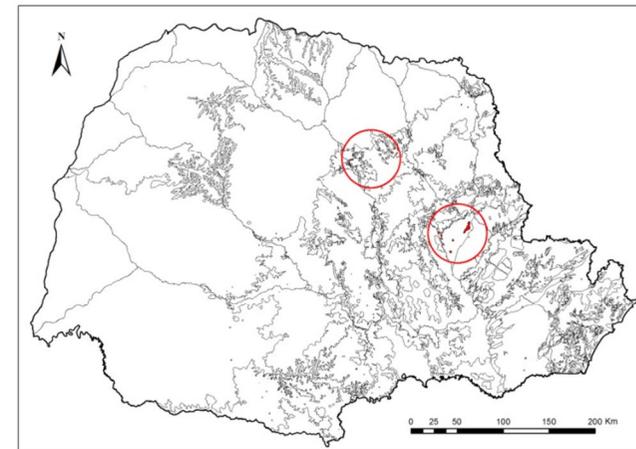
Cobertura remanescente predominante: **<20%**

Municípios integrantes: **Jaguariaíva, Pirai do Sul, Tibagi, Castro, Carambeí, Doutor Ulysses, São Jerônimo da Serra, Sapopema, Ortigueira, Reserva, Prudentópolis, Ipiranga, Ivaí, Imbituva, Guamiranga, Fernandes Pinheiro, Irati, Rebouças, Londrina, Araongas, Apucarana, Santo Antônio do Paraíso, Congonhinhas, São Jerônimo da Serra, Nova Santa Bárbara, Marilândia do Sul, Tamarana e Mauá da Serra.**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: Na área desta unidade, há ocorrência de Savana no município de **São Jerônimo da Serra** e de Estepe nos municípios de **Pirai do Sul, Reserva, Tibagi e Castro**

41



Código: **1, 2 e 3 / IEx / Tibagi / 3 / FOM**

Fisiografia: **1º, 2º e 3º planaltos**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Tibagi**

Classe de altitude: **3 (>1100 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **6.478,04 ha**

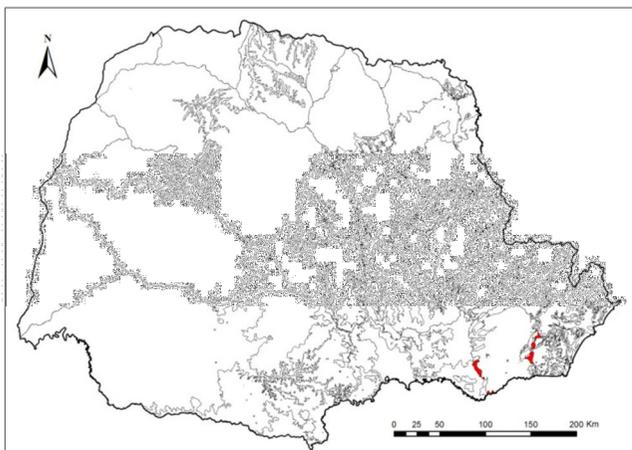
Cobertura remanescente: **35 - 40%**

Municípios integrantes: **Pirai do Sul, Tibagi, Castro, São Jerônimo da Serra, Sapopema, Tamarana, Mauá da Serra e Faxinal**

Status de conservação: **regular**

Observações: Nesta unidade, há ocorrência de Estepe nos municípios de **Pirai do Sul, Tibagi e Castro.**

42



Código: **SM e 1 / MAII / Iguaçu / 1 / FOM**

Fisiografia: **Serra do Mar e 1º planalto**

Litologia: **rochas metamórficas de alto grau e ígneas intrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Iguaçu**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **21.500,73 ha**

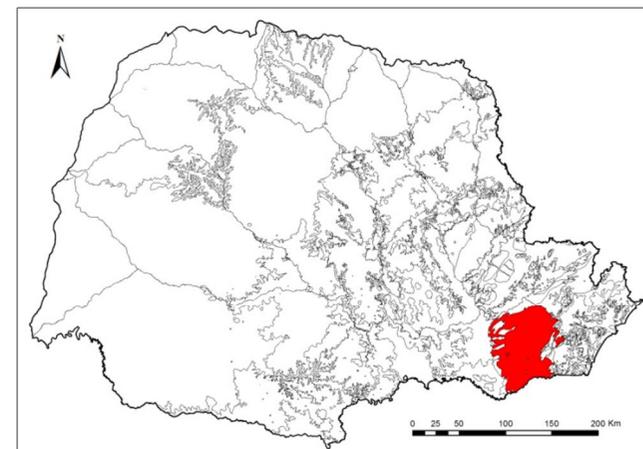
Cobertura remanescente predominante: **> 50%**

Municípios integrantes: **Morretes, Quatro Barras, São José dos Pinhais, Guaratuba, Tijucas do Sul, Araucária, Lapa, Contenda, Quitandinha, Campo do Tenente, Agudos do Sul e Piên**

Status de conservação: **muito bom**

Observações: Nesta unidade, a Floresta Ombrófila Densa (FOD) está presente em **Morretes, Quatro Barras, São José dos Pinhais, Guaratuba e Tijucas do Sul**. Há ocorrência de **Estepe** (provavelmente de origem antrópica) em **Quitandinha e Campo do Tenente**.

43



Código: **SM e 1 / MAII / Iguaçu / 2 / FOM**

Fisiografia: **Serra do Mar e 1º planalto**

Litologia: **rochas metamórficas de alto grau e ígneas intrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Iguaçu**

Classe de altitude: **2 (800 – 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **445.757,40 ha**

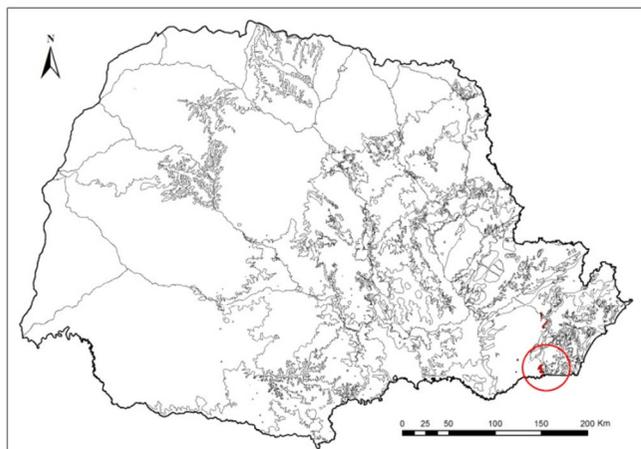
Cobertura remanescente predominante: **25 - 30%**

Municípios integrantes: **Campo Largo, Campina Grande do Sul, Almirante Tamandaré, Colombo, Quatro Barras, Curitiba, Balsa Nova, Pinhais, Piraquara, São José dos Pinhais, Araucária, Contenda, Fazenda Rio Grande, Mandirituba, Tijucas do Sul, Quitandinha, Campo Magro, Morretes, Agudos do Sul, Piên e Guaratuba.**

Status de conservação: **regular**

Observações: Nesta unidade, há ocorrência de Floresta Ombrófila Densa (FOD) nos municípios de **Morretes, Quatro Barras, Piraquara, São José dos Pinhais, Guaratuba e Tijucas do Sul** e de áreas de Estepe (antrópicas e úmidas) em **Campo Largo, Campina Grande do Sul, Almirante Tamandaré, Colombo, Quatro Barras, Curitiba, Balsa Nova, Pinhais, Piraquara, São José dos Pinhais, Araucária, Contenda, Fazenda Rio Grande, Mandirituba, Tijucas do Sul e Quitandinha**.

44



Código: **SM e 1 / MAII / Iguazu / 3 / FOD**

Fisiografia: **Serra do Mar e 1º planalto**

Litologia: **rochas metamórficas de alto grau e ígneas intrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Iguazu**

Classe de altitude: **3 (> 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Densa (FOD)**

Área da unidade: **6.837,34 ha**

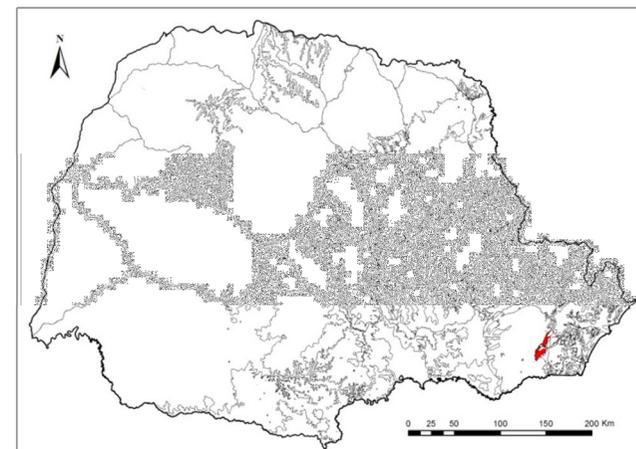
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Morretes, Quatro Barras, Piraquara, São José dos Pinhais, Mandirituba, Guaratuba e Tijucas do Sul**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: Nesta área, há ocorrência de Floresta Ombrófila Mista (FOM) nos municípios de **Mandirituba e Tijucas do Sul**

45



Código: **SM e 1 / IEx / Iguazu / 2 / FOM**

Fisiografia: **Serra do Mar e 1º planalto**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Iguazu**

Classe de altitude: **2 (800 - 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **14.862,77 ha**

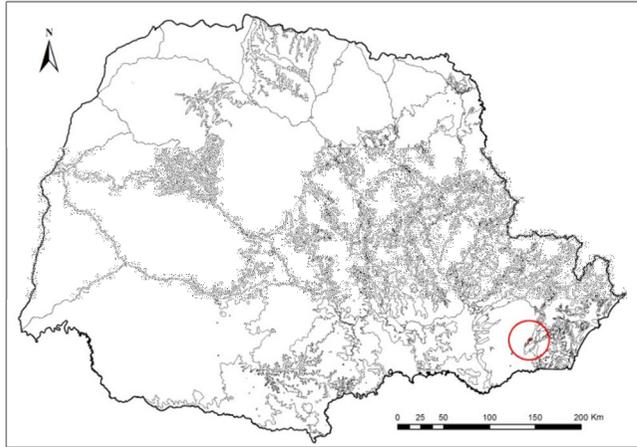
Cobertura remanescente: **>50%**

Municípios integrantes: **Morretes, São José dos Pinhais e Tijucas do Sul**

Status de conservação: **muito bom**

Observações: A Floresta Ombrófila Densa (FOD) ocupa pouco mais de 30% desta unidade.

46



Código: **SM / IEx / Iguaçu / 3 / FOD**

Fisiografia: **Serra do Mar**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Iguaçu**

Classe de altitude: **3 (> 1100 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Densa (FOD)**

Área da unidade: **1.310,43 ha**

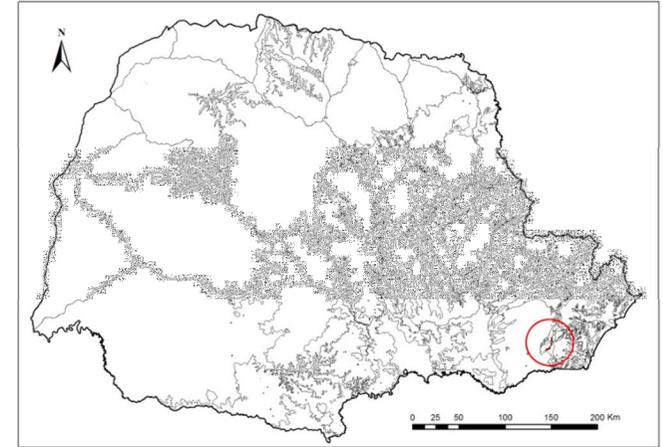
Cobertura remanescente: **> 50%**

Municípios integrantes: **São José dos Pinhais e Tijucas do Sul**

Status de conservação: **muito bom**

Observações: -

47



Código: **1 / IEx / Iguaçu / 1 / FOM**

Fisiografia: **1º planalto**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Iguaçu**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **1.825,34 ha**

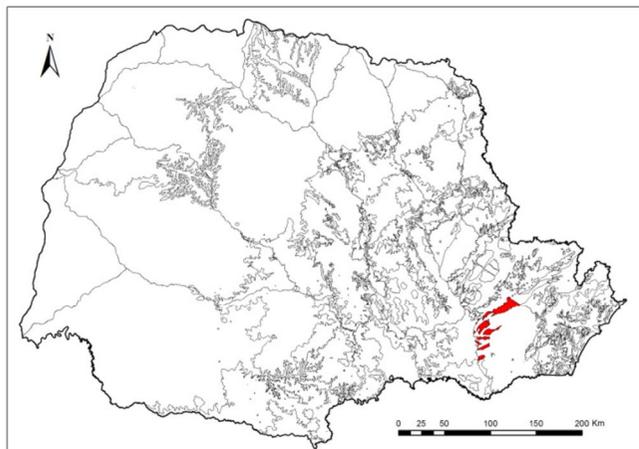
Cobertura remanescente: **>50%**

Municípios integrantes: **São José dos Pinhais e Tijucas do Sul**

Status de conservação: **muito bom**

Observações: -

48



Código: **1 / MBg / Iguaçu / 2 / FOM**

Fisiografia: **1º planalto**

Litologia: **rochas metamórficas de baixo grau**

Textura predominante de solo: **média a argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Iguaçu**

Classe de altitude: **2 (800 – 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **55.241,53 ha**

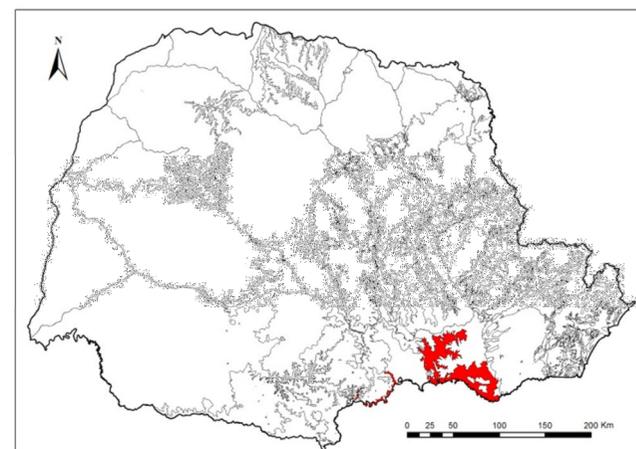
Cobertura remanescente predominante: **25 - 30%**

Municípios integrantes: **Rio Branco do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Almirante Tamandaré, Colombo, Curitiba, Balsa Nova, Araucária, Lapa e Contenda**

Status de conservação: **regular**

Observações: A Estepe (grande parte antrópica ou úmida) ocupa menos de 20% da unidade.

49



Código: **2 / SAR / Iguaçu / 1 / FOM**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **rio Iguaçu**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **249.278,74 ha**

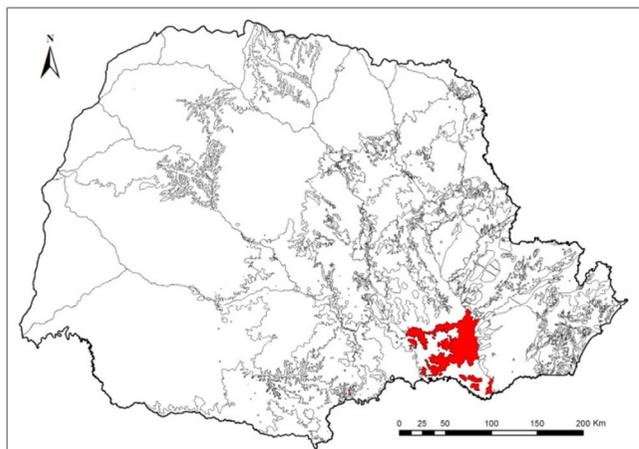
Cobertura remanescente: **30 - 35%**

Municípios integrantes: **Palmeira, São João do Triunfo, Porto Amazonas, Lapa, São Mateus do Sul, Mallet, Quitandinha, Antonio Olinto, Campo do Tenente, União da Vitória, Rio Negro, Piên, Paulo Frontin, Paula Freitas e Porto Vitória**

Status de conservação: **regular**

Observações: Nesta unidade, há ocorrência de Estepe (provavelmente de origem antrópica) nos municípios de **Palmeira, Porto Amazonas, São João do Triunfo, Lapa, Quitandinha, Campo do Tenente, Rio Negro e Piên**

50



Código: **2 / SAR / Iguaçu / 2 / ESTEPE**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **rio Iguaçu**

Classe de altitude predominante: **2 (800 – 1100 m)**

Vegetação original: **mosaico de Estepe e Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **249.2278,74 ha**

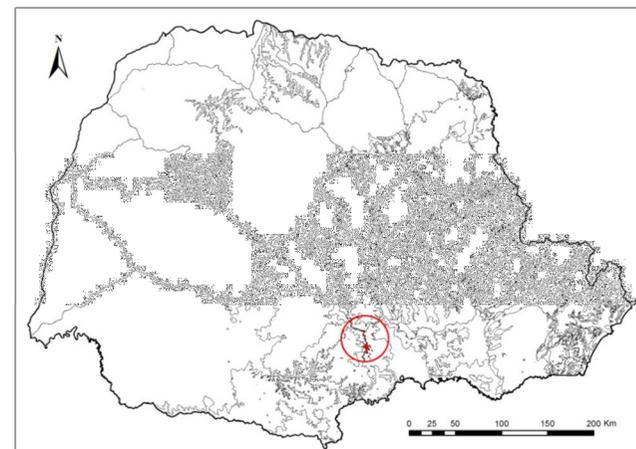
Cobertura remanescente: **20 - 25%**

Municípios integrantes: **Campo Largo, Palmeira, Balsa Nova, Porto Amazonas, Lapa, Campo do Tenente, Rio Negro, Fernandes Pinheiro, São João do Triunfo, Rebouças, São Mateus do Sul, Quitandinha, Antonio Olinto, União da Vitória e Piên.**

Status de conservação: **crítico**

Observações: Excepcionalmente, esta unidade engloba áreas com diferentes classes de altitude. Predominam os terrenos em altitudes entre 800 m e 1.100 m. A porção acima de 1.100 m ocorre no município de **Campo Largo**, tem área inferior a 1.000 ha (<300 ha) e, por definição, foi incorporada à UFA de feições mais próximas. Sua cobertura remanescente (Estepe) é inferior a 20% e seu status de conservação é comprometido.

51



Código: **2 / SAg / Iguaçu / 3 / FOM**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares argilosas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Iguaçu**

Classe de altitude: **3 (>1100 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **6.339,47 ha**

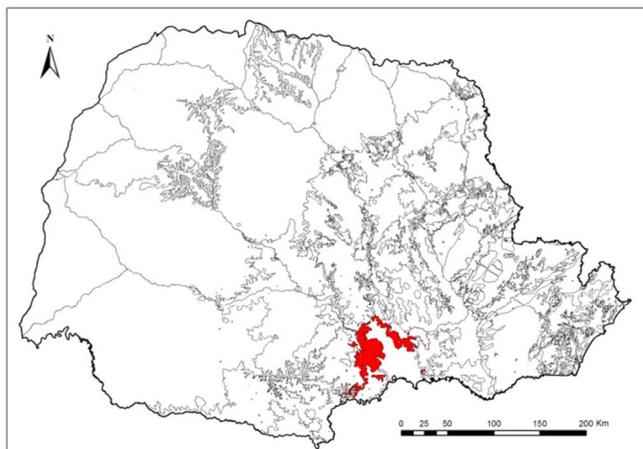
Cobertura remanescente: **40 - 45%**

Municípios integrantes: **Irati, Inácio Martins, Rio Azul, Cruz Machado, Mallet e União da Vitória**

Status de conservação: **bom**

Observações: -

52



Código: **2 / SAg / Iguaçu / 2 / FOM**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares argilosas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Iguaçu**

Classe de altitude: **2 (800 - 1100 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Mista**

Área da unidade: **172.691,8 ha**

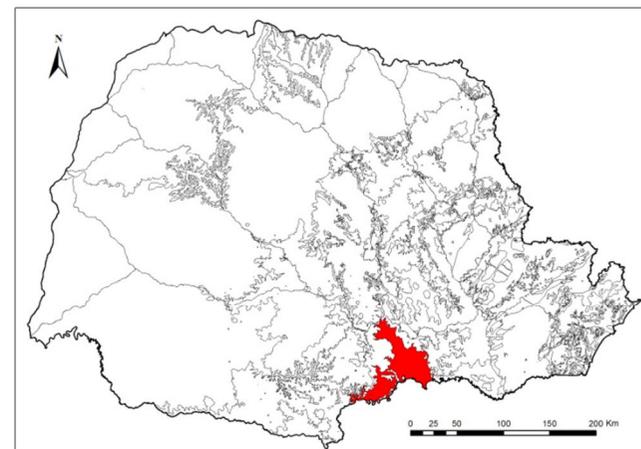
Cobertura remanescente: **30 - 35%**

Municípios integrantes: **Prudentópolis, Guarapuava, Fernandes Pinheiro, Irati, Inácio Martins, São João do Triunfo, Rebouças, Rio Azul, Cruz Machado, São Mateus do Sul, Mallet, Antonio Olinto, União da Vitória, Paulo Frontin, Paula Freitas e Porto Vitória**

Status de conservação: **regular**

Observações: -

53



Código: **2 / SAg / Iguaçu / 1 / FOM**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares argilosas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Iguaçu**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **265.424,45 ha**

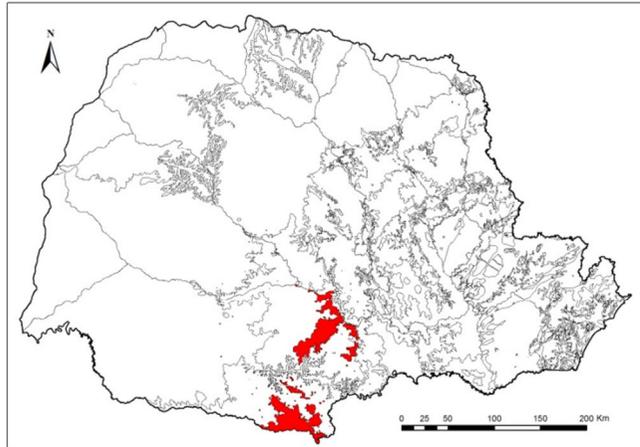
Cobertura remanescente: **25 - 30%**

Municípios integrantes: **Irati, São João do Triunfo, Rebouças, Rio Azul, São Mateus do Sul, Mallet, Antonio Olinto, União da Vitória, Paulo Frontin, Paula Freitas e Porto Vitória**

Status de conservação: **regular**

Observações: -

54



Código: **3 / IEx / Iguaçu / 3 / FOM**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Iguaçu**

Classe de altitude: **3 (> 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **307.690,44 ha**

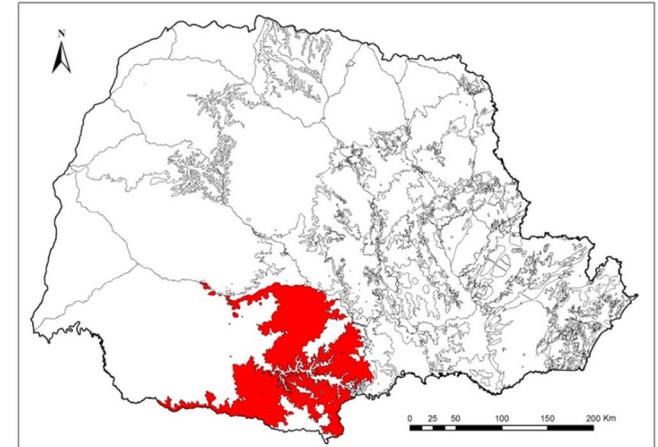
Cobertura remanescente predominante: **40 - 45%**

Municípios integrantes: **Turvo, Goioxim, Guarapuava, Laranjeiras do Sul, Irati, Inácio Martins, Rio Azul, Pinhão, Cruz Machado, Mallet, Mangueirinha, Bituruna, Coronel Domingos Soares, União da Vitória, Porto Vitória, General Carneiro e Palmas**

Status de conservação predominante: **bom**

Observações: Nesta unidade, há ocorrência de Estepe (campos úmidos) nos municípios de **Guarapuava, Laranjeiras do Sul, Inácio Martins, Pinhão, Mangueirinha, Coronel Domingos Soares, General Carneiro e Palmas.**

55



Código: **3 / IEx / Iguaçu / 2 / FOM**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Iguaçu**

Classe de altitude: **2 (800 - 1100 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **1.373.799,26 ha**

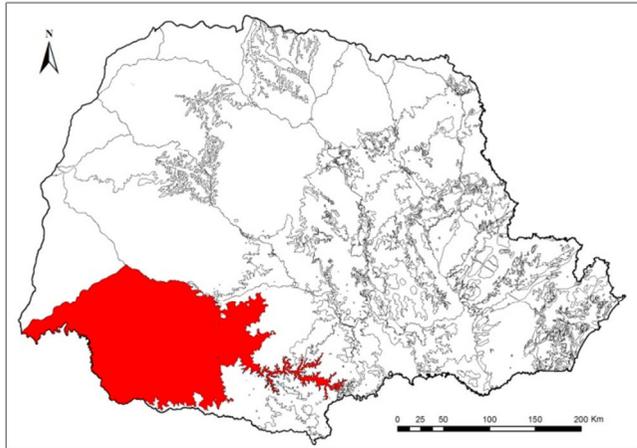
Cobertura remanescente: **30 - 35%**

Municípios integrantes: **Turvo, Guaraniaçu, Diamante do Sul, Goioxim, Nova Laranjeiras, Marquinho, Campina do Simão, Guarapuava, Laranjeiras do Sul, Cantagalo, Virmond, Candói, Irati, Rio Bonito do Iguaçu, Inácio Martins, Rio Azul, Pinhão, Foz do Jordão, Chopinzinho, Cruz Machado, Reserva do Iguaçu, Mallet, Mangueirinha, Coronel Vivida, Bituruna, Coronel Domingos Soares, União da Vitória, Paulo Frontin, Pato Branco, Honório Serpa, Paula Freitas, Renasença, Marmeleiro, Porto Vitória, Vitorino, Clevelândia, Flor da Serra do Sul, General Carneiro, Mariópolis e Palmas**

Status de conservação: **regular**

Observações: Nesta unidade, há ocorrência de Estepe nos municípios de **Campina do Simão, Guarapuava, Laranjeiras do Sul, Candói, Inácio Martins, Pinhão, Foz do Jordão, Reserva do Iguaçu, Mangueirinha, Coronel Vivida, Coronel Domingos Soares, Honório Serpa, Renasença, Marmeleiro, Clevelândia, Flor da Serra do Sul, General Carneiro, Mariópolis e Palmas.** A cobertura vegetal remanescente desta formação é de 20 a 25 % e o status de conservação é crítico.

56



Código: **3 / IEx / Iguazu / 1 / FES**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Iguazu**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **2.443.850,27 ha**

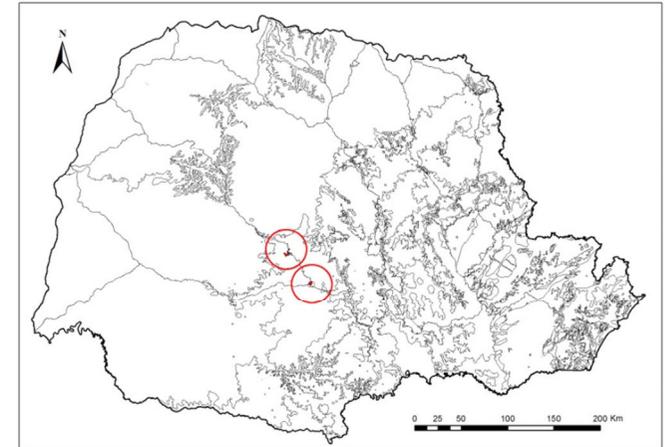
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Guaraniaçu, Cascavel, Santa Tereza do Oeste, Goioxim, Nova Laranjeiras, Céu Azul, Guarapuava, Catanduvas, Matelândia, Ibema, Laranjeiras do Sul, Cantagalo, Lindoeste, Medianeira, São Miguel do Iguazu, Foz do Iguazu, Virmond, Espigão Alto do Iguazu, Quedas do Iguazu, Candói, Três Barras do Paraná, Santa Lúcia, Serranópolis do Iguazu, Santa Terezinha de Itaipu, Boa Vista da Aparecida, Capitão Leônidas Marques, Rio Bonito do Iguazu, Porto Barreiro, Nova Prata do Iguazu, Cruzeiro do Iguazu, Realeza, Capanema, São Jorge d'Oeste, São João, Boa Esperança do Iguazu, Sulina, Pinhão, Saudade do Iguazu, Foz do Jordão, Dois Vizinhos, Santa Izabel do Oeste, Chopinzinho, Planalto, Salto do Lontra, Reserva do Iguazu, Mangueirinha, Verê, Pérola d'Oeste, Enéas Marques, Nova Esperança do Sudoeste, Ampére, Bela Vista da Caroba, Itapejara d'Oeste, Coronel Vivida, Pranchita, Coronel Domingos Soares, Francisco Beltrão, Santo Antônio do Sudoeste, Pinhal de São Bento, Pato Branco, Bom Sucesso do Sul, Manfrinópolis, Honório Serpa, Salgado Filho, Renascença, Bom Jesus do Sul, Marmeleiro, Vitorino, Clevelândia, Flor da Serra do Sul, Barracão, Mariópolis Campo Bonito, Rio Bonito do Iguazu, Cruz Machado, Bituruna, União da Vitória, Porto Vitória e General Carneiro.**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: Nesta unidade, há ocorrência de Floresta Ombrófila Mista em zona ecotonal (a partir de 700 m de altitude).

57



Código: **3 / IEx / Piquiri / 3 / FOM**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Piquiri**

Classe de altitude: **3 (> 1100 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **2.657,47 ha**

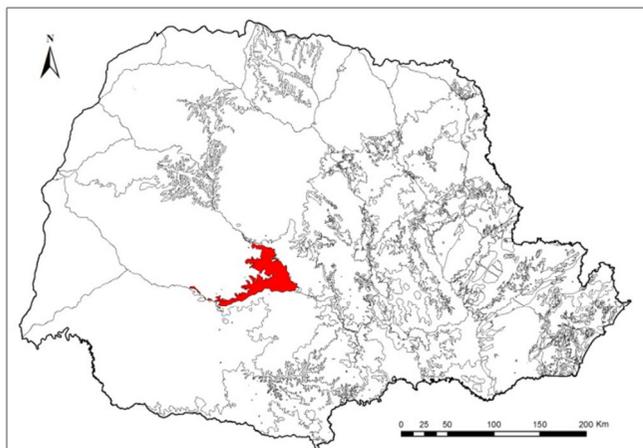
Cobertura remanescente: **25 - 30%**

Municípios integrantes: **Pitanga, Turvo, Santa Maria do Oeste, Campina do Simão e Guarapuava**

Status de conservação: **regular**

Observações:

58



Código: **3 / IEx / Piquiri / 2 / FOM**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Piquiri**

Classe de altitude: **2 (800 - 1100 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Mista**

Área da unidade: **184.638,14 ha**

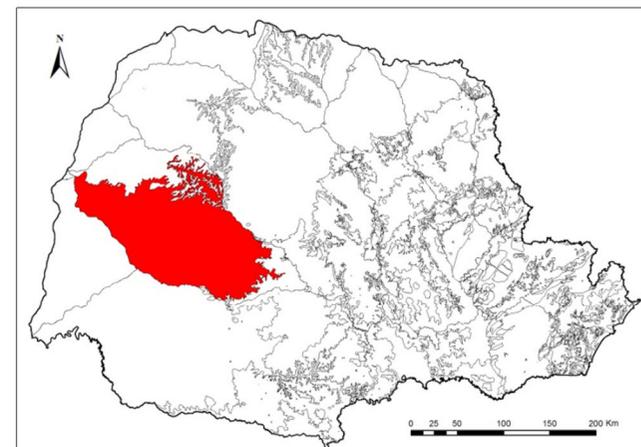
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Roncador, Pitanga, Mato Rico, Boa Ventura de São Roque, Palmital, Turvo, Santa Maria do Oeste, Guaraniaçu, Diamante do Sul, Goioxim, Nova Laranjeiras, Marquinho, Campina do Simão, Guarapuava, Laranjeiras do Sul e Cantagalo**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: -

59



Código: **3 / IEx / Piquiri / 1 / FES**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Piquiri**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **1.704.125,31 ha**

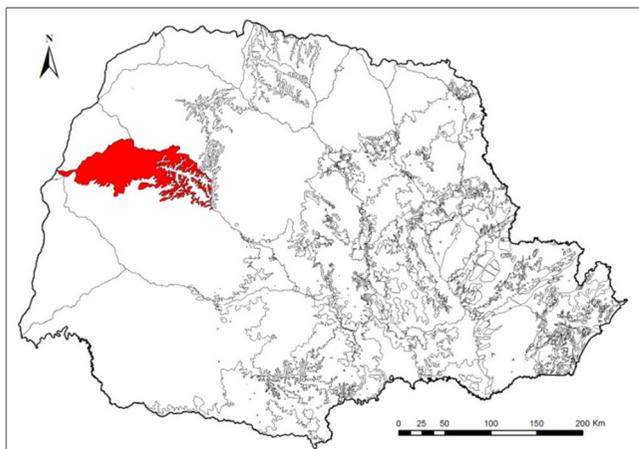
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Cruzeiro do Oeste, Cianorte, Tuneiras do Oeste, Araruna, Altônia, Perobal, Mariluz, Iporã, Moreira Sales, Alto Piquiri, Campo Mourão, Janiópolis, Terra Roxa, Francisco Alves, Farol, Brasilândia do Sul, Goioerê, Rancho Alegre d'Oeste, Palotina, Boa Esperança, Luiziana, Formosa do Oeste, Mamborê, Assis Chateaubriand, Quarto Centenário, Jesuítas, Juranda, Nova Aurora, Ubiratã, Iracema do Oeste, Maripá, Nova Santa Rosa, Roncador, Pitanga, Toledo, Campina da Lagoa, Nova Cantu, Corbéia, Tupãssi, Anahy, Cafelândia, Mato Rico, Iguatu, Braganey, Palmital, Campo Bonito, Altamira do Paraná, Laranjal, Santa Maria do Oeste, Guaraniaçu, Cascavel, Diamante do Sul, Goioxim, Nova Laranjeiras, Marquinho, Campina do Simão, Catanduvas, Ibema, Laranjeiras do Sul e Cantagalo**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: Nesta unidade, há ocorrência de Floresta Ombrófila Mista (FOM) em zona ecotonal (a partir de 700 m de altitude).

60



Código: **3 / SA_r / Piquiri / 1 / FES**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **rio Piquiri**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **510.115,21 ha**

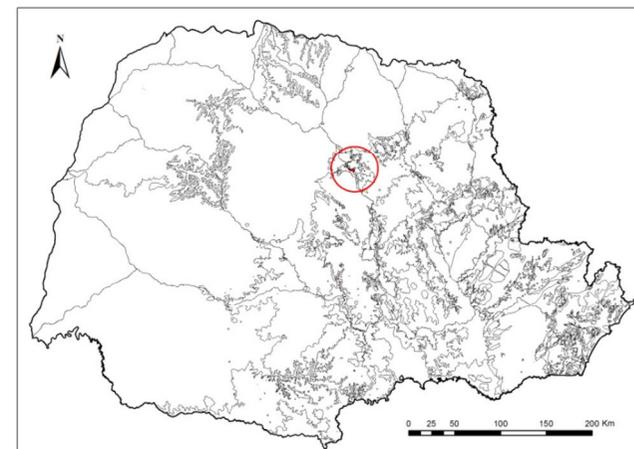
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Umarama, Tapejara, Cruzeiro do Oeste, Cianorte, São Jorge do Patrocínio, Xambrê, Esperança Nova, Tuneiras do Oeste, Pérola, Araruna, Altônia, Cafezal do Sul, Perobal, Mariluz, Iporã, Moreira Sales, Alto Piquiri, Campo Mourão, Janiópolis, Terra Roxa, Francisco Alves, Farol, Brasilândia do Sul, Goioerê, Rancho Alegre d'Oeste, Boa Esperança, Mamborê, Quarto Centenário e Juranda**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: -

61



Código: **2 / SA_g / Ivaí / 3 / FOM**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares argilosas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Ivaí**

Classe de altitude: **3 (> 1100 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **3.106,33 ha**

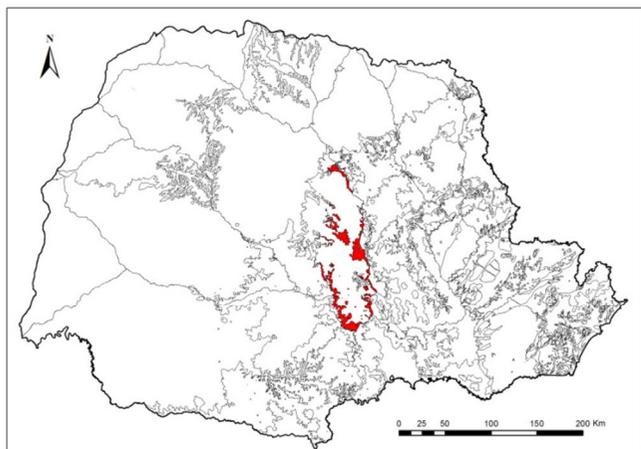
Cobertura remanescente: **35 - 40%**

Municípios integrantes: **Ortigueira, Mauá da Serra, Faxinal, Prudentópolis, Guarapuava, Irati e Inácio Martins**

Status de conservação: **regular**

Observações: -

62



Código: **2 / SAg / Ivaí / 2 / FOM**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares argilosas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Ivaí**

Classe de altitude: **2 (800 - 1100 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **133.494,23 ha**

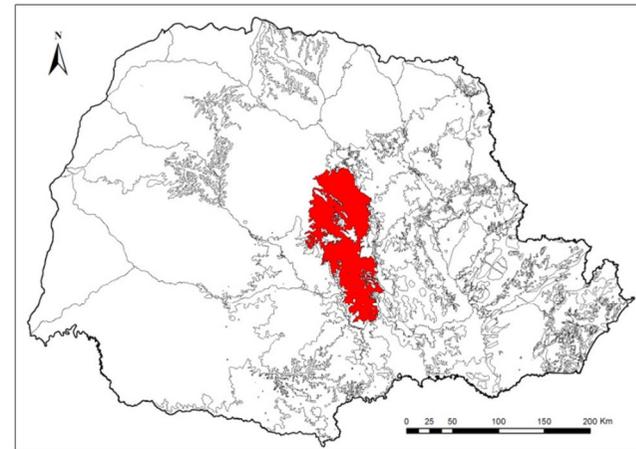
Cobertura remanescente: **25 - 30%**

Municípios integrantes: **Ortigueira, Mauá da Serra, Faxinal, Rosário do Ivaí, Rio Branco do Ivaí, Reserva, Tibagi, Cândido de Abreu, Prudentópolis, Turvo, Ipiranga, Ivaí, Imbituva, Guamiranga, Guarapuava e Irati**

Status de conservação: **regular**

Observações: -

63



Código: **2 / SAg / Ivaí / 1 / FES**

Fisiografia: **2º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares argilosas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Ivaí**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **441.925,96 ha**

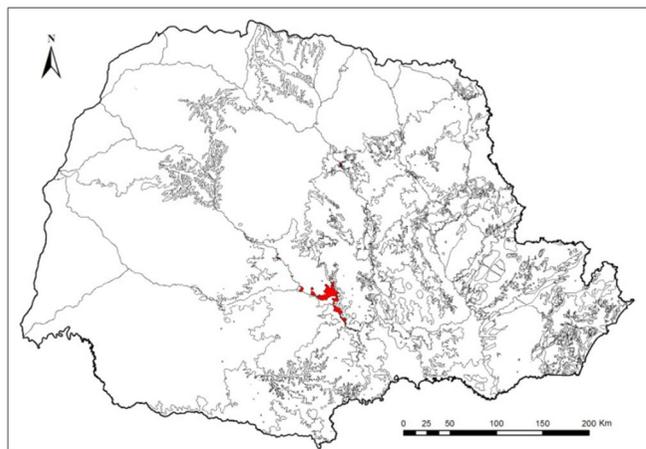
Cobertura remanescente: **25 - 30%**

Municípios integrantes: **Ortigueira, Faxinal, Cruzmaltina, Grandes Rios, Ivaiporã, Rosário do Ivaí, Rio Branco do Ivaí, Ariranha do Ivaí, Reserva, Manoel Ribas, Cândido de Abreu, Pitanga, Boa Ventura de São Roque, Prudentópolis, Turvo, Ivaí, Guamiranga e Irati.**

Status de conservação: **regular**

Observações: Nesta unidade, há ocorrência de Floresta Ombrófila Mista (FOM) em zona ecotonal (a partir de 700 m de altitude).

64



Código: **3 / IEx / Ivaí / 3 / FOM**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Ivaí**

Classe de altitude: **3 (> 1100 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **34.548,77 ha**

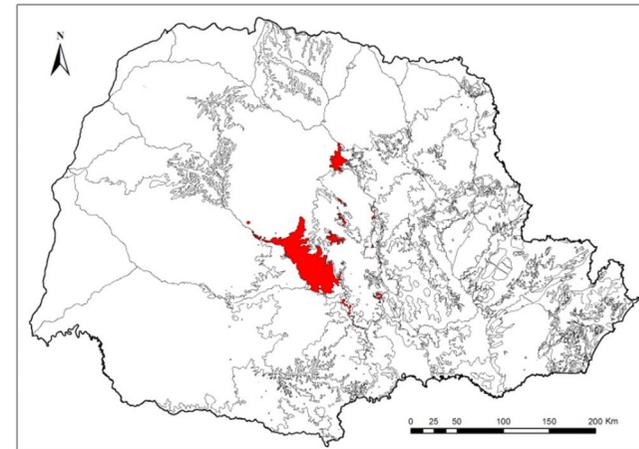
Cobertura remanescente: **40 - 45%**

Municípios integrantes: **Tamarana, Mauá da Serra, Faxinal, Pitanga, Prudentópolis, Turvo, Santa Maria do Oeste, Guarapuava, Irati e Inácio Martins**

Status de conservação: **bom**

Observações: -

65



Código: **2 e3 / IEx / Ivaí / 2 / FOM**

Fisiografia: **2º e 3º planaltos**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Ivaí**

Classe de altitude: **2 (800 - 1100 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **277.645,13 ha**

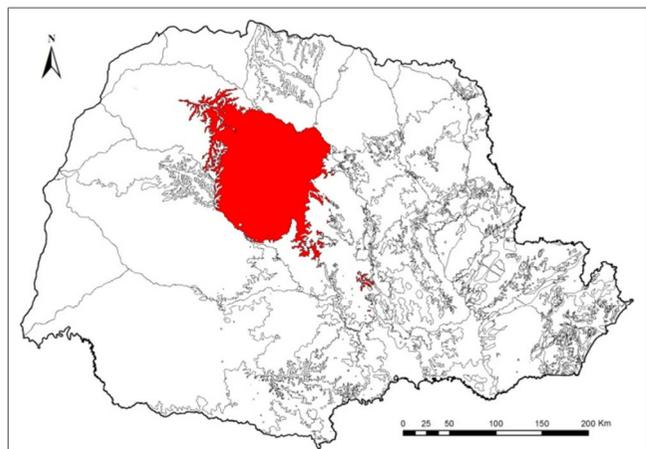
Cobertura remanescente: **20 - 25%**

Municípios integrantes: **Marilândia do Sul, Tamarana, Mauá da Serra, Faxinal, Manoel Ribas, Roncador, Pitanga, Mato Rico, Boa Ventura de São Roque, Prudentópolis, Turvo, Santa Maria do Oeste, Guarapuava, Irati, Inácio Martins, Ortigueira, Rosário do Ivaí, Rio Branco do Ivaí, Reserva, Tibagi, Cândido de Abreu, Ipiranga, Ivaí, Imbituva e Guamiranga**

Status de conservação: **crítico**

Observações: -

66



Código: **2 e 3 / IEx / Ivaí / 1 / FES**

Fisiografia: **2º e 3º planaltos**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Ivaí**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **1.477.560,75 ha**

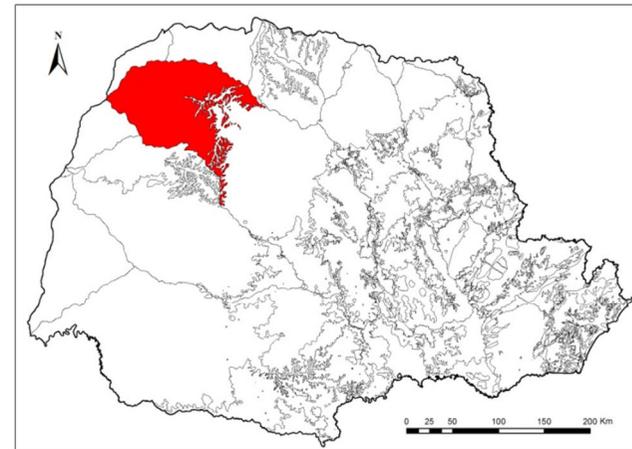
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Ortigueira, Cruzmaltina, Grandes Rios, Rosário do Ivaí, Rio Branco do Ivaí, Cândido de Abreu, Pitanga, Boa Ventura de São Roque, Prudentópolis, Ivaí, Guamiranga, Alto Paraná, Nova Esperança, Tamboara, Mandaguaçu, Paraíso do Norte, Floráí, Maringá, São Carlos do Ivaí, Guaporema, Marialva, São Jorge do Ivaí, Rondon, São Manoel do Paraná, Mandaguari, Ourizona, Japurá, Sarandi, Paçandu, Indianópolis, Apucarana, São Tomé, Cambira, Doutor Camargo, Ivatuba, Floresta, Cianorte, Jussara, Jandaia do Sul, Terra Boa, Marilândia do Sul, Itambé, Califórnia, Bom Sucesso, Engenheiro Beltrão, Marumbi, Novo Itacolomi, Quinta do Sol, Rio Bom, São Pedro do Ivaí, Araruna, Kaloré, Fênix, Peabiru, Faxinal, Borrazópolis, São João do Ivaí, Barbosa Ferraz, Campo Mourão, Lunardelli, Lidianópolis, Farol, Corumbataí do Sul, Godoy Moreira, Jardim Alegre, Ivaiporã, Luiziana, Mamborê, Iretama, Arapuã, Nova Tebas, Ariranha do Ivaí, Manoel Ribas, Roncador, Mato Rico, Turvo, Reserva e Irati.**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: Nesta unidade, há ocorrência de Floresta Ombrófila Mista (FOM) em zona ecotonal (a partir de 700 m de altitude). A Savana está presente nos municípios de **Rondon, Peabiru e Campo Mourão**.

67



Código: **2 e 3 / SAR / Ivaí / 1 / FES**

Fisiografia: **2º e 3º planaltos**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **rio Ivaí**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **1.058.471,92 ha**

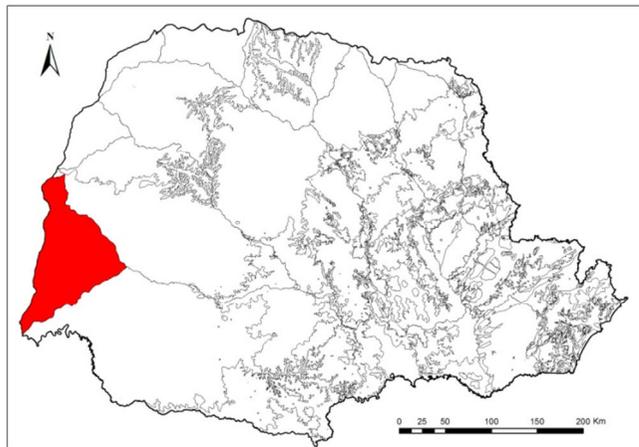
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Paranavaí, Guairaçá, Querência do Norte, Loanda, Alto Paraná, Santa Cruz de Monte Castelo, Planaltina do Paraná, Santa Isabel do Ivaí, Amaporã, Nova Esperança, Santa Mônica, Nova Aliança do Ivaí, Mirador, Tamboara, Mandaguaçu, Ortigueira, Presidente Castelo Branco, Paraíso do Norte, Ivaté, Tapira, Douradina, Cidade Gaúcha, Icaráima, Floráí, Maringá, São Carlos do Ivaí, Guaporema, São Jorge do Ivaí, Rondon, São Manoel do Paraná, Ourizona, Nova Olímpia, Japurá, Indianópolis, São Tomé, Umuarama, Maria Helena, Tapejara, Cruzeiro do Oeste, Doutor Camargo, Cianorte, Jussara, Terra Boa, Engenheiro Beltrão, Tuneiras do Oeste, Araruna, Peabiru, Campo Mourão e Mamborê**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: Nesta unidade, há ocorrência de Savana no município de Rondon.

68



Código: **3 / IEx / Paraná 3 / 1 / FES**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **3, rio Paraná**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **865.078,43 ha**

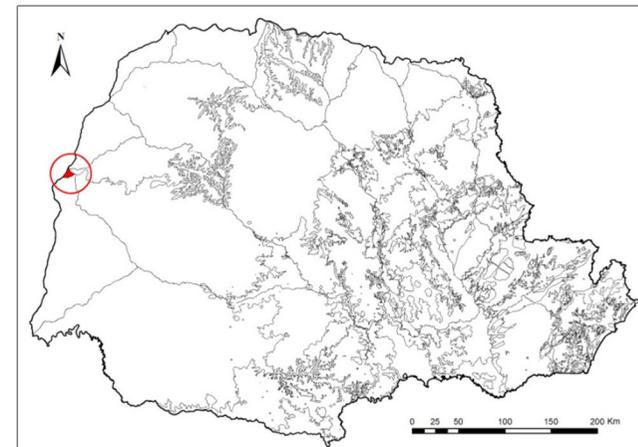
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Altônia, Terra Roxa, Guaira, Maripá, Nova Santa Rosa, Mercedes, Marechal Cândido Rondon, Toledo, Quatro Pontes, Pato Bragado, Entre Rios do Oeste, Santa Helena, Ouro Verde do Oeste, Cascavel, São José das Palmeiras, São Pedro do Iguçu, Diamante d'Oeste, Santa Tereza do Oeste, Vera Cruz do Oeste, Céu Azul, Missal, Ramilândia, Itaipulândia, Matelândia, Medianeira, São Miguel do Iguçu, Foz do Iguçu e Santa Terezinha de Itaipu**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: -

69



Código: **3 / SAr / Paraná 3 / 1 / FES**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **3, rio Paraná**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **5.921,47 ha**

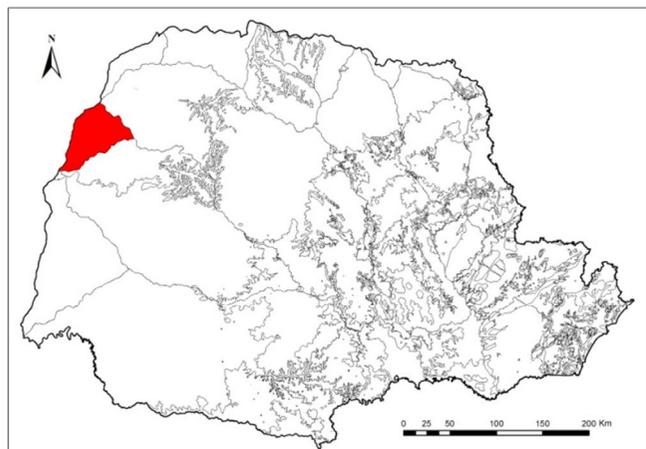
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Altônia e Guaira**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: -

70



Código: **3 / SAR / Paraná 2 / 1 / FES**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **2, rio Paraná**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **162.944,36 ha**

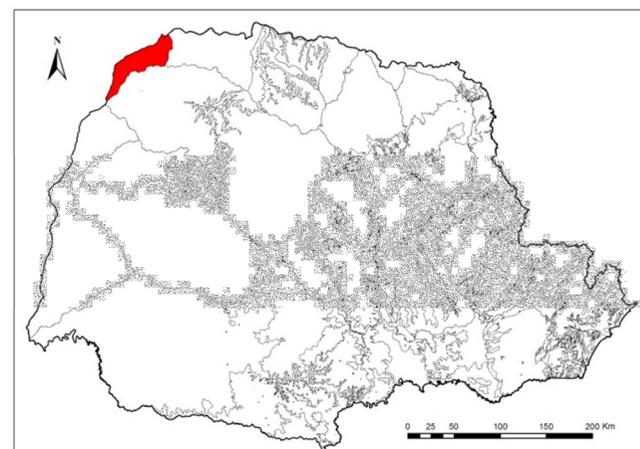
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Nova Londrina, São Pedro do Paraná, Marilena, Porto Rico, Querência do Norte, Loanda e Santa Cruz de Monte Castelo**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: -

71



Código: **3 / SAR / Paraná 1 / 1 / FES**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **1, rio Paraná**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **291.974,15 ha**

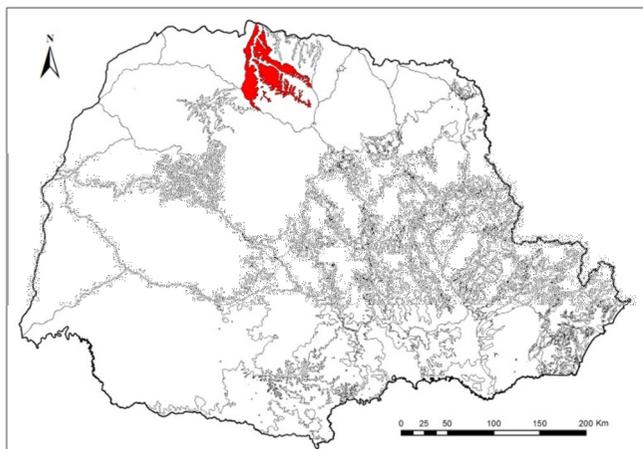
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Ivaté, Icaraíma, Alto Paraíso, Umuarama, São Jorge do Patrocínio, Xambrê, Esperança Nova, Pérola e Altônia**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: -

72



Código: **3 / SAR / Pirapó / 1 / FES**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **rio Pirapó**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **215.007,78 ha**

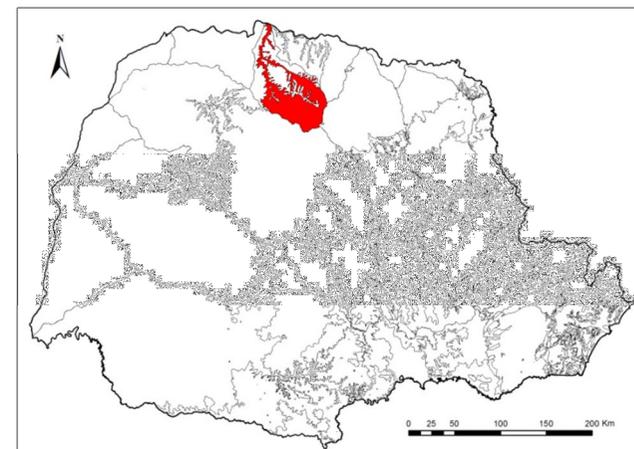
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Jardim Olinda, Itaguajé, Paranapoema, Santa Inês, Santo Inácio, Inajá, Colorado, Paranacity, Nossa Senhora das Graças, Lobato, Jaguapitã, Guaraci, Cruzeiro do Sul, Santa Fé, Uniflor, Nova Esperança, Munhoz de Mello, Flórida, Atalaia, Astorga, Pitangueiras, Ângulo, Iguaçu, Mandaguaçu, Rolândia, Presidente Castelo Branco, Maringá, Sabáudia e Arapongas**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: -

73



Código: **3 / IEx / Pirapó / 1 / FES**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **rio Pirapó**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **296.385,96 ha**

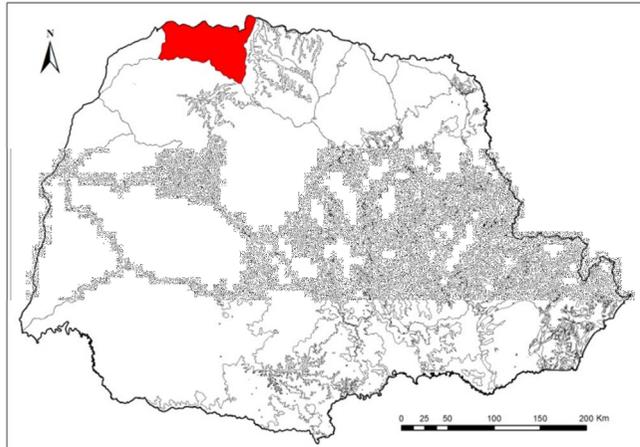
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Jardim Olinda, Itaguajé, Paranapoema, Santa Inês, Colorado, Paranacity, Nossa Senhora das Graças, Lobato, Jaguapitã, Guaraci, Cruzeiro do Sul, Santa Fé, Uniflor, Munhoz de Mello, Flórida, Atalaia, Astorga, Pitangueiras, Ângulo, Iguaçu, Mandaguaçu, Rolândia, Maringá, Sabáudia, Marialva, Mandaguari, Arapongas, Sarandi, Apucarana, Cambira e Jandaia do Sul**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: Nesta unidade, há ocorrência de Floresta Ombrófila Mista (FOM) em zona ecotonal (a partir de 700 m de altitude) nos municípios de **Rolândia, Sabáudia, Mandaguari, Arapongas, Apucarana, Cambira e Jandaia do Sul**. A Savana está presente em **Jaguapitã, Pitangueiras e Rolândia**.

74



Código: **3 / SAR / Paranapanema 4 / 1 / FES**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **4, rio Paranapanema**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **415.888,82 ha**

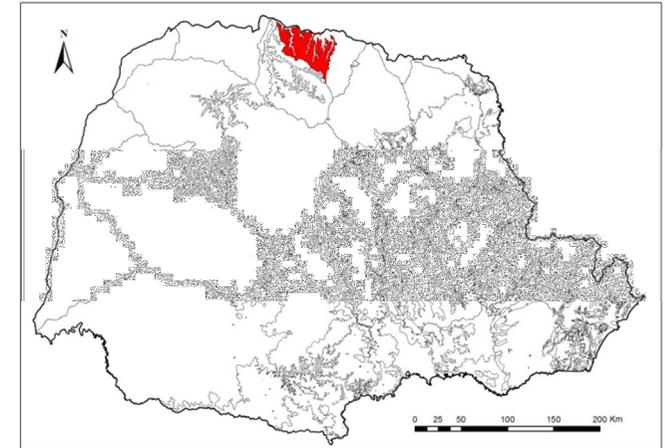
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Jardim Olinda, Paranaipoema, Terra Rica, Diamante do Norte, Nova Londrina, Paranaíba, Santo Antônio do Caiuá, Inajá, Marilena, Itaúna do Sul, Paranaíba, São João do Caiuá, Guairaçá, Loanda, Cruzeiro do Sul, Alto Paraná, Uniflor e Nova Esperança**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: -

75



Código: **3 / SAR / Paranapanema 3 / 1 / FES**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **3, rio Paranapanema**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **157.411,85 ha**

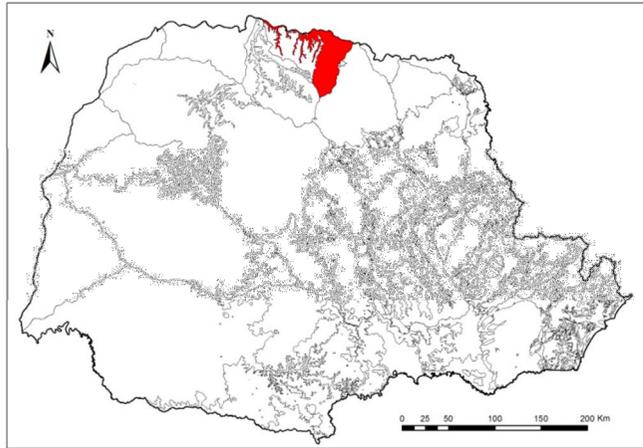
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Itaguajé, Santa Inês, Santo Inácio, Porecatu, Lupionópolis, Centenário do Sul, Colorado, Cafeara, Florestópolis, Nossa Senhora das Graças, Jaguapitã, Guaraci, Miraselva e Prado Ferreira**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: -

76



Código: **3 / IEx / Paranapanema 3 / 1 / FES**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **3, rio Paranapanema**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original predominante: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **220.828,57 ha**

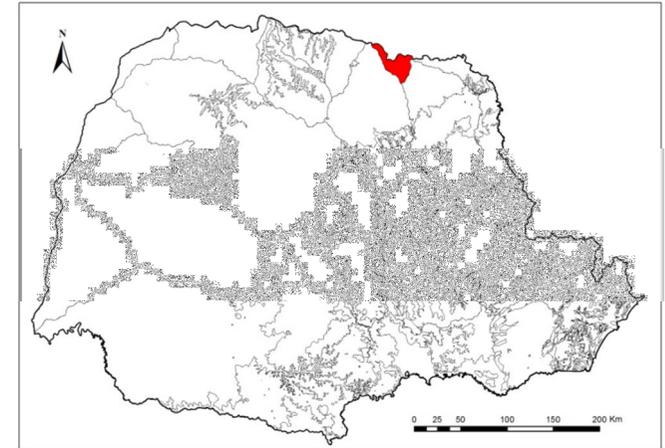
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Itaguajé, Santa Inês, Santo Inácio, Porecatu, Lupionópolis, Centenário do Sul, Alvorada do Sul, Colorado, Cafeara, Primeiro de Maio, Florestópolis, Nossa Senhora das Graças, Jaguapitã, Guaraci, Bela Vista do Paraíso, Miraselva, Sertanópolis, Prado Ferreira, Cambé, Rolândia e Londrina**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: Nesta unidade, há ocorrência de Floresta Ombrófila Mista (FOM) em zona ecotonal (acima de 700 m de altitude) no município de **Rolândia**.

77



Código: **3 / IEx / Paranapanema 2 / 1 / FES**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **2, rio Paranapanema**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **72.068,85 ha**

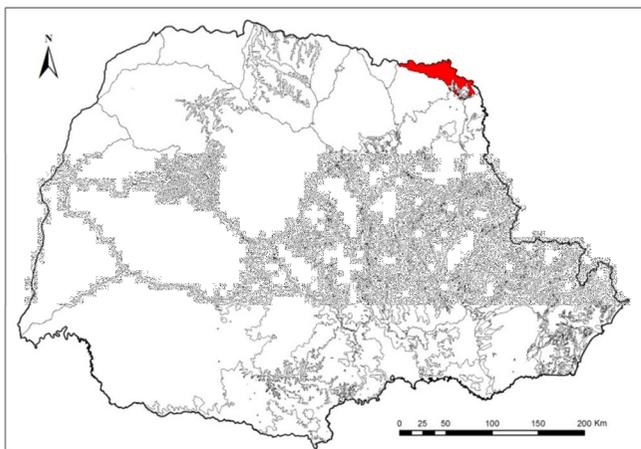
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Sertaneja, Leópolis, Santa Mariana, Itambaracá e Cornélio Procópio**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: -

78



Código: **3 / IEx / Paranapanema 1 / 1 / FES**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **1, rio Paranapanema**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **103.372,07 ha**

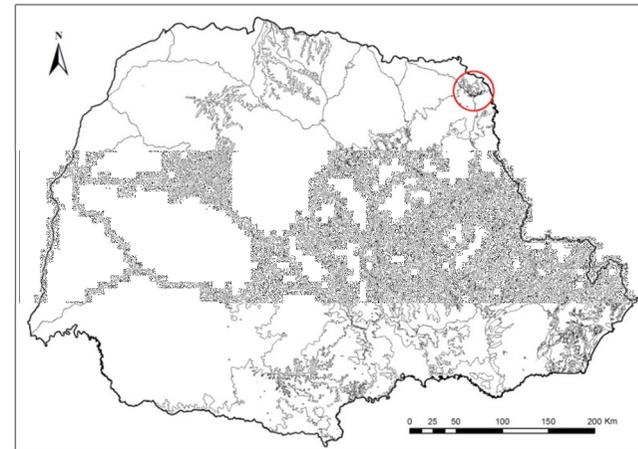
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Cambará, Itambaracá, Andirá, Jacarezinho, Barra do Jacaré e Ribeirão Claro**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: Nesta unidade, há ocorrência de Floresta Ombrófila Mista (FOM) em zona ecotonal (acima de 700 m s.n.m.) nos municípios de **Jacarezinho e Ribeirão Claro**.

79



Código: **3 / IEx e SAg / Paranapanema 1 / 2 / FOM**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas ígneas extrusivas e sedimentares argilosas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **1, rio Paranapanema**

Classe de altitude: **2 (800 - 1100 m)**

Vegetação original: **Floresta Ombrófila Mista (FOM)**

Área da unidade: **1.050,90 ha**

Cobertura remanescente: **< 20%**

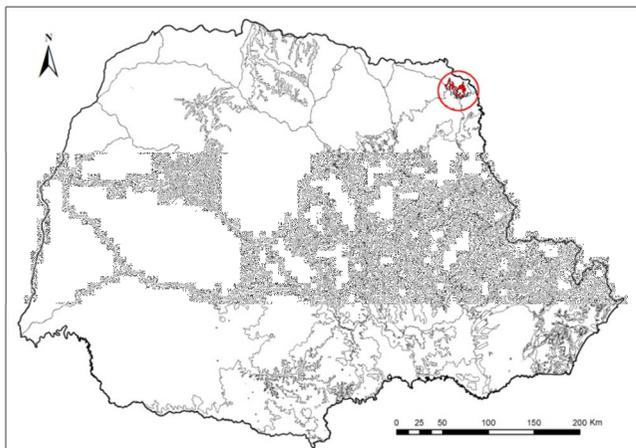
Municípios integrantes: **Jacarezinho e Ribeirão Claro**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: Esta UFA engloba unidades com rochas ígneas extrusivas (IEx) e sedimentares argilosas (SAg), ambas com áreas inferiores a 1.000 ha, que foram fundidas com base na correspondência de bacia hidrográfica, altitude e textura de solo.

171

80



Código: **3 / SAg / Paranapanema 1 / 1 / FES**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares argilosas**

Textura predominante de solo: **argilosa**

Bacia hidrográfica: **1, rio Paranapanema**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **13.184,81 ha**

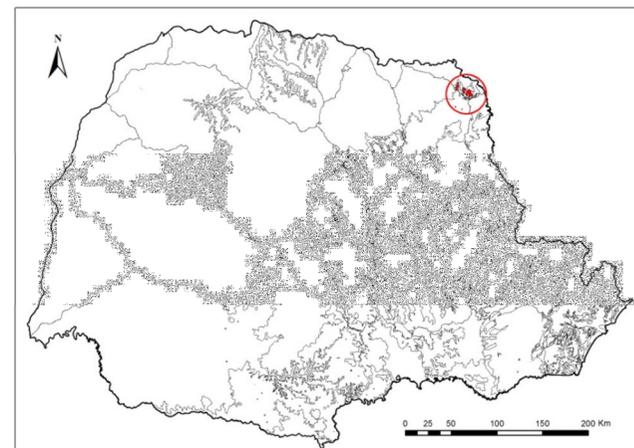
Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Jacarezinho e Ribeirão Claro**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: Nesta unidade, há ocorrência de Floresta Ombrófila Mista (FOM) em zona ecotonal (a partir de 700 m de altitude).

81



Código: **3 / SAR / Paranapanema 1 / 1 / FES**

Fisiografia: **3º planalto**

Litologia: **rochas sedimentares arenosas**

Textura predominante de solo: **arenosa**

Bacia hidrográfica: **1, rio Paranapanema**

Classe de altitude: **1 (0 - 800 m)**

Vegetação original: **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Área da unidade: **6.278,08 ha**

Cobertura remanescente: **< 20%**

Municípios integrantes: **Jacarezinho e Ribeirão Claro**

Status de conservação: **comprometido**

Observações: -

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A readequação de alguns dos critérios utilizados na primeira versão das Unidades Fitoambientais – UFAs. –, fisiografia, vegetação e área mínima, reduziu de 171 para 81 o número das áreas consideradas minimamente homogêneas no estado do Paraná. Nesta nova configuração, UFAs II, a vegetação original passou a ser usada apenas como referência e isto não resultou em perda da qualidade da compartimentação ecológica, pelo contrário. A escala necessária ao estabelecimento das unidades em qualquer das versões é inadequada ao mapeamento da vegetação e esta condição é agravada pelo atual estado de devastação das formações originais do estado. A vegetação como critério de divisão gerava um excesso de fragmentação das unidades e comprometia sua empregabilidade como instrumento de gestão ambiental, sem aportar informações suficientes para prescindir de levantamentos posteriores em escalas maiores, capazes de atender minimamente a classificação da vegetação do IBGE para o estado: formações florestais FOD, FOM e FES, com as subdivisões Terras Baixas, Submontana, Montana, Alto-Montana e Aluvial, conforme o caso; Estepe; Cerrado e formações pioneiras: várzeas, mangues e restinga.

Na gestão ambiental do espaço rural, o método UFAs II permitirá a tomada de decisões a partir do todo e não mais de uma propriedade isolada. Sabendo onde estão e qual a área efetivamente ocupada pelas formações remanescentes, o que preservar, o que restaurar, onde e como fazê-lo, passam a ser decisões com potencial resultado ambiental efetivamente relevante.

Para a manutenção efetiva da biodiversidade, o ideal seria, no mínimo, a conservação dos 20% previstos em lei de cada uma das formações presentes na unidade e que estas reservas mantivessem áreas contínuas em tamanho suficiente para garantir a viabilidade do conjunto. Obviamente isto é um refinamento possível em poucos casos, já que muito do que havia nas áreas agricultáveis foi irremediavelmente perdido. De qualquer forma, é a partir do raciocínio permitido pelo conceito de unidade fitoambiental que esta análise mais ampla é possível, assim como o planejamento a longo prazo do manejo das florestas secundárias. Além do estado de preservação das formações vegetais, no método UFAs, o solo ganha a

merecida relevância e sua fragilidade também é condição suficiente para decidir pela conservação das áreas.

Como são usados critérios ecológicos para compor as UFAs II, algumas unidades estão inteiramente inseridas em um único município e outras, divididas entre vários. Há municípios com todo seu território incluído dentro de uma UFA II, enquanto outros têm seu território dividido entre várias unidades. Esta diversidade é um bom exemplo do quão pode ser imprudente usar o nome de um município (divisão política) como indicativo de procedência de espécie esperando dela um comportamento único.

Na definição das políticas de desenvolvimento para o estado, as UFAs II, por apontarem as diferenças ambientais, origem de muitas das disparidades entre as regiões, podem nortear as decisões de investimentos segundo a vocação do espaço físico. Mesmo sendo o Paraná um estado reconhecidamente de vocação agrícola, isto não é verdadeiro para todas as regiões. Há espaços de baixo potencial agrícola onde o investimento na qualificação da população, especialmente por meio da implantação de instituições públicas de ensino superior (escolas técnicas e Universidades), por exemplo, poderia alicerçar o desenvolvimento regional. Uma vez que o meio físico não é favorável, a presença de mão de obra qualificada pode ser o atrativo necessário ao crescimento local.

Uma vez estabelecidas as unidades e dada a devida publicidade ao método, recomenda-se que as UFAs II sejam consideradas no direcionamento dos estudos científicos desenvolvidos no estado, especialmente os relacionados ao meio ambiente, e na qualificação dos técnicos da área ambiental.

Não é ignorando a maneira como a natureza fez seus arranjos ou como se dão seus processos que se vai garantir sustentabilidade social, econômica e ambiental. A maneira tradicional da tomada de decisão política precisa dar lugar à análise baseada no conhecimento científico. Os processos naturais ignoram fronteiras políticas. A natureza estabelece seus próprios limites.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. **Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários.** *Paleoclimas*, São Paulo, v. 3, p. 1-19, 1977.

ALKMIM, F. F. **O que faz de um cráton um cráton? O cráton do São Francisco e as revelações almeidianas ao delimitá-lo,** In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B.(Org.). *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida.* São Paulo: Beca, 2004.

ALMEIDA, F. F. M de; CARNEIRO, C. D. R. **Inundações marinhas fanerozoicas no Brasil e recursos minerais associados.** In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B.(Org.). *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida.* São Paulo: Beca, 2004.

ALMEIDA, F. F. M de; CARNEIRO, C. R. **Origem e evolução da Serra do Mar.** *Revista Brasileira de Geociências*, 28 (2):135-150. 1998.

ALMEIDA, F. F. M. **Síntese sobre Tectônica da Bacia do Paraná.** In: SBG, *Simpósio Regional de Geologia*, 3, São Paulo, *Atas*, vol.1. 1981.

ANGULO, R. J. **Mapa do Cenozoico do litoral do estado do Paraná,** Boletim Paranaense de Geociências, n. 55, p. 25-42, 2004. Editora UFPR

ANGULO, R. J. **Morfologia e Gênese das Dunas Frontais do Litoral do Estado do Paraná.** *Revista Brasileira de Geociências*. 23(1):68-80, março de 1993.

ANGULO, R. J. **Geologia da Planície Costeira do Estado do Paraná.** São Paulo. 334 p. (Tese de Doutorado, IG-USP). 1992.

ASSINE, M. L.; PIRANHA, J. M.; CARNEIRO, C. D. R. **Os Paleodesertos Piramboia e Botucatu.** In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Org.). *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida.* São Paulo: Beca, 2004.

BARTORELLI, A. **Origem das grandes cachoeiras do planalto basáltico da Bacia do Paraná: evolução quaternária e geomorfologia.** In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Org.). *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida.* São Paulo: Beca, 2004.

BEHLING, H.; JESKE-PIERUSCHKA, V.; SCHÜLER, L.; PATTA-PILLAR, V. de. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: PATTA-PILLAR, V. de. et al. (ed.). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009.

BEHLING, H. **Late Quaternary vegetation, Climate and fire history of the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais, Paraná State (South Brazil)**, Review of Paleobotany and Palynology, Smithsonian Tropical Research Institute, P.O. Box 2072. Balboa, Panamá, 1997.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D. & SANTOS, G. F. **Estrutura e origem das Paisagens Tropicais**. Florianópolis, Ed. UFSC. 1994.

BRAGAGNOLO, N.; PAN, W. e THOMAS, J. C. **Solo – Uma experiência em manejo e conservação**. Curitiba: Ed. do autor, 1997.

BRASIL, **Decreto nº 6.660/2008**, Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm. Acesso em 23/12/2013.

_____, **Lei nº 12.651/2012, Código Florestal Brasileiro**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em 10/08/2013.

_____, **Lei nº 11.428/2006, Lei da Mata Atlântica**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm. Acesso em 23/12/2013.

_____, MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Seminário: Regularização Ambiental das Propriedades Rurais, Área de Preservação Permanente e Reserva Legal**, Wigold B. Schäffer, Núcleo Mata Atlântica e Pampa, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Ministério do Meio Ambiente, 2009. Disponível em <http://www.amavi.org.br/sistemas/pagina/setores/reservalegal/arquivos/ApresentacaoMMA-ReservaLegal.pdf>. Acesso em 22/12/2013.

BRENCHLEY, P.J.; CARDEN, G.A.; HINTS, L.; KALJO, D.; MARSHALL, J.D.; MARTMA, T.; MEIDLA, T. e NÖLVAK, J. **High-resolution stable isotope stratigraphy of Upper Ordovician sequences: Constraints on the timing of bioevents and environmental changes associated with mass extinction and glaciation**: Geological Society of America Bulletin, v. 115, p. 89–104, 2003.

BRITO NEVES, B. B. de. **A saga dos descendentes de Rodínia na construção de Gondwana**. Revista Brasileira de Geociências, v. 33, n. 1, 2008.

BRITO NEVES, B. B. **A História dos Continentes - Trajetórias e tramas tectônicas**. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.;

BRITO NEVES, B. B. (Org.). *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, 2004.

BRITO NEVES, B. B. de. **América do Sul: quatro fusões, quatro fissões e o processo acrescionário andino**. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 29, n. 3, p. 379-392, 1999.

BROWN, J.H. e LOMOLINO, M.V., **Biogeografia**, 2ª ed. rev. ampl. Ribeirão Preto, SP: FUNPEC – Editora, 2006.

CAPRI, R., **Estado do Paraná**, Empresa Editora Brasil, Capri & Olivero, São Paulo, 1923.

CARDOSO, J. A., **Atlas histórico do Paraná**, 2ª ed. rev. ampl. Curitiba, Livraria do Chain, Editora, 1986. 70p. mapas.

CASSETI, Valter. **Geomorfologia**. [S.l.]: 2005. Disponível em: <http://www.funape.org.br/geomorfologia/>. Acesso em: 18/03/2013.

CASTRO, J. C de. **Glaciações Paleozoicas no Brasil**. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Org.). *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, 2004.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. *Projeto Leste do Paraná – mapas geológicos das folhas Apiaí, Barra do Rio Pitangui, Campo Largo, Cêrro Azul, Curitiba, Guaraqueçaba, Palmeira, Piraí do Sul, Ponta Grossa*. Curitiba: Convênio CPRM/DNPM/UFPR/BADEP, 1977. 9 mapas, color., Escala: 1:100.000.

COX, C. B.; MOORE, P. D. **Biogeografia – uma abordagem ecológica e evolucionária**. 7ª edição, Rio de Janeiro: LTC, 2009.

CURCIO, G. R. **Relações entre Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Fitossociologia nas planícies fluviais do rio Iguaçu, Paraná, Brasil**. 488 f. (Tese de Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

CURCIO, G. R. **Principais Tipos de Solos da Planície Litorânea do Estado do Paraná e suas Distribuições na Paisagem**. Relatório das disciplinas Ecologia Florestal e Fitogeografia - Pós-Graduação em Engenharia Florestal - UFPR (inédito). Curitiba - PR, 2002.

DASILVA M. B.; PINTO-DA-ROCHA, R. **História biogeográfica da Mata Atlântica: opiliões (Arachnida) como modelo para sua inferência**. In: CARVALHO, C. J. B. de; ALMEIDA E. A. B. (Org.) *Biogeografia da América do Sul – padrões & processos*. São Paulo: ROCA, 2010.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária **Cultivo do Algodão Irrigado**. Disponível em http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrrigado_2ed/solos.html. Acesso em 17/12/2008.

EVANS, I. S. **Major scale forms** In ELIAS, A. S. (Ed.), Encyclopedia of Quaternary Science. Elsevier B.V., 2007.

EYLES, N.; LAZOREK, M. **Glacigenic lithofacies**, In ELIAS, A. S. (Ed.), Encyclopedia of Quaternary Science. Elsevier B.V., 2007.

GALVÃO, F.; AUGUSTIN, C. R. (a) **A ciência a serviço da sustentabilidade ambiental - as Unidades Fitoambientais como alternativa aos impasses do novo Código Florestal**. Rev. FLORESTA (Impresso), v. 41, p. 667-678, 2011.

_____ (b), **A gênese dos campos sulinos**. Rev. FLORESTA (Impresso), v. 41, p. 191-200, 2011.

GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; RODERJAN, C. V **Principais Espécies Arbóreas e Arbustivas da Floresta Ombrófila Mista**, Curitiba. (Documento impresso), s/d.

GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; RODERJAN, C. V. **Levantamento fitossociológico das principais associações arbóreas da Floresta Nacional de Itati**. Rev. Floresta, FUPEF, Curitiba,. v. 19, n. 1 e 2, p. 30-49, 1993.

HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; CAMPOS NETO, M. C.; SILVA, L. C.; TROUW, R. A.; JANASI, V. A. **Província Mantiqueira**. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Org.) Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004.

HERRMAN, M. L. de P.; ROSA, R. de O. **Relevo**. In: IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Ed). Geografia do Brasil: região Sul. Rio de Janeiro: SERGRAF/ IBGE, v. 2, p. 29-54, 1990.

IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná, **Cartas climáticas do Paraná**. Disponível em <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>. Acesso em 1º/12/12.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**, 2ª edição. Séries Manuais técnicos em geociências, n. 1, Rio de Janeiro, 2012. 271p.

_____, **Manual técnico da vegetação brasileira**. Séries Manuais Técnicos em Geociências, n. 1, Rio de Janeiro, 1992. 92p.

_____, **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. 2ª ed., Rio de Janeiro, 2004.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, **Síntese de indicadores ambientais por bacias hidrográficas do Paraná**. Dados de 2009. Disponível em http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_ambiental/indicadores_ambientais.pdf. Acesso em 26/12/2013.

JARENKOW, J.A.; WAECHTER, J.L.. **Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil**. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, V 24, nº 3: 263-272, set. 2001.

JUSTUS, J. de O. **Hidrografia**. In: IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Ed). Geografia do Brasil: região Sul. Rio de Janeiro: SERGRAF/ IBGE, v. 2, p. 29-54, 1990.

KAUL, P. F. T. **Geologia**. In: IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Ed). Geografia do Brasil: região Sul. Rio de Janeiro: SERGRAF/ IBGE, v. 2, p. 29-54, 1990.

KAUL, P. F. T. **O craton de Luís Alves**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., Balneário Camboriú, 1980. *Anais*. Florianópolis, Sociedade Brasileira de Geologia, 1980. V. 5, p. 2677-83.

KAUL, P. F. T. **Pré-cambriano e eopaleozoico do nordeste de Santa Catarina e leste do Paraná: reavaliação de dados e correlações com a África**. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA. 2., Rio Claro, 1979. *Atas*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1979. V. 1, p. 1-15.

KERSTEN, R. de A.; GALVÃO, F & LOPES, O. F. **A formação das paisagens paranaenses**. Curitiba, 2009, 12p. (Documento impresso)

LAVINA, E. L. & FAUTH, G. **Evolução geológica da América do Sul nos últimos 250 milhões de anos**. In: CARVALHO, C. J. B. de; ALMEIDA E. A. B. (Org.) Biogeografia da América do Sul – padrões & processos. São Paulo: ROCA, 2010.

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

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. **Vegetação**. In: IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Ed). Geografia do Brasil: região Sul. Rio de Janeiro: SERGRAF/ IBGE, v. 2, p. 113-150, 1990.

LOPES, O. P.; CHODUR, N. L. (a) **Associação vulcânica Campo Alegre-Guaratubinha-Guabirotuba (PR-SC)**. In: 1º Simpósio sobre vulcanismo e ambientes associados, Boletim de resumos, UFRGS, Gramado – RS, 1999.

_____(b), **Ignimbritos do rio da Prata, associação vulcânica Campo Alegre-Guaratubinha-Guabirotuba (PR-SC)**. In: 1º Simpósio sobre vulcanismo e ambientes associados, Boletim de resumos, UFRGS, Gramado – RS, 1999.

_____(c), **Estruturas de lépile acrecionários na província vulcânica Campo Alegre-Guaratubinha-Guabirotuba (estados do Paraná e Santa Catarina)**. In: 1º Simpósio sobre vulcanismo e ambientes associados, Boletim de resumos, UFRGS, Gramado – RS, 1999.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro, José Olympio Editora S.A, 1981.

_____, **Mapa fitogeográfico do estado do Paraná**. Curitiba: IBPT-SAIC/INP. Um mapa 115 x 80 cm. 1:750.000. 1950.

_____, R. **Breves notícias sobre a geologia dos estados do Paraná e Santa Catarina**. Curitiba, Arquivos de Biologia e Tecnologia (IBPT), v. 2, 63-154. 1947.

MARQUES, L. S.; ERNESTO, M. **O magmatismo toleítico da bacia do Paraná**. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Org.). *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, 2004.

MELO, M. S. **Canyon do Guartelá**. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. (Edit.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Publicado na Internet em 22/01/2000 no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio094/sitio094.htm>. [Atualmente <http://sigep.cprm.gov.br/sitio094/sitio094.htm>]. Acesso em 1º/05/2013.

MELO, M. S. de; e ASSUNÇÃO, H. K. **Dicionário Histórico e Geográfico dos Campos Gerais**. s/d. Disponível em <http://www.uepg.br/dicion/verbetes/a-m/arco.htm>. Acesso em 14/06/2012.

MENEZES-SILVA, S. **As formações vegetais da planície litorânea da Ilha do Mel, Paraná, Brasil: Composição florística e principais características estruturais**. Campinas, 1998. 262 f. (Tese de Doutorado em Ciências Biológicas). Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.

MICKELSON, D. M.; WINGUTH, C. **Evidence of glacier and ice sheet extent**: In Elias, A.S.(Ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science*. Elsevier B. V., 2007.

MILANI, E. J. **Comentários sobre a origem e a evolução tectônica da bacia do Paraná.** In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Org.). Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004.

MINEROPAR – Minerais do Paraná. **Geologia do Paraná - conteúdo.** Disponível em <http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=106>. Acesso em 12/07/2011.

_____, **Geoturismo em Curitiba.** Curitiba, 2009.

_____, **Mapa de vulnerabilidade geoambiental.** 2007. Disponível em http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/2_Geral/Geomorfologia/Mapa_Vulnerabilidade_Geoambiental_PR_650000_2007.pdf. Acesso em 09/09/2012.

_____, **Atlas geomorfológico do Estado do Paraná** - Escala base , 1:250.000, modelos reduzidos 1:500.00. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

_____, **Atlas geológico do Estado do Paraná.** Secretaria de Estado da Indústria, do Comércio e do Turismo. Minerais do Paraná S/A – MINEROPAR, Curitiba. 2001.

_____, **Mapa Geológico do Estado do Paraná.** Curitiba: DNPM MINEROPAR, 1989. 1 mapa: color.; 1,97 x 97 cm. Escala 1 :650.000.

MIZUSAKI, A. M. P.; THOMAZ FILHO, A. **O magmatismo pós-paleozoico no Brasil.** In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Org.). Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004.

MOHRIAK, W. U. **Recursos energéticos associados à ativação tectônica mesozoico-cenozoica da América do Sul.** In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Org.). Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004.

MORO, R. S. **Determinantes biogeográficos do cerrado nos Campos Gerais do Paraná.** (Pós-doutorado em Engenharia Florestal – UFPR), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2010.

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

NIMER, E. **Clima.** In: IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Ed). Geografia do Brasil: região Sul. Rio de Janeiro: SERGRAF/ IBGE, v. 2, p. 29-54, 1990.

ODUM, E. P., **Ecologia**. Editora Guanabara, Rio de Janeiro - RJ, 1988.

PERDONCINI, L. C. **Diamantes do Rio Tibagi, Paraná: Fonte no Grupo Itararé?** (Dissertação de Mestrado, DEGEO - UFPR). Universidade Federal do Paraná, 1997.

PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. **Geologia do Brasil: fanerozoico**. T.A. QUEIROZ, Editor, 1983.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Brasília, PNUD, 2013. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>. Acesso em: 29/07/2013.

PORTES, M. C. G. O. **Deposição de serapilheira e decomposição foliar em Floresta Ombrófila Densa Altomontana, morro do Anhangava, serra da Baitaca, Quatro Barras - PR**. Curitiba, 2000. 90 f. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

POSADAS, P.; ORTIZ-JAUREGUIZAR, E. **Evolução da região andina da América do Sul**. In: CARVALHO, C. J. B. de; ALMEIDA E. A. B. (Org.) Biogeografia da América do Sul – padrões & processos. São Paulo: ROCA, 2010.

RAPOSO, M. I. B. **Episódios intrusivos no Arco de Ponta Grossa, determinados através de um estudo paleomagnético**. Revista Brasileira de Geociências 25(1):3-19, março de 1995. Disponível em <http://www.rbg.sbgeo.org.br/index.php/rbg/article/viewFile/511/204>. Acesso em 2/09/2012.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHORN, S. E. **BIOLOGIA VEGETAL**. 7ª. edição. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro – RJ, 2007.

RIBEIRO, A. C.; LIMA, F. C. T. de; MENEZES N. A. **Biogeografia dos peixes de água doce da América do Sul**. In: CARVALHO, C. J. B. de; ALMEIDA E. A. B. (Org.) Biogeografia da América do Sul: padrões e processos. São Paulo: ROCA, 2010.

RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L.G.; FERRARI, A. L. **Evolução geológica do rift continental do sudeste do Brasil** In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Org.). Geologia do Continente Sul-americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004.

RODERJAN C. V., KUNIYOSHI Y. S., **Vegetação – Formações Florestais do Brasil**. (brochura) Curitiba - PR, 1987.

RODERJAN, C. V. **O gradiente Floresta Ombrófila Densa Altomontana no morro Anhangava, Quatro-Barras, PR. Aspectos climáticos, pedológicos e**

fitossociológicos. Curitiba. (Tese de Doutorado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 1994.

RODERJAN, C. V., GALVÃO, F., HATSCHBACH, G. G., KUNIYOSHI, Y. S. **As Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná, Brasil**, Ciência&Ambiente, UFSM, Santa Maria-RS, n 24, p75-92, 2002.

RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F. & HATSCHBACH, G. G. **Levantamento da vegetação da Área de Proteção Ambiental de Guaratuba - APA de Guaratuba**. UFPR, 78 p. 1996.

RODRIGUES, R. R., SANTIN BRANCALION, P. H., ISERNHAGEN, I. (Ed.). **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. LERF; Piracicaba: ESALQ, 2009. Disponível em <http://www.pactomataatlantica.org.br/pdf/referencial-teorico.pdf>. Acesso em 26/12/2013.

SALAMUNI E.; HASUI Y., COSTA J. B. S., BORGES M. S., EBERT H. D. **Sobre a tectônica da Bacia Sedimentar de Curitiba (PR/BR)**. In: Cong. Uruguayo de Geologia, 2, Punta del Este. *Actas*, 1:10-15. 1998.

SALAMUNI, R. **Fundamentos geológicos do Paraná**. In: História do Paraná. Vol 2, Grafipar, 1969.

SCHAETZL, R.J.; ANDERSON, S., **Soils - genesis and geomorphology** Cambridge University Press, UK, 2005.

SCHEER, M. B. **Ambientes altomontanos no Paraná: florística vascular, estrutura arbórea, relações pedológicas e datações por 14C.**, Curitiba. (Tese de Doutorado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 2010.

SIMEPAR, Sistema Meteorológico do Paraná **Mapa Clima – Estado do Paraná**, 2008. Disponível em www.itcg.pr.gov.br. Acesso em 7/12/2012.

SUGUIO, K.; ANGULO, R. J.; CARVALHO, A. M.; CORRÊA, I. C.; TOMAZELLI, L. J.; WILLWOCK, J. A. & VITAL, H. **Paleoníveis do mar e paleolinhas de costa. Quaternário do Brasil**. Holos ed., Ribeirão Preto, 114-129, 2005.

SUGUIO, K.; SALLUN, A. E. M. **Geologia do Quaternário e geologia ambiental**. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Org.). Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004.

TEIXEIRA, A. L.; GAUCHER, C.; PAIM, P. S. G.; FONSECA, M. M. da; PARENTE, C. V. P.; SILVA FILHO, W. F. da; ALMEIDA, A. R. de. **Bacias do estágio da**

transição da plataforma Sul-Americana. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Org.). Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F.. **Decifrando a Terra.** São Paulo, Oficina de Textos, 2000.

THOMPSON, G. R. & TURK, J. **Introduction to physical geology.** Saunders Golden Sunburst Series. Saunders College Pub., 1998.

UHLMANN, A.; GALVÃO, F. & SILVA, S. M. **Análise da estrutura de duas unidades fitofisionômicas de savana (cerrado) no Sul do Brasil.** Revista Acta Botanica Brasilica. v. 12, n. 3, p. 231-247. 1998.

VALERIANO, C. de M.; DARDENNE, M. A.; FONSECA, M. A.; SIMÕES, L. S. A.; SEER, H. J. **A evolução da tectônica da faixa Brasília.** In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Org.). Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004.

ZANELLA, F. C. V. **Evolução da biota da diagonal de formações abertas secas da América do Sul.** In: CARVALHO, C. J. B. de; ALMEIDA E. A. B. (Org.) Biogeografia da América do Sul – padrões & processos. São Paulo: ROCA, 2010.