

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA PAISAGEM DA MICRORREGIÃO
COLONIAL DE IRATI E ZONEAMENTO AMBIENTAL DA FLORESTA
NACIONAL DE IRATI, PR**

Carlos Alberto da Silva Mazza

**SÃO CARLOS – SP
2006**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA PAISAGEM DA MICRORREGIÃO
COLONIAL DE IRATI E ZONEAMENTO AMBIENTAL DA FLORESTA
NACIONAL DE IRATI, PR**

Carlos Alberto da Silva Mazza

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração em Ecologia e Recursos Naturais.

SÃO CARLOS – SP

2006

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

M477ca

Mazza, Carlos Alberto da Silva.

Caracterização ambiental da paisagem da Microrregião Colonial de Irati e zoneamento ambiental da Floresta Nacional de Irati, PR / Carlos Alberto da Silva Mazza. --São Carlos : UFSCar, 2006.

147 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2006.

1. Ecologia. 2. Ecologia da paisagem. 3. Zoneamento ambiental. 4. Unidades de conservação. 5. Planejamento ambiental. 6. Sistemas de informação geográfica. I. Título..

CDD: 574.5 (20^a)

Orientador
Prof. Dr. José Eduardo dos Santos

**A minha esposa e companheira
de todos os momentos
de nossas vidas.**

DIVERSAS IDÉIAS QUE PODEMOS COLOCAR EM PRÁTICA VISANDO A MELHORIA DO PLANETA EM QUE VIVEMOS

INFORME-SE

Acompanhe as notícias sobre meio ambiente, atualize-se, estude a fundo os aspectos que mais lhe interessam.

AJA LOCALMENTE

Pense a respeito de como colaborar na família, na vizinhança, na escola dos filhos e na comunidade. Participe mais de tudo e difunda suas idéias sobre um mundo melhor.

PENSE LOCALMENTE

Estabeleça vínculos entre temas locais e globais. Apesar de magnitudes diferentes, os dois universos se correlacionam.

SOME

Antes de pensar em formar uma ONG, procure uma parecida na qual você possa se engajar.

OTIMISMO É FUNDAMENTAL

Envolva-se de maneira criativa e divertida. Se quiser atrair outras pessoas, pense em discursos e eventos positivos.

CRIE NOTÍCIAS

Identifique temas que possam interessar a muitas pessoas. Então, escreva para jornais, revistas, redes de rádio e TV.

NÃO POLUA

Não jogue pilhas e baterias de celular no lixo comum. Mantenha bacias hidrográficas, rios, lagoas e represas livres de lixo ou de qualquer tipo de resíduo.

CONSERVE A BIODIVERSIDADE

Espécies animais e vegetais merecem respeito. Plante árvores: elas produzem oxigênio e alimentos para os animais, além de servirem de abrigo para aves.

SEJA COERENTE

Economize água e energia; prefira equipamentos que não prejudiquem a camada de ozônio; reutilize materiais; recicle o lixo caseiro; dentro do possível, use menos o carro; ande mais a pé.

PASSE SUA VIDA À LIMPO

Reveja seu estilo de vida. Pense em um padrão condizente com o mundo sustentável.

ENSINE AS CRIANÇAS

Preparar as novas gerações à luz dos princípios ecológicos é a garantia de um mundo mais preservado daqui para a frente

A ética da terra simplesmente amplia as fronteiras da comunidade para incluir o solo, a água, as plantas e os animais, ou coletivamente: a terra. Isto parece simples: nós já não cantamos nosso amor e nossa obrigação para com a terra da liberdade e lar dos corajosos ? Sim, mas quem é o que propriamente amamos ? Certamente não o solo, o qual nós mandamos desordenadamente rio abaixo. Certamente não as águas, que assumimos que não tem função exceto para fazer funcionar turbinas, flutuar barcas e limpar os esgotos. Certamente não as plantas, as quais exterminamos, comunidades inteiras, num piscar de olhos. Certamente não os animais, dos quais já extirpamos muitas das mais bonitas e maiores espécies. A ética da terra não pode, é claro, prevenir a alteração, o manejo e o uso destes 'recursos', mas afirma os seus direitos de continuarem existindo e, pelo menos em reservas, de permanecerem em seu estado natural.

Aldo Leopold (1949)

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Eduardo dos Santos, pela oportunidade da orientação, centrada na busca do melhor, pelos ensinamentos e direcionamentos por meio da presença constante, apesar da distância física, transmitindo conhecimento, apoio incondicional e estímulo, pela orientação crítica e positiva, pelas sugestões, paciência e pela amizade de um educador e ser humano admirável.

Ao Prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires, pela co-orientação, ensinamentos, discussões, convívio, amizade e apoio durante a realização do trabalho.

Ao Prof. Dr. Felisberto Cavalheiro “in memoriam” pelos ensinamentos, sugestões iniciais e pelo convívio agradável compartilhado durante o curso e deslocamento ao Paraná para visita a Flona de Irati.

Ao Prof. Dr. Carlos Henke de Oliveira, pelos ensinamentos, sugestões, ajuda em dirimir dúvidas durante as etapas do trabalho, convívio e amizade.

A Prof^a Dr^a. Elisabete Maria Zanin pelas contribuições, sugestões, discussões, atenção, convívio e amizade.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais pelas sugestões, ensinamentos durante todas as etapas.

Aos membros da Banca Examinadora, Prof. Dr. José Eduardo dos Santos, Prof.^a Dr^a. Maria Inez Pagani, Prof^a Dr^a. Elisabete Maria Zanin, Prof. Dr. Carlos Henke de Oliveira e Prof. Dr. Yuri Tavares Rocha, pela disponibilidade de participação, pelas contribuições, comentários, sugestões e correções.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Florestas pela liberação, infraestrutura e apoio para a conclusão desta etapa.

Aos Pesquisadores da Embrapa Florestas, Vitor Afonso Hoeflich e Moacir José Sales Medrado pelo apoio, compreensão, incentivo e principalmente pela amizade e por acreditar no desenvolvimento de nossas propostas de trabalho e de vida.

A Pesquisadora da Embrapa Florestas, Patrícia Pova de Mattos, pelo apoio, incentivo e amizade de longa data, que nos incentivou e apoiou em todos os momentos.

Ao Fundo Setorial CT-Hidro do CNPq, pelo apoio financeiro para o desenvolvimetnto deste trabalho.

Aos colegas da pós-graduação e do Laboratório de Planejamento e Análise Ambiental, em especial ao Luiz Eduardo Moschini pelo apoio, incentivo e amizade.

Aos funcionários do PPG-ERN, pela amizade, atenção, e na resolução dos problemas burocráticos.

Ao IBAMA e à administração local da Floresta Nacional de Irati, pela oportunidade que nos proporcionaram, possibilitando o desenvolvimento das atividades de pesquisa, que permitiram que chegássemos aos resultados alcançados, propondo o Zoneamento Ambiental Conceitual desta Unidade de Conservação.

À MINEROPAR, em especial aos Técnicos Otávio Licht e Luiz Tadeu Cava pelo apoio na cessão da base de dados de geologia necessária para o desenvolvimento do trabalho.

Aos Técnicos da SEMA Paraná pelo apoio na execução deste trabalho, em especial ao Paulo Roberto Castella pela colaboração, disponibilizando material relativo a conservação da Floresta de Araucária no Paraná.

À minha esposa, companheira de todos os momentos, pelo apoio nos momentos difíceis, incentivadora, colaboradora e cúmplice dos nossos ideais profissionais e de vida.

Aos meus pais Othon Moniz Mazza e Déa da Silva Mazza pela minha formação educação, e ensinamentos. A minha irmã Daisy da Silva Mazza pelo apoio, e energia positiva dispensada.

A minha família, pela compreensão, pelo apoio e estímulo dispensados durante a realização deste desafio.

A todos os amigos que souberam compreender as dificuldades e nos apoiaram durante toda a fase deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. Objetivo Geral	12
2.2. Objetivos Específicos	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. Área de estudo	13
3.2. Caracterização e análise ambiental da área de estudo	15
3.2.1. Geologia	17
3.2.2. Solos	18
3.2.3. Hipsometria	18
3.2.4. Clinografia.....	19
3.2.5. Hidrografia	19
3.2.6. Uso e ocupação da terra.....	20
3.2.7. Análise dos fragmentos	21
3.3. Zoneamento ambiental da Flona de Irati	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1. Histórico do processo de ocupação da Microrregião Colonial de Irati	24
4.2. Caracterização e Análise Ambiental da Microrregião Colonial de Irati	35
4.2.1. Geologia	35
4.2.2. Solos	40
4.2.3. Hipsometria	46
4.2.4. Clinografia.....	50
4.2.5. Hidrografia	54

4.2.6.	Uso e ocupação da terra.....	59
4.2.7.	Análise dos Fragmentos	68
4.3.	Caracterização e Análise Ambiental da Flona de Irati	83
4.3.1.	Geologia	84
4.3.2.	Solos	86
4.3.3.	Hipsometria	88
4.3.4.	Clinografia.....	91
4.3.5.	Hidrografia	93
4.3.6.	Uso e ocupação da terra.....	95
4.3.7.	Análise dos Riscos.....	99
4.4.	Zoneamento Ambiental da Flona de Irati.....	111
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	132
6.	REFERÊNCIAS	135

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da Microrregião Colonial de Irati e da Flona de Irati – PR.....	14
Figura 2: Ciclos econômicos no processo de ocupação da Microrregião Colonial de Irati - PR.....	28
Figura 3: Etapas do processo de ocupação histórica e colonização da Microrregião Colonial de Irati -PR.....	31
Figura 4: Grupos geológicos que ocorrem na Microrregião Colonial de Irati - PR.....	36
Figura 5: Grupos de solos que ocorrem na Microrregião Colonial de Irati - PR.....	41
Figura 6: Hipsometria da Microrregião Colonial de Irati - PR.....	49
Figura 7: Clinografia da Microrregião Colonial de Irati - PR.....	53
Figura 8: Hidrografia da Microrregião Colonial Irati - PR.....	58
Figura 9: Uso e ocupação da terra na Microrregião Colonial de Irati - PR	64
Figura 10: Frequência relativa das classes de tamanho de floresta nativa na Microrregião Colonial de Irati - PR.....	76
Figura 11: Distribuição espacial das classes de tamanho dos fragmentos de floresta nativa na Microrregião Colonial de Irati	77
Figura 12: Distância entre fragmentos de floresta nativa da Microrregião Colonial de Irati – PR	82
Figura 13: Grupos geológicos da Flona de Irati - PR	85
Figura 14: Grupos de solos da Flona de Irati - PR.....	87
Figura 15: Hipsometria da Flona de Irati - PR.....	90
Figura 16: Clinografia da Flona de Irati - PR	92
Figura 17: Hidrografia da Flona de Irati - PR.....	94
Figura 18: Uso e ocupação da terra na Flona de Irati – PR	98

Figura 19: Riscos por lixiviação de solos para o rio das Antas	101
Figura 20: Área urbana de Irati e Fernandes Pinheiro e drenagem do rio das Antas e Imbituva.....	103
Figura 21: Áreas urbanas dos municípios do entorno da Flona de Irati - PR	106
Figura 22: Depósito de lixo do município de Imbituva - PR	107
Figura 23: Localização dos plantios de pinus na Flona de Irati e entorno.....	110
Figura 24: Zona intangível.....	113
Figura 25: Zona de conservação	114
Figura 26: Zona de uso restrito	115
Figura 27: Zona de manejo florestal	116
Figura 28: Zona de uso público.....	118
Figura 29: Zona de uso especial.....	119
Figura 30: Zona de uso conflitante	120
Figura 31: Zona de amortecimento	122
Figura 32: Zoneamento ambiental da Flona de Irati - PR.....	124
Figura 33: Uso e ocupação da terra no entorno da Flona de Irati - PR.....	125
Figura 34: Localização das unidades de conservação da Microrregião Colonial de Irati.....	131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Grupos e formações geológicas na Microrregião Colonial de Irati - PR.....	37
Tabela 2: Grupos de solos de Colonial de Irati	40
Tabela 3: Classes hipsométricas da Microrregião Colonial de Irati.....	48
Tabela 4: Classes clinográficas da Microrregião Colonial de Irati	50
Tabela 5: Sub-bacias da Microrregião Colonial de Irati.....	57
Tabela 6: Uso e ocupação da terra na Microrregião Colonial de Irati, PR.....	63
Tabela 7: Extração vegetal nos municípios da Microrregião Colonial de Irati	66
Tabela 8: Métricas de composição de todas as classes existentes na área de estudo	72
Tabela 9: Distribuição de frequência nas classes de tamanho dos fragmentos de floresta nativa	74
Tabela 12: Classes hipsométricas da Flona de Irati.....	88
Tabela 13: Classes clinográficas da Flona de Irati	91
Tabela 14: Uso e ocupação da terra na Flona de Irati	97
Tabela 13: Uso da terra na zona de amortecimento da Flona de Irati	123

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Cartas Planialtimétricas do DSG (escala 1:50.000)	16
Quadro 2: Grau de limitação do uso do solo por susceptibilidade à erosão	52
Quadro 3: Zonas da Floresta Nacional de Irati	112

RESUMO

As unidades de conservação são os locais mais efetivos para a conservação *in situ* da diversidade biológica. Estas unidades devem ocupar uma extensão de terra que proporcione maximizar a integridade dos ecossistemas e reduzir ao mínimo os riscos de extinção de espécies e maximizar a representatividade das comunidades ecológicas e de suas espécies constituintes. No Brasil, estas unidades começaram a ser estabelecidas em 1937, com a criação do Parque Nacional de Itatiaia. A partir de então, várias unidades de conservação foram instaladas no país, e dentre elas a Floresta Nacional de Irati – Flona de Irati, unidade de âmbito federal da Categoria de Uso Sustentável. A Flona tem 3.618 hectares contendo remanescentes da Floresta Ombrófila Mista em diferentes estágios sucessionais. Atualmente a região, onde se localiza a Flona de Irati, conta com duas outras unidades de conservação, a Estação Ecológica de Fernandes Pinheiro e a Reserva Biológica das Araucárias. Estas três unidades de conservação são contíguas e somadas têm 19.070 hectares, formando um importante mosaico de remanescentes, visando à conservação da formação Floresta Ombrófila Mista na região Centro-Sul do Estado do Paraná. A caracterização e análise da estrutura da paisagem da Flona de Irati e dos quatro municípios do entorno, bem como a proposta conceitual do zoneamento ambiental foram elaboradas com o auxílio de um Sistema de Informação Geográfica, de modo a sistematizar uma base de dados digital georreferenciada que permitiram o gerenciamento e análise dos dados. As etapas para elaboração do zoneamento iniciaram com o histórico de colonização e ocupação, para se entender a dinâmica de ocupação da paisagem original até atingir a conformação atual. As etapas seguintes, utilizando como base as cartas planialtimétricas, os mapas de geologia e solos, além de imagens de satélite e de radar, possibilitaram a elaboração dos mapas temáticos necessários, que permitiram analisar a conjuntura biofísica da região e identificar os fatores de

risco à integridade da diversidade biológica da Flona, além de chegar à proposição do zoneamento ambiental conceitual. Com base na caracterização e análises efetuadas, foi possível identificar a situação atual dos remanescentes da Floresta Ombrófila Mista e identificar que a Microrregião Colonial de Irati está bastante fragmentada, com manchas de pequeno tamanho distribuídas por toda a área. Estas manchas tendem a estar isoladas umas das outras, exceção das manchas de maior tamanho localizadas na região central da área de estudo. Estes fragmentos de maior porte correspondem em parte, as unidades de conservação existentes. Estes fragmentos em função da localização e proximidade podem favorecer a formação de um corredor da biodiversidade na direção norte sul da região, conectando áreas de floresta nativa e de áreas de várzea. Esta integração entre habitats possibilita o fluxo gênico entre as espécies da biota regional, principalmente associada às bacias hidrográficas dos rios das Antas e Imbituva, de importância estratégica para a conservação da Floresta Ombrófila Mista.

ABSTRACT

The protected areas are the most effective places for *in situ* conservation of biological diversity. These areas must occupy a land extension that tends to maximize the ecosystems integrity and the representativeness of the ecological communities and of its component species. It must also reduce to a minimum the risks of species extinction. In Brazil, these areas were established for the first time in 1937, with the creation of Itatiaia National Park. From then, several protected areas were established in the country and, among them, the Irati National Forest – Irati Flona, a federal area, category of Sustainable Use. The Flona has 3,618 ha containing remnants of the Mixed Ombrophylous Forest (Araucaria Forest) in different successional stages. Presently, the region where Irati Flona is localized has two other protected areas, the Fernandes Pinheiro Ecological Station and the Araucaria Biological Park. These three protected areas are adjacent and, together, represent 19,070 ha and form an important mosaic of remnants, aiming at protecting the Mixed Ombrophylous Forest in the Center-south of Parana State. The characterization and analysis of the structure of Irati Flona landscape and of the four municipalities around, as the conceptual proposal for environmental zoning were established in a Geographical Information System, so as to make a georeferred digital database that allow the handling and analysis of the data. The steps for zoning establishment started with the history of colonization and occupation, in order to understand the occupation dynamics of the original landscape until reaching the actual conformation. The following steps used the topographic, geological and soil maps, as well as satellite and radar images, which allowed to establish the necessary thematic maps, used to analyze the biophysical aspect of the region and identify the factors that threaten the integrity of the biological diversity of Flona, and to present a proposal for an environmental conceptual zoning. Based on the characterizations and analyses that were done, it was possible to identify

the actual situation of the Mixed Ombrophylous Forest and reveal that the Microregion of Colonial de Irati is very fragmented, with small patch distributed in all the area. These patch tend to be isolated one from the others, except for those of major size, localized in the central region of the studies area. These fragments of major size partially correspond to the existing protected areas. In function of their localization, they may favor the formation of a channel of the biodiversity towards the north-south region, connecting native forest areas and wetland areas. This integration between habitats allow a flux of genes between the species of the local biota, mainly associated with the watersheds of Antas river and Imbituva river, that are of strategic importance for the conservation of the Mixed Ombrophylous Forest.

1. INTRODUÇÃO

No processo de evolução da humanidade, o homem passou por diferentes fases de interação com os ecossistemas, sempre na busca de suprir suas necessidades básicas para garantir a sua própria existência. Estas fases de interação estão intrinsecamente relacionadas com a intensidade de uso dos recursos com que o homem vai em busca de suprir as suas necessidades e pode ser agrupada em três momentos distintos. No primeiro momento, o homem é basicamente nômade e supre as suas necessidades por meio da caça e coleta, e a intensidade de uso dos recursos é pequena. Na etapa seguinte do processo evolutivo, o homem começa a ter hábitos mais gregários e inicia a domesticação de animais e plantas e a intensidade de uso dos recursos aumenta. No terceiro momento, o homem passa a viver em comunidades, constitui vilas e cidades e intensificam-se os processos de uso da terra por meio do desmatamento para expansão da área agrícola. Com a sempre crescente demanda por alimentos por parte da população humana, que vive nas áreas urbanas e que pouco a pouco deixa de produzir seus próprios alimentos, surge a necessidade de uso de insumos e defensivos agrícolas visando o aumento da produtividade por unidade de área e intensificando-se ainda mais o uso dos recursos naturais. Com o crescimento das áreas urbanas, cresce também a demanda por serviços ambientais tais como a captação de água, a pesca, a extração de minerais e vegetais dentre outros.

Estimativas atuais de uma quadruplicação da economia mundial até 2050 implicam em um aumento enorme na procura e consumo de recursos biológicos e físicos, como também, em impactos crescentes nos ecossistemas e nos serviços que estes fornecem. Os problemas resultantes da procura crescente de serviços do ecossistema são agravados por uma degradação séria e contínua da capacidade dos ecossistemas em prestar estes serviços.

Em muitas partes do mundo, esta degradação dos serviços dos ecossistemas é agravada pela perda de conhecimentos acumulados pelas comunidades locais, conhecimentos que em muitas ocasiões poderiam assegurar o uso sustentável do ecossistema. O bem-estar humano é afetado, não somente pela diferença entre a capacidade de produção e a procura de serviços do ecossistema, mas também pela crescente vulnerabilidade de indivíduos, comunidades e nações. Enquanto ecossistemas bem geridos reduzem riscos e vulnerabilidade, sistemas geridos de forma deficiente podem agravar a situação aumentando os riscos de enchentes, secas, perda de culturas, ou doenças (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2006a).

Todos, no mundo, dependem da natureza e dos serviços providos pelos ecossistemas para terem acesso a uma vida digna, saudável e segura. Nas últimas décadas, para atender as crescentes demandas por alimentos, água, fibras e energia, os seres humanos causaram alterações sem precedentes nos ecossistemas acarretando na perda da biodiversidade. Estas alterações ajudaram a melhorar a vida de bilhões de pessoas mas, ao mesmo tempo, enfraqueceram a capacidade da natureza de prover outros serviços fundamentais, como a purificação do ar e da água e a proteção contra catástrofes naturais. Dentre os problemas mais sérios, estão as condições drásticas de várias espécies de peixes; a alta vulnerabilidade de pessoas, vivendo em regiões secas, de perder serviços providos pelos ecossistemas, como o acesso à água; e a crescente ameaça exercida nos ecossistemas por meio das mudanças climáticas e da poluição de seus nutrientes. A tecnologia e o conhecimento atualmente disponíveis podem reduzir consideravelmente o impacto humano nos ecossistemas e reduzir a perda da biodiversidade, mas sua utilização em todo o seu potencial permanecerá reduzida enquanto os serviços oferecidos pelos ecossistemas continuarem a ser percebidos

como ‘grátis’ e ilimitados e não receberem seu devido valor (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2006b).

Estes fatos vêm reforçando a aplicação da gestão ambiental por meio do desenvolvimento de atividades voltadas para a formulação de princípios e diretrizes, estruturação de sistemas gerenciais e tomadas de decisão, tendo como objetivo final promover, de forma coordenada, o uso, proteção, conservação e monitoramento dos recursos naturais e sócio-econômicos em um determinado espaço geográfico com vistas ao desenvolvimento sustentável (WCED, 1987).

As dificuldades na implementação do processo de gestão ambiental estão fundamentadas, principalmente, na ausência da caracterização ambiental detalhada dos sistemas e de análise integrada dos dados, de modo a possibilitar a interpretação, avaliação e tomada de decisões. Atenção prioritária deve ser dada ao desenvolvimento de instrumentos de gestão que possibilitem promover, de forma coordenada, o uso, proteção, conservação e monitoramento dos recursos naturais e sócio-econômicos de um determinado espaço, buscando a pesquisa necessária para fundamentar cientificamente as intervenções propostas no processo (LANNA, 1995). O conhecimento científico e tecnológico precisa proporcionar uma maior compreensão e projeção da dinâmica ambiental, em toda a sua complexidade, utilizando análise integrada de diferentes componentes do sistema, para envolver aspectos relacionados à disponibilidade dos recursos ambientais, sensibilidade e vulnerabilidade do ambiente e as questões econômicas e sociais. Além dos aspectos anteriormente considerados, o processo de gerenciamento ambiental necessita de sínteses, em situações em que o maior esforço deve consistir em esclarecer as interações entre os diversos processos atuantes no sistema, visando entender sua dinâmica e coerência interna (LANNA, 1995). Mais

importante, ainda, é tornar essas informações disponíveis e acessíveis a todos os atores envolvidos no processo de Gestão Ambiental, principalmente, as comunidades locais que usam os recursos naturais.

O Brasil detém uma grande diversidade biológica, contando com cerca de 20% do número total de espécies do planeta distribuída por mais de 8,5 milhões de km², em diferentes biomas terrestres, costeiros e marinhos, produtos da grande variação climática e geomorfológica. Ao lado de toda essa riqueza há, todavia, problemas de igual magnitude. Os diferentes biomas encontram-se bastante reduzidos e degradados, devido ao avanço da fronteira agrícola e à extração descontrolada de espécies de interesse econômico, sem a devida reposição. Os recursos hídricos encontram-se ameaçados pela poluição orgânica e química, pelo assoreamento, comprometendo o volume e a qualidade da água (BRASIL, 1998).

A ocupação dos espaços desencadeada pelas ações de desmatamento, cultivos intensivos, uso abusivo de mecanização e de biotóxicos, queimadas, implantação de estradas e a expansão das áreas urbanas, efetuados de modo inadequados, são fatores que afetam o volume e a qualidade dos recursos hídricos (SÃO PAULO, 1990).

A vulnerabilidade ambiental tem sido associada também à vulnerabilidade do solo à erosão, principalmente em áreas onde a capacidade de infiltração na superfície do solo tenha sido reduzida pela atividade humana ou com solos expostos à forte precipitação (FALKENMARK, 1992). Neste contexto, áreas com cobertura vegetal são importantes no controle da erosão dos solos e no assoreamento dos rios, desempenhando uma ação eficaz de filtração superficial dos sedimentos.

É cada vez mais evidente a necessidade da adoção de medidas que visem à conservação da biodiversidade. Esta postura se justifica tanto por questões de qualidade de vida das populações humanas quanto por questões éticas e morais que considerem a valoração dos recursos naturais (REGALADO, 2005).

O relatório intitulado “Vivendo Além de Nossos Meios” relaciona algumas medidas essenciais para reduzir a degradação dos serviços dos ecossistemas: **Mudar as bases econômicas que orientam as tomadas de decisões** - certifique-se de que o valor de todos os serviços de todos os ecossistemas, não somente aqueles comprados e vendidos no mercado, são considerados ao se tomar qualquer decisão; retire os subsídios à agricultura, pesca e energia que causem qualquer dano às pessoas e ao meio ambiente; dê aos proprietários de terras algum pagamento em troca do manejo de suas terras de modos tais que protejam os serviços dos ecossistemas, como a qualidade da água e o armazenamento de carbono, que são valiosos para a sociedade; estabeleça mecanismos de mercado para reduzir emissões de nutrientes e de carbono da maneira mais economicamente eficaz. **Influencie o comportamento individual** - promova a educação pública sobre o porquê e como reduzir o consumo de serviços ameaçados dos ecossistemas; crie sistemas de certificação confiáveis para oferecer às pessoas a escolha de comprar produtos produzidos sustentavelmente; facilite o acesso das pessoas à informação sobre ecossistemas e às decisões que afetem seus serviços. **Desenvolva e use tecnologias que não agredam o meio ambiente** - invista em ciência e tecnologias agrícolas que aumentem a produção de alimentos com um mínimo de danos à natureza; recupere ecossistemas degradados; promova o uso de tecnologias que aumentem a eficiência da energia e reduzam as emissões de gases causadores do efeito estufa. **Melhore as políticas, o planejamento e a gestão** - promova a tomada de decisões integrando diferentes departamentos e seções, assim como instituições internacionais, para garantir que as políticas

foquem a proteção dos ecossistemas; inclua uma gestão sólida dos serviços dos ecossistemas em todo o planejamento regional e em todas as estratégias de redução da pobreza preparadas por vários países em desenvolvimento; dê a grupos marginalizados o poder de influenciar as decisões que afetem os serviços dos ecossistemas e reconheça legalmente a propriedade das comunidades locais sobre os recursos naturais; estabeleça áreas de proteção adicionais, principalmente em sistemas marinhos e dê um maior apoio financeiro e gerencial às áreas já existentes; use todas as formas de conhecimento e informação relevantes sobre a estrutura da paisagem e dos ecossistemas ao tomar decisões, incluindo o conhecimento local e dos grupos indígenas (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2006c) .

Diversos estudos, utilizando a abordagem da Ecologia da Paisagem, têm demonstrado sua aplicabilidade no planejamento e manejo sustentável dos recursos naturais (ROCHA, 1995; GROGAN, 1993); na análise de agroecossistemas (BARRET e PELES, 1994; FEDOROWICK, 1993), no manejo sustentável de florestas (DIAZ e APOSTOL, 1993), na preservação da biodiversidade (NAVEH, 1992), no planejamento de áreas naturais protegidas (SANTOS et al., 2000; BAKER, 1989), e na recuperação de bacias hidrográficas (PAULA SOUZA et al., 1992). O conceito de paisagem engloba diversas perspectivas, variáveis através do tempo, incluindo os seguintes significados (MOTLOCH, 1991): natureza, habitat, artefato, sistema, problema, valor, ideologia, história, lugar e estética. Visto de uma perspectiva ecológica (ecossistêmica), diversas definições de paisagem podem convergir para a formulação de um conceito mais rigoroso do ponto de vista científico e útil do ponto de vista da aplicação (BOLÓS e CAPDEVILA, 1992; FORMAN e GODRON, 1986). Forman e Godron (1986) definem a paisagem como uma superfície geográfica heterogênea, constituída por um grupo de ecossistemas que se repetem apresentando padrões semelhantes. Esta concepção tem proporcionado o entendimento da paisagem como síntese da interação dos

diversos componentes que a produziram (GROGAN, 1993; NAVEH, 1994; ADRESEN, 1992; HABER, 1990; MILANO, 1989). Deste modo, a paisagem é entendida como síntese da interação dos componentes geológicos, expostos à ação do clima, fatores geomorfológicos, bióticos e antrópicos através do tempo, refletindo hoje o registro acumulado da evolução biofísica e da história das culturas precedentes (ROCHA, 1995). Ao observar-se ecossistemas, naturais ou antropizados, observam-se paisagens (MILANO, 1989). Este conceito reflete claramente os valores culturais, sociais e psicológicos do indivíduo e de sua coletividade, relativos à paisagem observada (LEVIN, 1992; SOULÉ, 1988, ZUBE et al, 1982).

Durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, que ocorreu em 1992 na cidade do Rio de Janeiro, 157 países foram signatários da Convenção da Diversidade Biológica que estabelece normas e princípios que devem reger o uso e a proteção da diversidade biológica em cada país signatário. Em linhas gerais, a Convenção da Diversidade Biológica propõe regras para assegurar a conservação da biodiversidade, o seu uso sustentável e a justa repartição dos benefícios provenientes do uso econômico dos recursos genéticos, respeitados a soberania de cada nação sobre o patrimônio existente em seu território (BRASIL, 2000a).

Como forma de minimizar a perda de biodiversidade, tem-se recorrido ao estabelecimento de unidades de conservação. A implantação destas áreas tem sido uma política adotada mundialmente, sendo que o marco fundamental da estratégia do estabelecimento desses sistemas de áreas naturais protegidas foi a criação do Parque Nacional de Yellowstone nos EUA, em 1872, ainda que a definição do conceito de parque houvesse sido esboçada em 1830 por George Catlin (BRITO, 2003).

Alguns autores têm a mesma linha de pensamento e concordam que a criação de unidades de conservação é o procedimento adequado para a conservação da diversidade biológica (BRUNER et al., 2001; BROOKS et al., 2004).

Um conceito largamente difundido e aceito entre os conservacionistas é de que as unidades de conservação são os locais mais efetivos para a conservação *in situ* da diversidade biológica. Os conservacionistas sustentam, ainda, que as unidades de conservação devam ser tão grandes quanto possível de modo a maximizar a integridade dos ecossistemas, minimizar os riscos de extinção de espécies e maximizar a representatividade das comunidades ecológicas e de suas espécies constituintes (UNITED NATIONS, 2001).

A concepção de conservação da natureza *in situ*, mais difundida mundialmente, propõe o estabelecimento de um sistema de áreas naturais protegidas (BRITO, 2003). Uma área natural protegida ou unidade de conservação é definida como “uma superfície de terra ou mar consagrada à proteção e manutenção da diversidade biológica, assim como dos recursos naturais e dos recursos culturais associados, e manejada por meios jurídicos e outros instrumentos eficazes” (IUCN, 1994; BRITO, 2003).

Embora existam várias formas de promover a proteção da biodiversidade, a criação de unidades de conservação corresponde como a mais básica e efetiva para se alcançar esse objetivo. Estudos recentes sugerem que mesmo as unidades de conservação deficientes de implantação e manejo são mais efetivas na conservação do que áreas não protegidas (MACHADO et al., 2004).

As rápidas transformações dos tempos atuais apresentam riscos e oportunidades para mudanças na forma de entender as áreas protegidas. As tendências são de integrá-las às estratégias de desenvolvimento com base holística, para o manejo sustentável dos recursos (ROCHA, 1995). O fundamental é a elaboração de programas integrados de manejo de áreas protegidas e de seu entorno, tendo por escopo benefícios sociais, culturais e econômicos às comunidades onde estão inseridas as áreas protegidas, para um efetivo suporte à conservação (ROCHA e MILANO, 1993).

No Brasil, as unidades de conservação começaram a ser estabelecidas, por iniciativa do Governo Federal, a partir de 1937 com a criação do Parque Nacional de Itatiaia com o objetivo de incentivar a pesquisa científica e oferecer lazer as populações urbanas (BRITO, 2003). Entretanto a primeira proposta de criação de Parques Nacionais no Brasil, não obstante, é mais antiga: de André Rebouças, em 1876, partiu a sugestão inicial para o estabelecimento de parques segundo o molde norte-americano (BENSUSAN, 2006). Após a criação do Parque Nacional de Itatiaia seguiu-se o estabelecimento de dois outros parques, em 1939, o Parque Nacional do Iguaçu, no Paraná, e o Parque Nacional da Serra dos Órgãos, no Rio de Janeiro. Em 1944, atribuiu-se à Seção de Parques Nacionais do Serviço Florestal, o encargo de orientar, fiscalizar, coordenar e elaborar programas de trabalho para os parques nacionais e explicitaram-se os objetivos dos parques: conservar para fins científicos, educativos, estéticos ou recreativos as áreas sob sua jurisdição; promover estudos de flora, fauna e geologia das respectivas regiões. O Código Florestal de 1965 definiu como parques nacionais as áreas criadas com a finalidade de resguardar atributos excepcionais da natureza, conciliando a proteção integral da flora, da fauna e das belezas naturais com a utilização para objetivos educacionais, recreativos e científicos. Com a criação do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, em 1967, a administração das áreas protegidas passou a ser

realizada por tal instituição. Em 1979, instituiu-se o Regulamento dos Parques Nacionais, ainda em vigor. A Constituição Federal de 1988 assegura a todos, em seu artigo sobre meio ambiente, um “meio ambiente ecologicamente equilibrado” e impõe ao poder público o dever de defendê-lo e preservá-lo. A partir dessa base constitucional, o país concebeu um Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, ou seja, de áreas protegidas (BENSUSAN, 2006).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, estabelece os critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação (BRASIL, 2000b).

Dada à multiplicidade de objetivos de conservação, há que considerar a existência de tipos distintos de unidades de conservação, denominados categorias de manejo, cada um atendendo prioritariamente determinados objetivos, que determinarão um maior ou menor significado para a preservação dos recursos naturais (MILANO, 1991).

As unidades de conservação no País dividem-se, conforme o SNUC, em dois grupos, com características específicas: **Unidades de Proteção Integral** - com o objetivo básico de preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais. O grupo das Unidades de Proteção Integral é composto pelas seguintes categorias de unidades de conservação: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre. **Unidades de Uso Sustentável** - com o objetivo de compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. Constituem o grupo das Unidades de uso Sustentável as seguintes categorias de unidades de conservação: Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante

Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural (BRASIL, 2000b).

O capítulo I, artigo 2º do SNUC define que para a gestão de Unidades de Conservação – UC's, faz-se necessário a elaboração do plano de manejo; documento técnico mediante o qual, com fundamentos nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem definir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade (BRASIL, 2000b).

O zoneamento representa um instrumento de ordenamento territorial que consiste na definição de setores ou zonas como uma das etapas para a elaboração do plano de manejo, que tem como meta proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da UC possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz (IBAMA, 2005).

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) permitem realizar a aquisição de dados de modo dinâmico, bem como análises complexas e modelagem dos dados, ao integrar dados georreferenciados em seus diferentes formatos, imagens, vetores e grades, bem como as informações descritivas. O SIG constitui-se numa ferramenta essencial para o suporte à decisão relativo aos cenários existentes, ao manejo sustentável dos recursos naturais e contribuindo na análise, caracterização da paisagem e na proposição do zoneamento ambiental.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar os recursos da paisagem da Floresta Nacional de Irati e dos municípios de seu entorno, Fernandes Pinheiro, Imbituva, Irati e Teixeira Soares que compõem a Microrregião Colonial de Irati, aplicados à gestão ambiental, considerando aspectos da conservação da biodiversidade e a importância da formação Floresta Ombrófila Mista.

2.2. Objetivos Específicos

Elaborar a caracterização do meio biofísico da Floresta Nacional de Irati e dos municípios de Fernandes Pinheiro, Imbituva, Irati e Teixeira Soares que compõem a Microrregião Colonial de Irati.

Analisar os elementos estruturais da paisagem dos municípios que compõem a Microrregião Colonial de Irati e da Flona de Irati.

Elaborar uma proposta de zoneamento ambiental conceitual da Floresta Nacional de Irati como um instrumento de ordenamento territorial e uma das etapas para a elaboração do plano de manejo desta unidade de conservação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O trabalho foi realizado na Microrregião Colonial de Irati, envolvendo os municípios de Fernandes Pinheiro, Imbituva, Irati e Teixeira Soares e na Floresta Nacional de Irati – Flona de Irati (Figura 1).

A Microrregião Colonial de Irati ocupa uma área de 310.307,97 ha, com uma população de 91.363 habitantes, dos quais 65,5% residem em área urbana e 34,5% em área rural (IBGE, 2000). A estrutura fundiária da região tem como característica a pequena propriedade rural (IBGE, 2000), sendo 88,3% do total equivalente a 6.421 propriedades com áreas de até 50 hectares.

A Microrregião Colonial de Irati está situada no Segundo Planalto Paranaense, porção centro-sul do estado do Paraná, área de Domínio da Floresta Ombrófila Mista (VELOSO e GOES-FILHO, 1982), nas coordenadas geográficas 25°40' de latitude sul, 51° 11' de longitude oeste e 25° 1' de latitude sul, 50° 15' de longitude oeste, fazendo divisa ao norte com os municípios de Prudentópolis, Guamiranga, Ivaí, Ipiranga, ao sul com Rio Azul, Rebouças, São João do Triunfo e Palmeira, a leste com Ponta Grossa e a oeste com Inácio Martins e Guarapuava.

A Flona de Irati é uma unidade de conservação de âmbito federal do grupo de uso sustentável, localizada na região central da área de estudo nas coordenadas geográficas 25° 25' de latitude sul, 50° 36' de longitude oeste e 25° 17' de latitude sul, 50° 30' de longitude

oeste. Flona de Irati foi criada com base na portaria 559 de 25 de outubro de 1968 (IBAMA, 2006), do então Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF, atual Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.

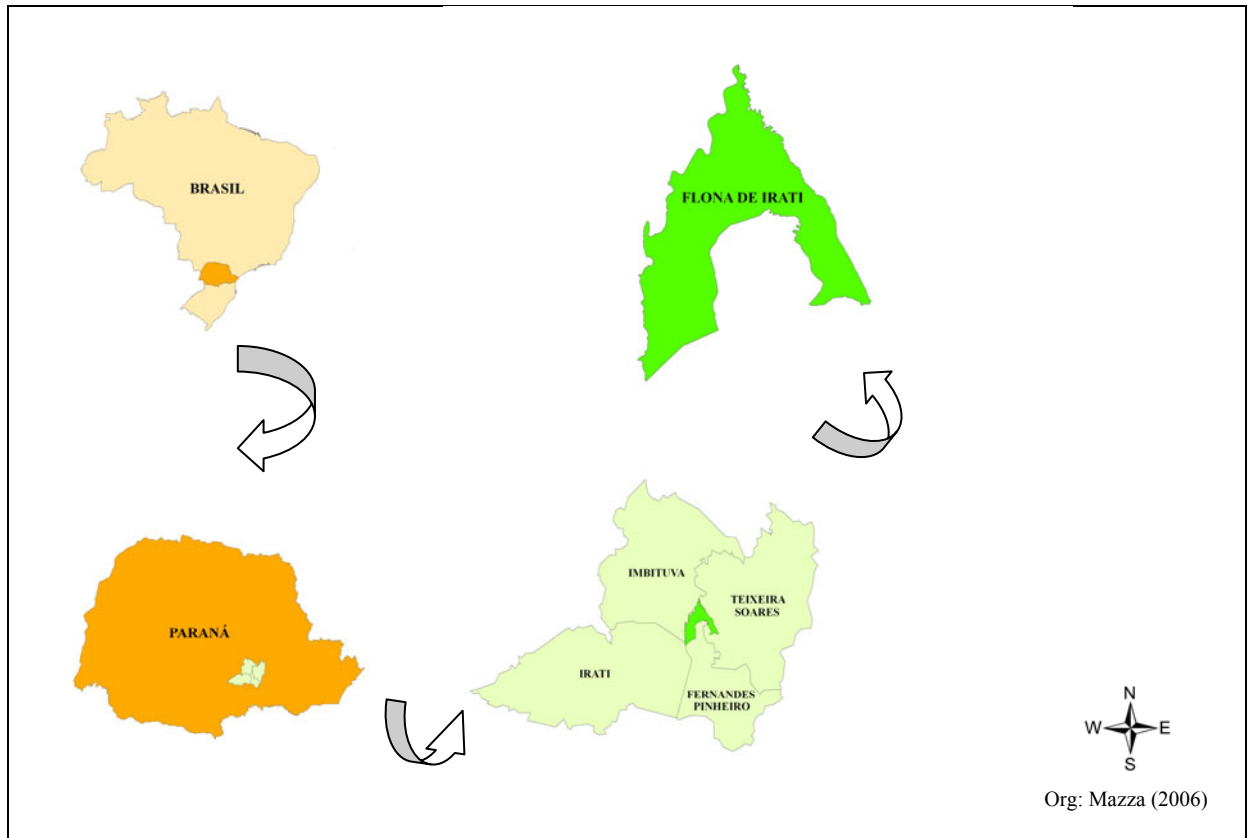


Figura 1: Localização da Microrregião Colonial de Irati e da Flona de Irati – PR.

O clima microrregional, conforme Köppen, é do tipo Cfb - Subtropical Úmido Mesotérmico, caracterizado por verões frescos, geadas severas e freqüentes e sem estação seca. O período quente ocorre de setembro a abril, registrando temperaturas médias inferiores a 22°C. A estação fria se estende de maio a agosto, sendo caracterizada pela ocorrência de geadas severas e freqüentes, com temperaturas médias inferiores a 18°C e registros de mínimas absolutas abaixo de 0°C. As chuvas mais intensas, que se concentram de dezembro a

março, correspondem ao período quente, alcançando valores entre 1400 - 1600 mm de precipitação (SPVS, 1996).

3.2. Caracterização e análise ambiental da área de estudo

Inicialmente o estudo consistiu da coleta de informações relacionadas ao histórico de ocupação e colonização da região, efetuado por meio de revisão de literatura, procurando entender a ocupação da paisagem original e como esta influenciou a formatação atual. Para a caracterização ambiental, foram escanerizadas e vetorizadas, na escala 1:50.000, as cartas planialtimétricas, referentes ao recobrimento efetivo de toda área de estudo, elaboradas pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro (DSG, 1989) editadas em 1989 na escala 1:50.000, Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator, Datum Horizontal SAD 69, Zona 22 Sul (Quadro 1).

Quadro 1: Cartas Planialtimétricas do DSG (escala 1:50.000)

FOLHA	MAPA ÍNDICE	DENOMINAÇÃO
SG.22-V-D-III-4	MI 2838/4	Itapará
SG.22-J-I-1	MI 2839/1	Prudentópolis
SG.22-X-C-I-2	MI 2839/2	Imbituva
SG.22-X-C-I-3	MI 2839/3	Gonçalves Júnior
SG.22-X-C-I-4	MI 2839/4	Irati
SG.22-X-C-II-3	MI 2840/3	Teixeira Soares *
SG.22-V-D-VI-2	MI 2853/2	Inácio Martins
SG.22-X-C-IV-1	MI 2854/1	Rio Azul
SG.22-X-C-IV-2	MI2854/2	Rebouças
SG.22-X-C-V-1	MI 2855/1	São João do Triunfo
SG.22-X-C-II-1	MI 2840/1	Uvaia

* O município de Fernandes Pinheiro foi desmembrado do município de Teixeira Soares.

Visando complementar as cartas do DSG e delimitar os temas avaliados na caracterização ambiental, foram extraídos, da Malha Municipal Digital do Brasil - situação 2001 (IBGE, 2003), a divisão política dos municípios envolvidos, Fernandes Pinheiro, Imbituva, Irati e Teixeira Soares. Os dados vetoriais extraídos das cartas planialtimétricas da DSG e da Malha Municipal do IBGE foram importados para o Sistema de Informação Geográfica, ArcView 9.1 (ESRI, 2006) para compor a base de dados georreferenciada do trabalho.

Foram utilizadas duas imagens do satélite Landsat Thematic Mapper 7, referentes às órbitas/ponto 221/77 e 221/78, que correspondem ao recobrimento da área de estudo, com data de passagem em setembro de 1999 e uma imagem do satélite Ikonos PSM,

com data de passagem em dezembro de 2004, referente à área de cobertura da Flona de Irati. As imagens Landsat foram processadas no software Sistema de Processamento de Informação Georreferenciada - Spring versão 4.2 (INPE, 2006) com a finalidade de se obter a classificação do uso e ocupação da terra da Microrregião Colonial de Irati. Durante os procedimentos iniciais efetuou-se a importação das cenas do satélite seguido do registro com a tomada de pontos de controle em diferentes quadrantes da cena. Na sequência, efetuou-se o mosaico entre as duas cenas e o recorte da imagem utilizando o arquivo de limite da área de estudo referente aos municípios de Imbituva, Irati, Fernandes Pinheiro e Teixeira Soares. A imagem do satélite Ikonos foi interpretada visualmente com a finalidade de elaborar a classificação para o uso e ocupação da terra na Flona de Irati.

Os procedimentos para a edição do resultado da classificação do uso e ocupação da terra, elaborados no software Spring versão 4.2 (INPE, 2006), e a elaboração e edição dos mapas temáticos de geologia, solos, hipsometria, clinografia, rede de drenagem foram efetuados no software ArcView versão 9.1 (ESRI, 2006).

A análise dos fragmentos dos remanescentes florestais foi efetuada no software Fragstats versão 3.3 desenvolvido para a análise de padrões espaciais e determinação da estrutura da paisagem, (McGARIGAL e MARKS, 1995).

3.2.1. Geologia

O mapa de geologia foi adaptado da base de dados de mineralogia do Paraná, escala 1:250.000, cedido para a execução deste trabalho pela MINEROPAR – Minerais do Paraná (MINEROPAR, 2001). A base de dados, em meio digital, foi importada para o

ArcView e extraída a geologia por meio do recorte utilizando o arquivo de limite da área de estudo referente aos municípios de Imbituva, Irati, Fernandes Pinheiro e Teixeira Soares.

3.2.2. Solos

O mapa de solos foi adaptado do levantamento pedológico sistematizado do estado do Paraná, elaborado pela Embrapa Solos, disponível na escala 1:300.000 e ajustado para o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). A base de dados pedológicos do Paraná foi importada para o ArcView e extraída as classes de solos relativas a área de estudo por meio do arquivo de limite.

3.2.3. Hipsometria

O modelo digital de elevação - MDE, necessário para a geração da hipsometria, foi obtido por meio do projeto “Shuttle Radar Topography Mission” - SRTM (USGS, 2005). Este projeto desenvolvido pela National Geospatial-Intelligence Agency - NGA em parceria com a National Aeronautics and Space Administration - NASA coletou, em fevereiro de 2000, dados topográficos da superfície da terra, por meio de radares embarcados no ônibus espacial Endeavour.

Os dados topográficos da superfície da terra foram gerados pelo processo interferométrico, gerando um par de imagens que permitem determinar a topografia da superfície da terra com resolução espacial de 90 metros e a elevação da superfície, com uma acurácia vertical de 16 metros com precisão acima de 90%.

O arquivo do modelo digital de elevação foi obtido diretamente na página do SRTM (<http://edc.usgs.gov/>) por meio da definição de um retângulo envolvente contendo as coordenadas de borda da área de estudo.

O arquivo do MDE, foi importado para o ArcView e recortado a área de estudo por meio do arquivo de limite. Para a geração da hipsometria utilizou-se o módulo 3D Spatial Analyst do ArcView, convertendo o arquivo MDE do formato raster para elevação – TIM contendo 9 classes hipsométricas.

3.2.4. Clinografia

A clinografia foi obtida com base no modelo digital de elevação. No módulo 3D Spatial Analyst, por meio da opção Surface Analyzis selecionou-se a função Slope, que gerou o arquivo de clinografia contendo 7 classes de declividade.

As classes de declividade foram elaboradas conforme a tabela de riscos de uso estabelecido pelo Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras desenvolvida pela Embrapa Solos, que estabelece os níveis de uso e o manejo adequado em função da declividade (EMBRAPA, 1995).

3.2.5. Hidrografia

O arquivo de hidrografia da área de estudo foi extraído da base de dados planialtimétrica e recortado no ArcView utilizando-se o arquivo de limite da área de estudo.

A densidade de drenagem total, que expressa o grau de desenvolvimento de um sistema de drenagem, foi estimada pela relação entre o comprimento total dos cursos d'água existente e a área de estudo (MISSIO, 2003). A riqueza de drenagem é definida por 03 classes de valores padrão: menor que 7,5 m/ha considerada pobre, entre 7,5 e 15m/ha considerada mediana e maior que 15 m/ha considerada rica (DNAEE-EESC, 1980).

3.2.6. Uso e ocupação da terra

A definição dos tipos de uso e ocupação da terra foi determinada por meio da interpretação visual da imagem de satélite e reconhecimento da realidade terrestre por meio de visitas a campo. A classificação, para a determinação do uso e ocupação da terra da Microrregião Colonial de Irati, foi do tipo supervisionada e o treinamento do sistema para reconhecimento das assinaturas espectrais dos tipos de uso foi efetuado com a coleta de pelo menos 20 polígonos amostrais para cada tipo de uso, por meio do reconhecimento na imagem da textura, cor e forma. O algoritmo utilizado para a classificação do uso e ocupação da terra foi o de máxima verossimilhança por meio do classificador Maxver do Spring. Durante o procedimento de classificação foram utilizadas todas as bandas do satélite Landsat à exceção das bandas 6 e 8, devido à resolução espacial destas serem diferentes das demais. A partir dos resultados da classificação foi gerada a matriz de confundimento com a finalidade de medir a precisão desta por meio do índice global de Kappa (LANDIS e KOCK, 1977). O resultado final da classificação foi importado pelo ArcView para a edição e elaboração do mapa de uso e ocupação da terra.

A identificação dos tipos de uso e a determinação do uso e ocupação da terra para a área da Flona de Irati foi elaborada por meio da interpretação visual da imagem Ikonos e efetuada no ArcView.

3.2.7. Análise dos fragmentos

A análise da estrutura da paisagem foi realizada no software Fragstats com base no resultado da classificação da imagem Landsat para o uso e ocupação da terra (McGARIGAL e MARKS, 1995). Considerando a paisagem como um todo, foram calculadas, as métricas de composição: CA (área ocupada pelas classes na paisagem), PLAND (percentagem das classes na paisagem), NP (número de manchas nas classes) e CA/NP (tamanho médio das manchas em cada classe).

Considerando somente a classe de floresta nativa, nos procedimentos para análise da estrutura da paisagem, foram calculadas as métricas de composição: FRAC (índice de dimensão fractal) - este índice reflete o grau de complexidade de forma da mancha; NCORE (número de áreas core) - determina o número de áreas nucleares disjuntas dentro de um mesmo fragmento; CAI (índice de área core) - quantifica a percentagem de área nuclear na mancha. Foi determinada também uma métrica de disposição: ENN (Distância euclidiana do vizinho mais próximo) - é definida usando a geometria euclidiana com uma linha reta entre a mancha focal e seu vizinho mais próximo de mesma classe.

3.3. Zoneamento ambiental da Flona de Irati

A proposição do zoneamento ambiental conceitual da Flona de Irati se baseou na análise e caracterização ambiental por meio da elaboração e interpretação dos mapas temáticos de geologia, solo, rede de drenagem, hipsometria, clinografia e do uso e ocupação da terra, com o auxílio do software ArcView, versão 9.1 e do software Spring, versão 4.2, considerando-se, ainda, o histórico de ocupação e colonização da região envolvida, bem como a análise dos riscos. A proposta conceitual do zoneamento ambiental também se fundamentou na legislação vigente (BRASIL, 1979) que regulamenta o Zoneamento Ambiental em Parques Nacionais e na lei e decreto que institui e regulamenta respectivamente, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (BRASIL, 2000b; 2002).

Os mapas gerados na etapa de caracterização foram sobrepostos e analisados e a definição das zonas e distribuição das mesmas na área da Flona de Irati e entorno foram elaboradas considerando a legislação vigente e o conhecimento das diferentes fitofisionomias existentes, bem como as características fisiográficas da Flona. As zonas foram delimitadas e definidas em áreas homogêneas ou gerenciais, em função das fragilidades encontradas, na determinação de unidades da paisagem, suas potencialidades e necessidades específicas de conservação e/ou recuperação de alguns ambientes, bem com na necessidade de propor a implantação de infra-estrutura visando proporcionar aos usuários, as condições de lazer associadas aos conceitos e práticas de educação ambiental.

O entorno imediato da Flona de Irati, áreas que fazem limite com a UC, foi avaliado e discutido considerando a caracterização ambiental dos quatro municípios que compõem a Microrregião Colonial de Irati, analisando as potencialidades e riscos.

Com base na caracterização e análise da estrutura da paisagem dos municípios de Fernandes Pinheiro, Imbituva, Irati e Teixeira Soares, que compõem o entorno da unidade de conservação, elaborou-se a proposta de zoneamento ambiental da Floresta Nacional de Irati.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Histórico do processo de ocupação da Microrregião Colonial de Irati

No processo de ocupação histórica da paisagem na Microrregião Colonial de Irati ocorreram ciclos econômicos sucessivos iniciados com a mineração do ouro e seguidos pela pecuária, os quais tiveram grande importância na fixação do homem e no desenvolvimento inicial da região. O processo continua, em seguida, com a erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) sobrepondo-se, a partir da segunda metade do seu ciclo, o ciclo madeireiro (Figura 2).

A descoberta do ouro na bacia hidrográfica do rio Paranaguá, no final do século XVI, estimulou a ocupação agrícola dos solos da região do litoral e, principalmente, do Primeiro Planalto Curitibano. Com a queda da produção de ouro, parte da população autônoma de subsistência, que vivia em função da mineração, retraiu-se ou ajustou-se a outras atividades. Gradativamente, ocorreu um processo de interiorização da população do Primeiro Planalto Curitibano, alcançando os Campos Gerais, segundo planalto paranaense (área atual de influência do município de Ponta Grossa), correspondente à expansão da população que vivia da subsistência, transformando-se em criadores e agricultores para o mercado interno que começava a ganhar vulto (YU, 1988) (Figura 2).

Levando-se em consideração as características dos ciclos econômicos do estado do Paraná, cabe ressaltar que nas fases iniciais no processo de crescimento, a atividade

principal da economia gera atividades econômicas secundárias que darão sustentáculo ao avanço da primeira, e na fase de declínio, ocorre uma liberação de recursos produtivos, materiais e humanos, que serão empregados numa nova atividade dominante ou ciclo econômico (YU, 1988). Sob este ângulo, a mineração no litoral e a pecuária nos campos, em princípio distintas e independentes, mantêm uma ligação entre si no que se refere ao reaproveitamento dos recursos humanos.

A ocupação dos Campos Gerais do Paraná foi motivada pela queda da produção de ouro no litoral, incentivada pela descoberta das “Minas Gerais” a qual contribuiu para a intensificação do tráfico de muares entre Viamão e Sorocaba, atividade que exigia “a invernagem” do gado, e conseqüentemente culminou com a implantação de fazendas de gado na região (GUBERT FILHO, 1989) (Figura 2).

A composição do capital social inicial investido na pecuária, continha entre os seus elementos, principalmente, a força de trabalho de negros, índios ou seus mestiços escravos (YU, 1988). Entretanto havia um contingente relativamente grande de trabalhadores livres que se estabeleceu nos campos, formando pequenas comunidades orientadas para a produção de gêneros alimentícios, ao lado dos latifúndios de criação de gado (PETRONE, 1960). Essas famílias de baixo poder aquisitivo, que se agregavam às fazendas, eram conhecidas regionalmente como “agregados” e formavam suas moradias em lugares convenientes, trabalhando na terra por contratos verbais de parceria agrícola, além dos eventuais serviços de jornada. No censo realizado em 1854, a população de Ponta Grossa somava 3.033, entre brancos, mulatos e pardos e pretos (MARTINS, 1941), incluídos num total de 60.626 habitantes na Província do Paraná.

À medida que o século XVIII avançava, a economia da Província do Paraná passava de um aspecto de subsistência para a fase de comércio. A produção para exportação substituiu quase que por completo a produção de subsistência da própria comunidade. Dois negócios passaram a dominar: o comércio de tropas muares, compradas no sul, invernadas no Paraná e vendidas nas feiras de Sorocaba e a exportação de erva-mate (Figura 2).

Nas áreas de campo, o comércio de muares, apoiado nas fazendas de criação, atraía grande parte da população nas suas várias camadas sociais (Figura 2). Por outro lado, a erva-mate, desde os primórdios da colonização, era bem conhecida dos paranaenses e, embora houvesse uma Provisão Régia de 1722 em favor do seu comércio, prevendo a sua introdução no mercado de Buenos Aires, manteve-se como uma produção doméstica e de consumo quase que exclusivamente local até o próximo século (Figura 2). No começo do século XIX, as técnicas de beneficiamento, fabricação e acondicionamento foram introduzidas em Paranaguá. Surgem, então, os primeiros “engenhos de soque” no litoral, constituindo o marco inicial da fase do aproveitamento industrial do mate e da sua efetiva comercialização externa. A extração da erva paranaense ganha volume na década de 1820 e acaba por conquistar os mercados de Buenos Aires e Montevideu. Já em 1826, a exportação da erva-mate constituía a base de todo o comércio exterior da Comarca, através do Porto de Paranaguá, predominando sobre os demais produtos, com larga margem, e atingindo 69,81% da exportação total do Paraná. Na década de 1830, começam a surgir engenhos de soque serra acima, em Curitiba, apesar das dificuldades de transporte até o porto de Paranaguá. Um grande incremento na produção de erva ocorreu a partir de 1858, com a introdução dos engenhos a vapor, e outras melhorias no processamento, os quais possibilitaram maior capacidade de processamento e fariam da erva-mate, até a década de 1930, o principal produto da exportação paranaense (BALHANA et al., 1969).

Quando a atividade pecuária perdeu sua força econômica, na primeira metade do século XIX, os “agregados” se deslocaram para um novo espaço nas “matas mistas do Centro-Sul”, levando consigo a economia de subsistência, atraídos pela abundância da erva-mate na região (Figura 2), produto que ocupava uma posição de destaque na economia do Paraná no período. Irati situava-se no centro da região produtora, sendo significativa a participação da erva-mate na realidade econômica, política e social da comunidade local, segundo Orreda (1981; 1974). Segundo esse autor, as primeiras famílias que habitaram a Colônia Irati, depois Irati-velho e hoje Vila São João, teriam vindo de Palmeira, Campo Largo, Lapa, Itaioca, Assungui e Curitiba, entre 1860 e 1870. Um levantamento realizado pelo governo da Província, em 1866, registrou 3.356 habitantes em Palmeira, 4.998 em Campo Largo, 8.300 na Lapa e 13.627 em Curitiba, totalizando 99.087 habitantes na Província do Paraná (MARTINS, 1941).

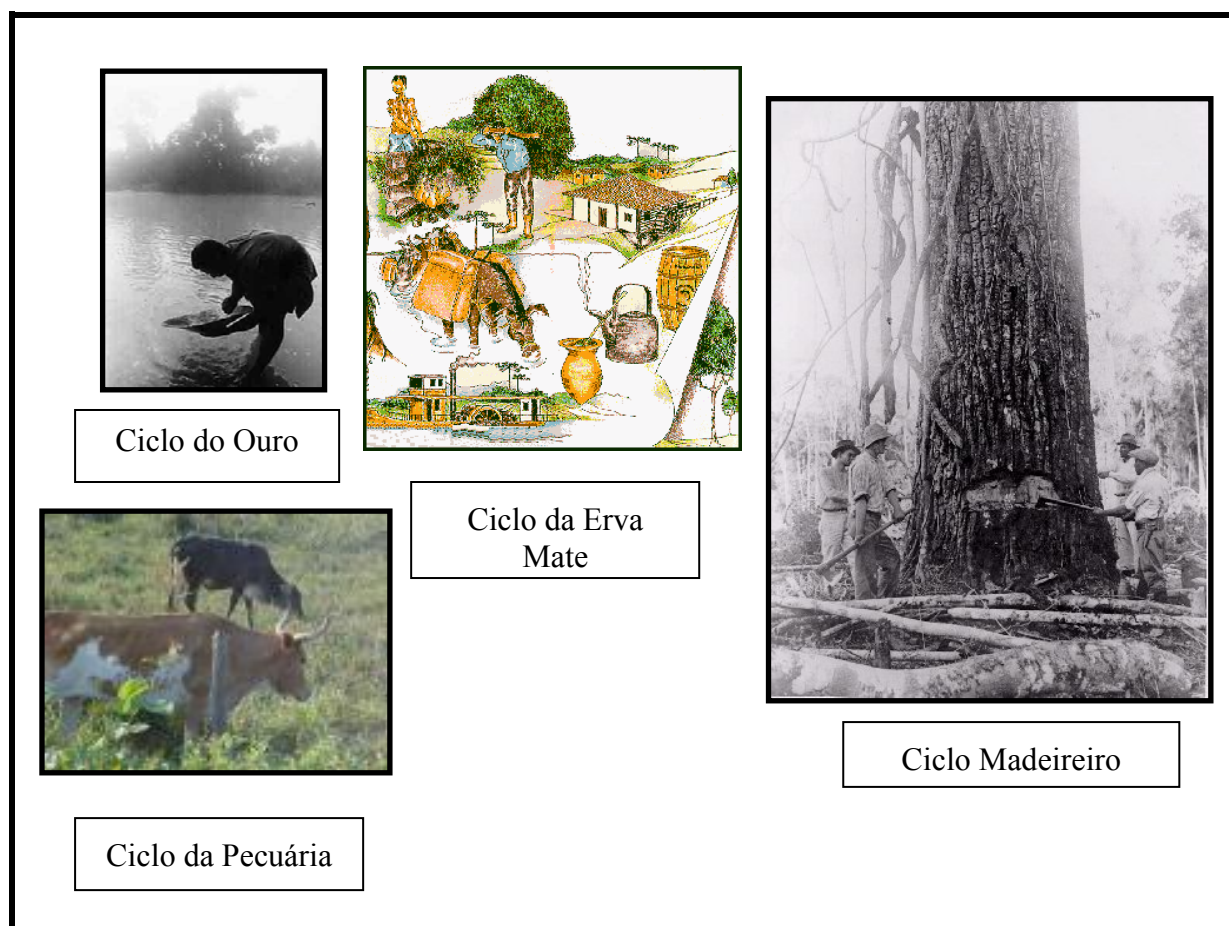


Figura 2: Ciclos econômicos no processo de ocupação da Microrregião Colonial de Irati - PR

A categoria “dos agregados”, que vieram ocupar as áreas de mata do Centro-Sul, representava a maioria dos trabalhadores na coleta da erva-mate, constituindo as comunidades rurais que, posteriormente, deram origem ao Sistema Faxinal (YU, 1988).

O Sistema Faxinal é uma forma de organização camponesa predominante na região até recentemente, que consiste no caráter coletivo no uso da terra para a produção animal. A estrutura social nas comunidades do tipo Faxinal é formada pelo caboclo, descendente dos escravos e índios, miscigenados ou não com imigrantes europeus. A instância do comunal é consubstanciada neste sistema em forma de “criadouros comuns” espaços nos quais os animais são criados à solta.

Enquanto o mercado externo do mate era favorável e o seu extrativismo continuava sendo uma atividade privilegiada, a produção agrícola não excedia muito além do plano secundário de apoio. A agricultura de subsistência consistia numa policultura alimentar, na qual se destacavam as culturas de feijão, milho, arroz, batata, mandioca e cevada. As práticas agrícolas ainda conservavam muito dos costumes tradicionais, dos quais o pousio é o mais difundido e característico. De acordo com Yu (1988), o pousio utiliza o sistema de rotação de terras, tornando agricultáveis muitas áreas com declividade acentuada e, por conseguinte, não aráveis. Neste sistema, segundo o autor, a cada área plantada deve corresponder uma área de pousio ou descanso, permitindo uma rotação entre as duas e contribuindo para a recuperação da fertilidade do solo.

O Sistema Faxinal era economicamente sustentado pela atividade ervateira, que passou a perder espaço a partir da queda vertiginosa das exportações de erva-mate em 1930, fato que marcou a última e definitiva crise da economia ervateira do Estado. A partir desta época, atividades de subsistência que desempenhavam papel complementar passaram a ganhar maior importância (CHANG, 1988).

Antes do declínio da comercialização do mate, a extração da madeira se apresentava como uma atividade econômica bastante vigorosa (Figura 3), impulsionada pela conclusão da ferrovia entre Curitiba e Paranaguá em 1885 e pela retração da oferta de madeira pelos europeus devido à Primeira Guerra Mundial (YU, 1988), a qual possibilitou um crescimento significativo nas exportações de madeira do Paraná. Desde o estabelecimento da Província do Paraná, a exportação de madeiras era praticada, mas somente as madeiras de lei do litoral que, saindo pelo Porto de Paranaguá, iam abastecer os mercados, principalmente, do Rio de Janeiro e da Bahia (BALHANA et al., 1969).

O pinho, *Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze, naquela época era utilizado apenas nos limites de serra acima, dadas às dificuldades de transporte para o litoral. Entretanto, relatos da década de 1880 revelam que o pinho paranaense (araucária), pela qualidade já comprovada, tinha possibilidades de conquistar os mercados do Rio de Janeiro, Santos, Rio Grande, Montevideu e Buenos Aires, além de se constituir na matéria prima das barricas que acondicionavam a erva-mate para exportação (Figura 3). Apesar das dificuldades, a indústria madeireira continuou a se desenvolver na última década do século e, entre 1896 e 1899, existiam no Paraná, sobretudo ao longo da Estrada de Ferro São Paulo-Rio Grande (Figura 3), 64 serrarias em produção (BALHANA et al., 1969).

Na década de 1890, um grande contingente de pessoas parece ter se deslocado para a região das matas do Imbituva. O primeiro recenseamento da República, com resultados por municípios, realizado em 1890, registra 5.411 habitantes em Imbituva, passando para mais do dobro no segundo recenseamento, em 1900, quando foram registrados 11.490 habitantes (MARTINS, 1941).

A Estrada de Ferro São Paulo-Rio Grande chegou à região de Irati em 1899 (Figura 3), quando foi inaugurada a estação com nome de Irati, na localidade chamada Covalzinho (ORREDA, 1981). Todas as áreas achavam-se, até a criação do município de Irati em 1907, ocupadas por alguns poucos moradores, em sua totalidade, brasileiros. No ano seguinte à emancipação política de Irati, em 1908, chegou o primeiro contingente de colonos, os Holandeses, fixando-se no Núcleo Irati (mais tarde denominada Colônia Gonçalves Junior). Em 1908, começaram a chegar à região de Itapará, os imigrantes ucranianos e poloneses, cerca de 300 famílias, além de alguns austríacos, entrando pelo município de Prudentópolis. Em 1909, vieram para o Núcleo Irati, os imigrantes alemães e, em 1910/1912,

chegaram os ucranianos e poloneses. A partir de 1913, italianos provenientes da região de campo Largo, começaram a fixar-se em Rio do Couro, Mato Queimado, na sede municipal e outras áreas. Outro núcleo expressivo formou-se na Serra da Nogueira, constituído principalmente por colonos poloneses, desde 1904 (ORREDA, 1974).

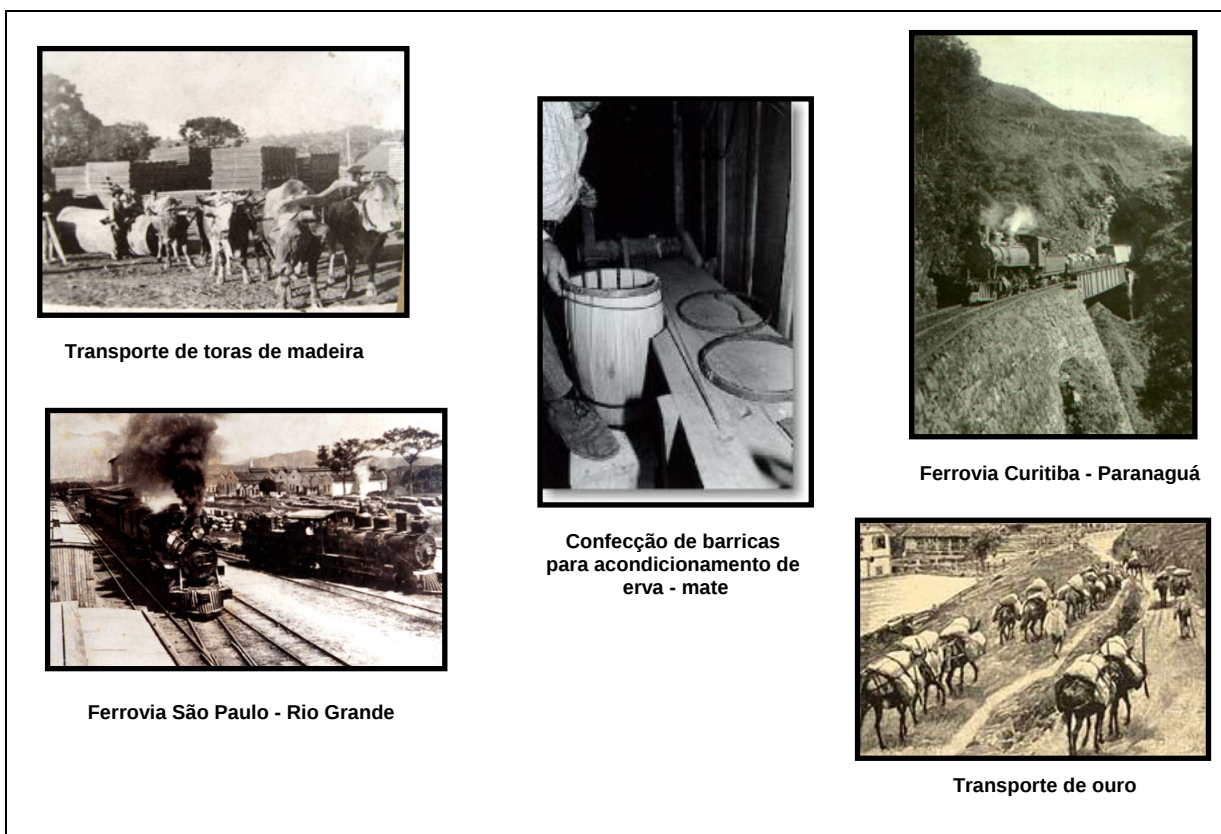


Figura 3: Etapas do processo de ocupação histórica e colonização da Microrregião Colonial de Irati -PR

No início do século XX, e antes da fase declinante do mate em 1930, a extração da madeira, principalmente a araucária (*Araucaria angustifolia*) e imbuía (*Ocotea porosa* (Nees ex. Martius) Liberato Barroso), já se apresentava como uma atividade econômica bastante vigorosa (Figura 3). Em 1920, já existiam 174 serrarias no Estado do Paraná e o presidente do Estado dizia, em 1925: “Multiplicam-se as serrarias pelas regiões dos pinheirais, algumas já bem afastadas da linha férrea”. Aliás, “O surto madeireiro, por sua vez, dependeu do advento do caminhão, assim como o do mate dependera da carroça. O veículo de

carga motorizado apareceu como competidor sério da carroça, nas estradas das matas de araucárias a partir de 1930 e conquistou em dez anos uma situação de absoluta exclusividade no transporte rodoviário da região“ (BALHANA et al. 1969).

Após 1930, a extração do pinho ultrapassou a erva como fonte de receita e ocupou a mão de obra excedente do mate. A exploração da madeira, ao contrário da exploração da erva-mate, pouco contribuiu para o uso da terra, uma vez que as companhias madeireiras não adquiriam terras e sim árvores, e quando efetuavam aquisição, as revendiam logo após a extração da madeira. Enquanto a extração e processamento da erva-mate fixava o homem à terra, a extração da madeira era itinerante. Os pequenos núcleos populacionais atrelados às serrarias deslocavam-se após o esgotamento da floresta (YU, 1988). A indústria madeireira desenvolvia-se tendo como unidade de produção a serraria e que “formam uma concentração populacional própria, chegando a cercar-se de uma vila residencial com dezenas e mesmo centenas de casas para operário. Tem a serraria seus próprios armazéns, clubes, farmácias, etc., tudo pertence à empresa que tudo abastece à completa revelia do comércio local, suprindo-se de mercadorias adquiridas diretamente na capital do estado, ou em Ponta Grossa, quando não na capital de São Paulo. A serraria não se integra na vida regional, permanecendo como um corpo estranho, até o dia em que, pelo esgotamento das reservas locais da floresta, é transferida para novas paragens, levando consigo as realizações complementares e a população” (SPONHOLZ, 1971; BALHANA et al, 1969). Este comportamento parece prevalecer no setor de base florestal até os dias de hoje, em que no momento em que se esgotam os estoques madeireiros, de florestas naturais e ou reflorestamentos, a tendência é que ocorra o deslocamento do empreendimento para outras regiões ou mesmo para outros estados.

Entretanto, em nível de economia regional, a atividade madeireira permitiu um acúmulo de renda em um período relativamente curto de tempo, como ocorreu com a economia do mate, o que reforçou a burguesia e o mercado local. Com a queda definitiva das exportações do mate em 1931, e a crise conjuntural da exportação da madeira, a produção de subsistência passou a predominar e a absorver a maior parte dos recursos e da força de trabalho, provocando uma evasão rural das camadas mais pobres para os grandes centros urbanos (YU, 1988).

Os ciclos da erva-mate e da madeira prevaleceram entre 1870 e 1940. Nos quarenta anos seguintes (1940 – 1980), o Centro-Sul e Sudeste Paranaense permaneceram, praticamente, à margem das políticas de desenvolvimento da agricultura do Estado (RODRIGUES et al., 1991). A partir de 1980, com a implementação de programas governamentais e não-governamentais, a região voltou a se integrar no processo de desenvolvimento agrícola do Estado. Como reflexo da modernização da agricultura, verificou-se um intenso processo de concentração agroindustrial e falência das pequenas unidades de beneficiamento e das organizações econômicas comunitárias, ocorrendo uma especialização produtiva e integração com as indústrias processadoras de produtos primários: fumageiras, de suínos, aves e laticínios (IRATI, 2002).

Com a retomada da integração ao processo produtivo agrícola do Estado, várias áreas de Faxinais entraram em processo de desagregação, nos últimos anos, introduzindo monoculturas como o fumo e a soja. Apesar disto, em levantamento recente realizado pelo Instituto Ambiental do Paraná -IAP (MARQUES, 2005), foi verificada a existência de faxinais que ainda possuem criadouros comunitários e algum uso coletivo das terras em Irati: Faxinal dos Melos, Rio do Couro e Itapará. No mesmo levantamento, dois outros faxinais, dos

Neves/Água Mineral e Faxinal dos Antônios, foram alocados na categoria em processo de desagregação, mas ainda mantém a paisagem “mata de araucárias”, característica dos remanescentes do Faxinais. Em muitas comunidades rurais tradicionais, as práticas agrícolas ainda conservam muito dos costumes caboclos, dos quais o pousio é o mais difundido e característico e, ainda hoje, continua sendo praticado por uma população considerável de agricultores familiares da região, instalados em pequenas propriedades com cerca de 50 hectares ou menos.

4.2. Caracterização e Análise Ambiental da Microrregião Colonial de Irati

4.2.1. Geologia

A Microrregião Colonial de Irati está inserida no compartimento geológico denominado Bacia do Paraná, no grupo litólico Sedimentos Paleozóicos. É uma bacia sedimentar, que evoluiu sobre a Plataforma Sul-Americana, estendendo-se no Segundo e Terceiro Planalto Paranaense, com início da formação no Período Devoniano, há cerca de 400 milhões de anos, terminando no Cretáceo. Sua evolução ocorreu por fases de subsidência e soerguimento com erosão associada, no transcorrer das quais a sedimentação se processou em sub-bacias (MINEROPAR, 2001).

A área de estudo, na Microrregião Colonial de Irati, está assentada sobre uma base geológica heterogênea, incluindo os Depósitos Quaternários e os Grupos Guatá, Itararé, Paraná, Passa Dois e São Bento (Figura 4).

Os Grupos mais representativos, em termos de superfície na área de estudo, são Passa Dois (50,4%), Itararé (20,6%) e Guatá (17,2%). O Grupo Passa Dois aflora na porção oeste da região de estudo, ocupando extensa área dos municípios de Irati e Imbituva e parte de Fernandes Pinheiro (Figura 4) e na região constitui-se de duas Formações: Teresina e Rio do Rastro, ocupando 44,8% e 5,6% da área de estudo, respectivamente (Tabela 1).

O Grupo Itararé e formação de mesmo nome, concentram-se na porção nordeste de Colonial de Irati (Figura 4) representando 20,6% da área de estudo, predominando no município de Teixeira Soares (Tabela 1).

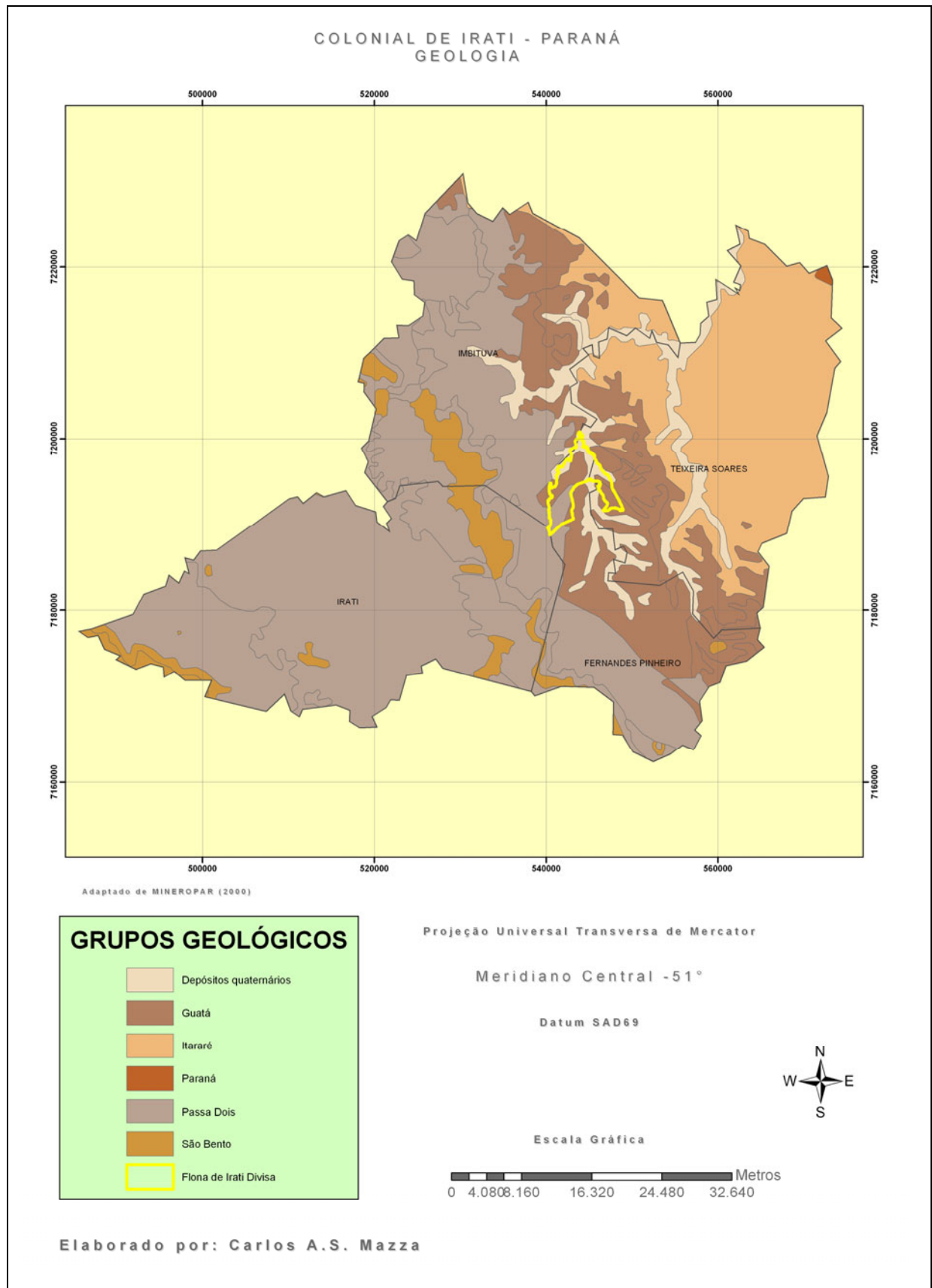


Figura 4: Grupos geológicos que ocorrem na Microrregião Colonial de Irati - PR

Tabela 1: Grupos e formações geológicas na Microrregião Colonial de Irati - PR

Grupo	Formação	Área (ha)	%
Passa Dois	Teresina	139.241,92	44,8
Itararé	Itararé	64.062,64	20,6
Guatá	Rio Bonito	53.238,44	17,2
Depósitos Recentes	Sedimentos Recentes	20.772,84	6,7
Passa Dois	Rio do Rastro	17.424,70	5,6
São Bento	Serra Geral	12.888,91	4,2
São Bento	Pirambóia-Botucatu	2.436,76	0,8
Paraná	Ponta Grossa	271,17	0,1

Org: Carlos A. S. Mazza

O Grupo Guatá, corresponde a 17,2% da área (Tabela 1) e aflora numa faixa no sentido norte-sul, intercalado entre o Grupo Itararé e Passa Dois, ocupando parte dos municípios de Fernandes Pinheiro e Teixeira Soares (Figura 4).

O Grupo Passa Dois constitui as unidades estratigráficas do período Permiano, sendo um importante constituinte do Neo-Paleozóico na Bacia do Paraná, supostamente, sob uma situação climatológica bastante quente e relativamente úmida. Estende-se ininterruptamente desde São Paulo até o Uruguai. A Formação Teresina é caracterizada pela predominância dos termos silticos e, na sua parte superior, siltico-arenosos. Os siltitos acham-se freqüentemente intercalados com camadas calcíferas e calcários oolíticos. Interpostos nestes siltitos, são muito comuns os leitos irregulares argilosos, silticos –argilosos e camadas lenticulares, subsidiárias de arenitos finos e arenitos silticos. Os fósseis mais importantes encontrados em conjunção são os lamelibrânquios e os restos de plantas fósseis

freqüentemente encontrados são o *Lycopodiosis*, *Gangamopteris*, *Pecopteris*, restos de coníferas e troncos silicificados (SALAMUNI et al, 1969). A Formação Rio do Rastro constitui a parte superior do Grupo Passa Dois. A sua litologia inclui siltitos, arenitos sílticos, arenitos finos e subsidiariamente arenitos médios, além de menores proporções de camadas argilosas. A estratificação é predominantemente horizontal ou sub-horizontal, mas a cruzada também é comum, sobretudo nos arenitos da parte superior da Formação, apresentando tonalidades avermelhadas, vermelho-castanho, púrpura e cinza-esverdeado. Ao contrário da Formação Teresina, está praticamente destituída de camadas calcárias, embora eventualmente ocorra siltitos calcíferos. Os principais fósseis são restos de crustáceos e impressões de plantas são comuns, principalmente os gêneros *Phyllothea* e *Pecopteris*. A Formação Rio do Rastro constitui o fecho da sedimentação paleozóica do Paraná, caracterizando-se por ser tipicamente continental (SALAMUNI et al., 1969).

O Grupo Itararé no Paraná jaz em discordância de erosão sobre rochas de diferentes idades. Dessa maneira, o Itararé ocorre tanto sobre as formações devonianas Furnas e Ponta Grossa, como sobre as metamórficas pré-Cambrianas. Os sedimento deste grupo são destituídos de seleção granulométricas, com grande variação de tamanhos dos constituintes e uma quantidade proporcionalmente pequena de grânulos, seixos e matacões. Estes últimos, por vezes, apresentam facetas de abrasão ou estriadas. Os tilitos são caracterizados pela ausência generalizada de estratificação, embora em alguns casos mostrem uma pseudo-estratificação que poderia ser originada por cisalhamento, produzido pelo movimentos de geleiras. É freqüente a presença de camadas arenosas lenticulares, de pequena extensão, nos tilitos. Os seixos de tamanho e constituição variados, que ocorrem nos tilitos do Paraná, tem marcada tendência angular a sub-angular, verificando-se porém a ocorrência de muitos fenoclastos sub-arredondados.

O Grupo Guatá corresponde à seqüência pós-glacial do Carbonífero paranaense. O pacote sedimentar dessa Formação, segundo Salamuni et al. (1969), é constituído, predominantemente, por arenitos, cuja textura varia de fina a grosseira, com predominância da média. No terço superior, verifica-se maior teor de siltitos arenosos e arenitos sílticos. No terço inferior da coluna geológica até a porção média ocorrem, intercalados nas camadas, folhelhos sílticos a síltico-arenosos. As camadas de carvão, dispostas em forma lenticular e cuja espessura raramente excede de um metro e estão superpostas tanto na camada arenítica inferior como na superior, juntamente com camadas relativamente finas de folhelhos carbonosos, com plantas fósseis (*Lepidodendron*, *Glossopteris*, *Gangamopteris*, etc.). A Formação Rio Bonito tem uma importante função econômica por conter as únicas jazidas de carvão economicamente exploráveis.

4.2.2. Solos

A Microrregião Colonial de Irati inclui nove grupos de solos (Figura 5). Os grupos mais relevantes abrangendo 84,5% da área de estudo são: ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos (27,4%), LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos (25,8%), NITOSSOLOS HÁPLICOS Alumínicos (15,8%) e CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos (15,5%). Os demais Grupos, menos expressivos, incluem os CAMBISSOLOS HÁPLICOS Alumínicos (4,1%), CAMBISSOLOS HÚMICOS Alumínicos (2,8%), NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos (3,0%), NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos (2,9%) e GLEISSOLOS MELÂNICOS (2,7%) (Tabela 2).

Tabela 2: Grupos de solos de Colonial de Irati

GRUPO	ÁREA (ha)	%
ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos	85.135,32	27,4
LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos	79.987,05	25,8
NITOSSOLOS HÁPLICOS Alumínicos	49.174,80	15,8
CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos	47.959,81	15,5
CAMBISSOLOS HÁPLICOS Alumínicos	12.703,89	4,1
NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos	9.157,49	3,0
NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos	8.849,72	2,9
CAMBISSOLOS HÚMICOS Alumínicos	8.832,67	2,8
GLEISSOLOS MELÂNICOS	8.536,65	2,7

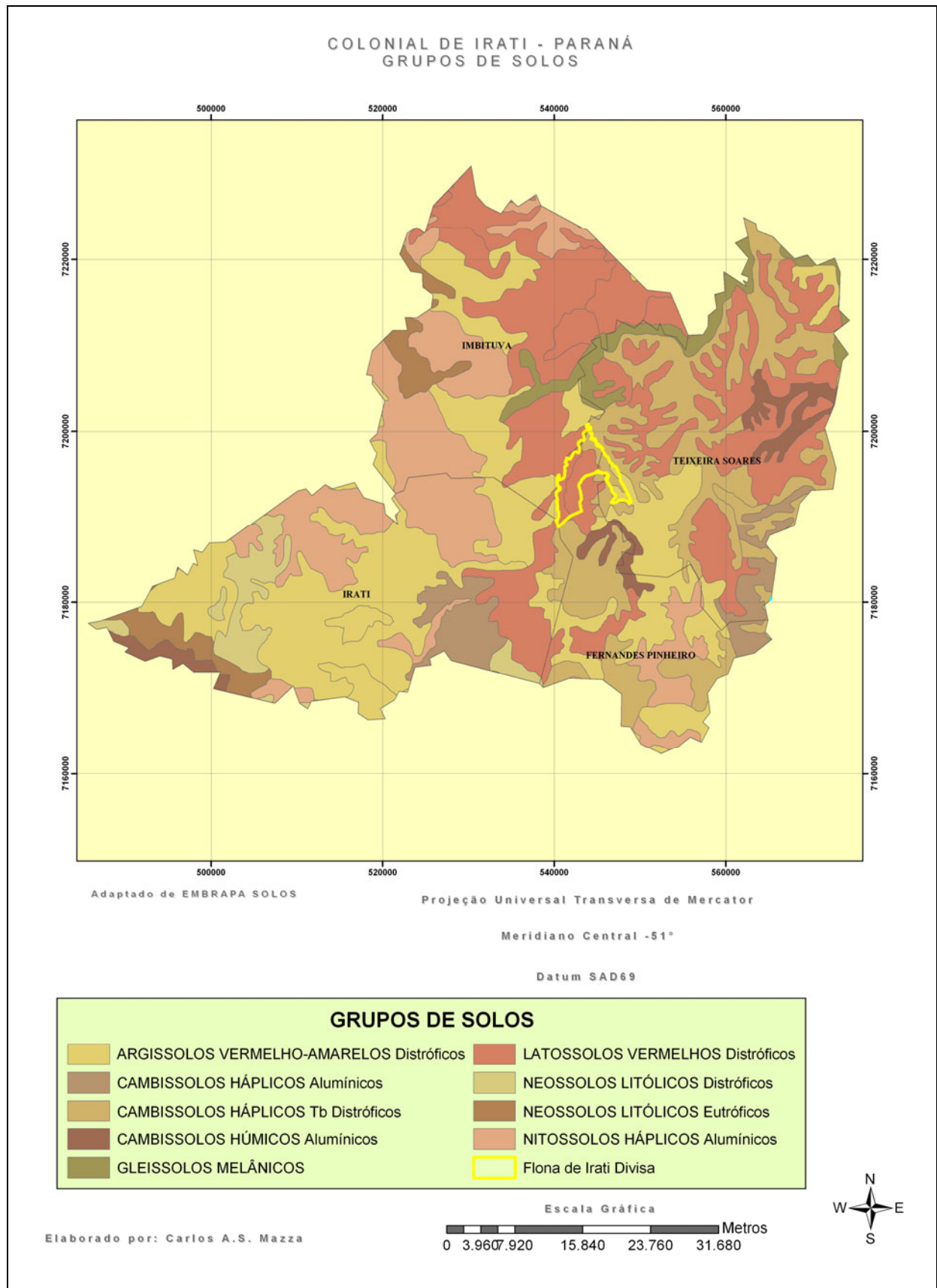


Figura 5: Grupos de solos que ocorrem na Microrregião Colonial de Irati - PR.

Os solos identificados na área de estudo têm sua conceituação quanto às características físico-químicas, descritas, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

Os ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos tem como principal característica a presença de gradiente textural, ou seja, grande concentração de argila do horizonte A para o horizonte B, o que o torna mais suscetível à erosão, em função da redução considerável da velocidade de infiltração da água no horizonte subsuperficial, o qual além de possuir estrutura menos desenvolvida em pequenos blocos, apresenta menor porosidade (EMBRAPA, 1999). A quantidade de argila do horizonte B pode ser o dobro da encontrada no horizonte superficial (A). Imprime uma maior fragilidade ambiental nas áreas em que ocorre por apresentar drenagem mais lenta, predispondo, em precipitações intensas, maior escoamento superficial do que percolação de água. A coloração amarelada, pela presença de uma camada de hidratação ao redor das moléculas dos óxidos de ferro, indica drenagem mais lenta. Aqueles que apresentam texturas mais arenosas e se situam em relevos mais íngremes, estão, ainda, mais sujeitos a degradação, pois a destruição dos torrões pela chuva e a concentração das enxurradas se intensificam. O caráter distrófico (menor reserva natural de nutrientes) sugere a possibilidade de retardar a recomposição da vegetação, quando sofrer alterações em sua cobertura original. Este grupo tem manchas representativas localizadas na região oeste da área de estudo, correspondendo ao município de Irati. As demais manchas estão localizadas na região central da área de estudo estendendo-se na direção norte-sul (Figura 5).

Os LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos são os solos mais profundos, porosos e argilosos dos grupos citados. Apresentam cores vivas e estrutura granular bem desenvolvida, o que lhes confere porosidade e livre drenagem da água (EMBRAPA, 1999). Ocorrem em relevos mais suaves nas partes mais estáveis da paisagem, sendo um dos grupos de menor fragilidade ambiental. Obviamente também não se deve negligenciar no manejo dos mesmos, evitando trabalhar o solo com teor de umidade muito alto ou muito seco, para não ter problemas de compactação ou pulverização. Devido à grande profundidade, porosidade, alta taxa de infiltração de água e o alto poder de retenção de água e partículas minerais e orgânicas, esses solos têm grande potencial, além de funcionarem como excelentes filtros naturais de água, depurando possíveis substâncias nocivas. Os Latossolos estão concentrados na região leste e nordeste da área de estudo, correspondendo aos municípios de Teixeira Soares e Imbituva, seguido de manchas menos representativas à leste do município de Irati e sudoeste de Fernandes Pinheiro (Figura 5).

Os NITOSSOLOS HÁPLICOS Alumínicos caracterizam-se por serem solos novos, pouco desenvolvidos, rasos e que ocorrem geralmente em relevos mais fortes (EMBRAPA, 1999). Apresentam horizonte superficial assentado diretamente sobre a rocha inalterada (horizonte R) ou em grau inicial de alteração físico-química (horizonte C). Podem apresentar pedregosidade dentro ou acima do horizonte superficial. Quando arenosos em relevos fortemente ondulados e montanhosos não devem ser cultivados com lavouras, pastagens ou reflorestamentos, devendo ser reservados para preservação permanente da flora e da fauna, que é o uso mais compatível com os seus graus de limitação. Estes solos têm capacidade muito reduzida de armazenar e filtrar a água que por ventura possa estar contaminada, devido sua profundidade reduzida e o elevado grau de inclinação do terreno. Mesmo os situados em relevos mais suaves, se mal manejados podem sofrer degradação, pois

estes solos são muito suscetíveis à erosão, podendo ocasionar concentração de enxurradas, que rapidamente atingem os cursos de água. Este grupo está localizado na região centro-norte, correspondendo aos municípios de Imbituva e Irati. Algumas manchas se estendem na direção noroeste e sudoeste (Figura 5).

Os CAMBISSOLOS HÚMICOS e os CAMBISSOLOS HÁPLICOS Alumínicos são solos jovens, porém, mais desenvolvidos que os Neossolos Litólicos pois, diferente desses, já apresentam, abaixo da camada superficial, o horizonte sub-superficial B incipiente, caracterizado por apresentar cores suaves e presença de minerais primários facilmente decomponíveis, como a mica (EMBRAPA, 1999). Apresentam capacidade de troca de cátions e retenção de umidade superior aos Latossolos, porém menor profundidade, porosidade e grau de desenvolvimento de estrutura. Não são solos muito profundos e apresentam, de maneira geral, teores de argila inferiores a dos Latossolos e Nitossolos. Por serem solos pouco intemperizados, os Cambissolos podem apresentar características físicas e químicas muito heterogêneas. Estes grupos estão localizados na região sul da área de estudo, distribuídos nos municípios de Irati, Fernandes Pinheiro e Teixeira Soares (Figura 5).

Os NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos (com alta fertilidade natural) e os NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos (menor reserva natural de nutrientes) constituídos por material mineral ou orgânico pouco espesso com pequena expressão dos processos pedogenéticos (EMBRAPA, 1999). Em consequência da baixa intensidade de atuação destes processos, que não conduziram ainda a modificações expressivas do material originário, as características do próprio material, pela sua resistência ao intemperismo ou composição química, e do relevo, podem impedir ou limitar a evolução deste grupo. Os Cambissolos estão distribuídos no sentido nordeste – sudeste, correspondendo aos municípios de Teixeira Soares

e Fernandes Pinheiro, ocorrendo algumas manchas no extremo oeste no município de Irati (Figura 5).

Os GLEISSOLOS MELÂNICOS compreendem solos hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei dentro dos primeiros 50 cm da superfície do solo, ou na profundidade entre 50 e 125 cm desde que imediatamente abaixo de horizontes A ou E (gleisados ou não), ou precedidos por horizonte B incipiente, B textural ou C com presença de mosqueados abundantes com cores de redução (EMBRAPA, 1999). Os solos deste grupo são permanentemente ou periodicamente saturados por água. Os Gleissolos se estendem numa faixa estreita no sentido centro-leste, na divisa entre os municípios de Imbituva e Teixeira Soares (Figura 5).

4.2.3. Hipsometria

O Paraná se distingue como unidade fisiográfica devido às seguintes características: estrutura geológica, que é constituída por uma zona cristalina, pelo relevo ondulado, delimitado pela planície litorânea, pelo clima temperado e pela Mata das Araucárias.

Esta unidade fisiográfica pertence ao maciço Atlântico e acha-se dividida em três importantes ramos: Serra do Mar (primeiro planalto), Serra Geral Oriental (segundo planalto) e Serra Geral Ocidental (terceiro planalto). Verifica-se que no interior desses três planaltos desenvolvem-se inúmeras serras cujos picos não vão além de mil metros, dando assim ao planalto de Curitiba uma altitude média de 950 metros; ao dos Campos Gerais de 750 metros; e ao de Guarapuava de 650 metros. Daí conclui-se que o Paraná, relativamente à sua extensão territorial, apresenta um relevo propriamente mais ondulado que montanhoso, enquadrando-se no tipo de relevo de cuesta. Por outro lado, as denominadas serras interiores não passam de escarpas que quebram a monotonia de seu relevo. O Planalto Cristalino Atlântico Paranaense, denominado de Primeiro Planalto Paranaense, estende-se desde o alto das cristas da Serra do Mar para o ocidente, até o ramo Oriental da Serra Geral. O Planalto dos Campos Gerais ou Segundo Planalto Paranaense, ocupa a região que fica situada entre as escarpas do Arenito-Basáltico (Serra da Esperança) e a escarpa Devoniana (Serrinha). O planalto de Guarapuava ou Terceiro Planalto Paranaense estende-se da Serra da Esperança ou da escarpa arenito-basáltico (Serra Geral Ocidental) e vai até a margem esquerda do rio Paraná (CAMARGO, 2001).

Com base no modelo digital de elevação do terreno foi elaborado o mapa de hipsometria da Microrregião Colonial de Irati (Figura 6). As variações altimétricas existentes na área de estudo, foram distribuídas em nove classes hipsométricas com intervalo de aproximadamente 60 metros. A variação hipsométrica encontrada entre a altitude máxima, de 1288,4, e 753,0 metros de altitude mínima foi de 535,4 metros (Tabela 3).

A superfície da área de estudo está amplamente distribuída nas classes de 01 a 05, com variação de 297,5 metros (Figura 6), denotando a tendência de uma paisagem suavemente ondulada. Cerca de 70% da área de estudo apresenta altitudes abaixo dos 1000 metros. As classes 08 e 09 representam os pontos mais altos da área de estudo e corresponde ao contato da Serra da Esperança com a região de estudo, localizada na porção oeste.

O Segundo Planalto Paranaense, região onde se encontra inserida a área de estudo, apresenta uma paisagem suavemente ondulada, com predomínio de cotas entre 600 e 800 metros. As altitudes que possuem seu ponto máximo na testa da escarpa Devoniana variam de 1.100 a 1.200 metros, que decrescem de forma a atingir entre 750 a 775 metros na frente da Serra Geral, Planalto de Guarapuava, podendo ser ainda menores nos vales mais profundos. De uma maneira geral, não existem relevos vigorosos no Segundo Planalto, o qual se caracteriza por apresentar topografia suave de colinas arredondadas.

Observa-se na região de estudo, a existência de um divisor de águas na porção oeste do mapa, área esta de abrangência do município de Irati (Figura 6). Na face ao sul do divisor de águas, tem-se a drenagem da bacia do Iguaçu e na face norte a drenagem da Bacia do Ivaí. Na porção mais a nordeste do mapa de hipsometria observa-se a drenagem da bacia

do Tibagi, tendo como principais tributários nesta região os rios das Antas e Imbituva que delimitam a Flona de Irati.

Tabela 3: Classes hipsométricas da Microrregião Colonial de Irati

Classes	Altitude	Área	%
01	753,0 - 812,5	47.155,23	15,2
02	812,5 - 871,9	75.216,24	24,3
03	871,9 - 931,5	72.083,07	23,3
04	931,5 - 990,9	54.106,11	17,5
05	990,9 - 1.050,5	34.713,00	11,2
06	1.050,5 - 1.109,9	16.879,77	5,5
07	1.109,9 - 1.169,4	6.281,55	2,0
08	1.169,4 - 1.228,9	1.676,61	0,5
09	1.228,9 - 1.288,4	1.537,56	0,5

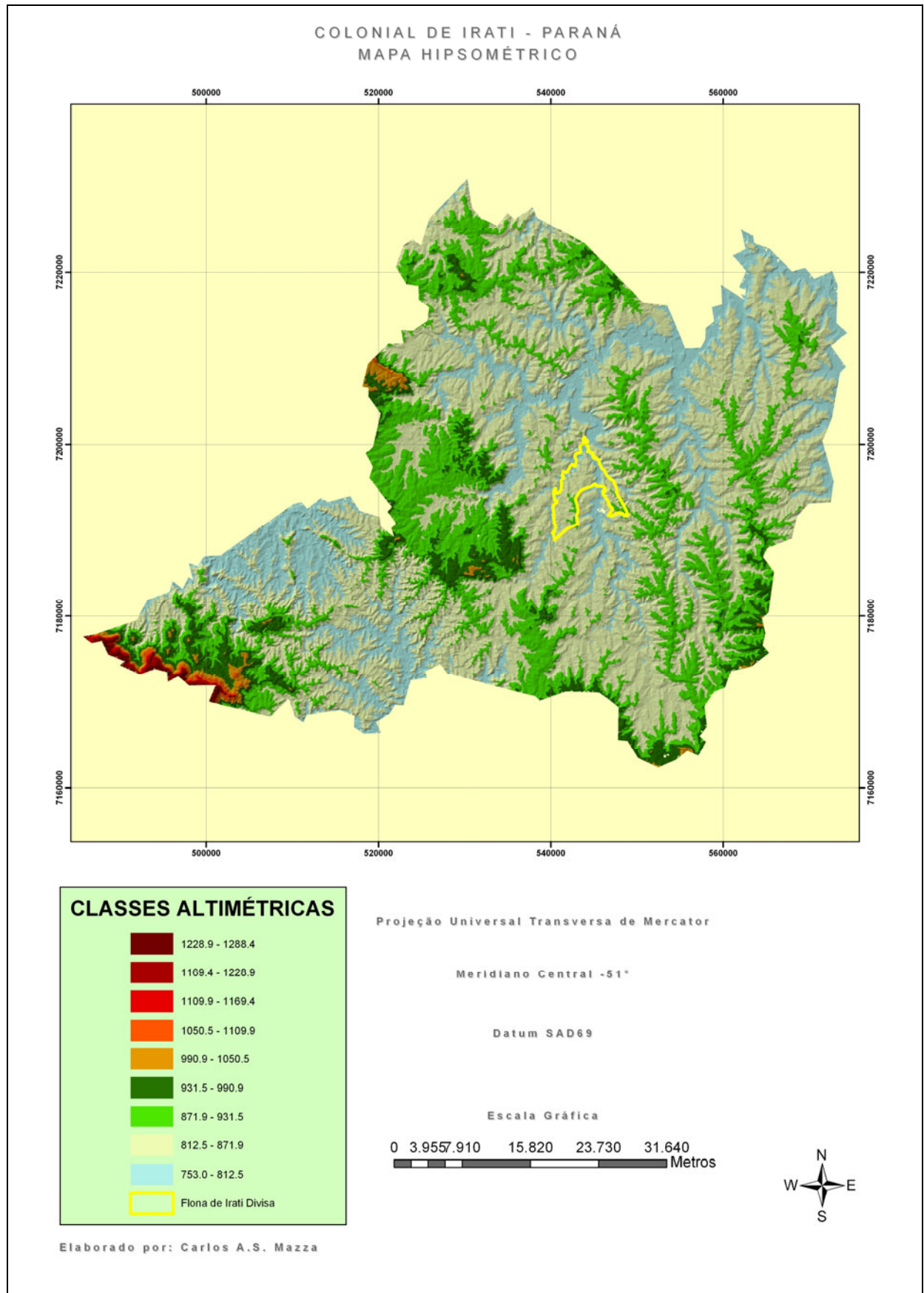


Figura 6: Hipsometria da Microrregião Colonial de Irati - PR

4.2.4. Clinografia

O mapa de clinografia da Microrregião Colonial de Irati foi elaborado com base no arquivo de elevação gerado na elaboração do mapa de hipsometria.

As variações de declividade existentes na área de estudo foram distribuídas em sete classes clinográficas (Figura 7 e Tabela 4). Na Microrregião Colonial de Irati, observa-se o predomínio de áreas com declividade entre 3 e 8%, ocupando 111.102,84 hectares e representando 35,9% da área total. Segue-se a classe 3 que varia de 8 a 13%, correspondendo a 72.551,70 hectares e 23,5% da área. As áreas com declividade entre 0 e 3% ocupam a terceira classe de declividade, com 22,6% da área, o que corresponde a 69.963,75 hectares. A declividade de 13 a 20% ocorre em 36.995,94 hectares, correspondendo a 12% da área de estudo. As classes 5, 6 e 7, que correspondem a 6% da área de estudo, representam áreas com declividade que demandam um manejo cuidadoso, sendo a classe 5 mais indicada a para o plantio florestal, enquanto as demais classes são mais adequadas para a implantação de reservas permanentes.

Tabela 4: Classes clinográficas da Microrregião Colonial de Irati

Classes	Declividade (%)	Área (ha)	%
1	0 – 3	69.963,75	22,6
2	3 – 8	111.102,84	35,9
3	8 – 13	72.551,70	23,5
4	13 – 20	36.995,94	12,0
5	20 – 45	14.050,26	4,5
6	45 – 100	3.998,97	1,3
7	100 - 141	644,76	0,2

Correlacionando os dados da Tabela 4 com o Quadro 2, referente aos graus de susceptibilidade à erosão, estabelecido pelo Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (EMBRAPA, 1995), observa-se que no mapa de clinografia que a região de estudo está em sua maioria inserida nas três primeiras classes de declividade (Figura 7), denotando um relevo plano a suavemente ondulado, que variam no grau de limitação de nulo a moderado.

As áreas de relevo com maior índice de declividade acima de 20%, a oeste do mapa de clinografia, delimitam o início das escarpas da Serra da Esperança, que correspondem à Área de Proteção Ambiental da Serra da Esperança - APA da Serra da Esperança, estando em conformidade ao que é recomendado pelo “Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras” (Embrapa, 1995). Observa-se que, apesar das declividades mais acentuadas estarem concentradas na área que corresponde ao início da Serra da Esperança e a característica do relevo da área de estudo acompanhar a fisiografia do segundo planalto paranaense, não ocorrem na região áreas planas extensas e geralmente, os relevos suaves existentes estão associados às áreas de várzea da rede de drenagem.

Quadro 2: Grau de limitação do uso do solo por susceptibilidade à erosão

Nível de declive	Classes	Limitação/Descrição
0 - 3%	Plano/praticamente plano	Nulo – terras não susceptíveis à erosão. Geralmente ocorrem em solos de relevo plano ou quase plano, com boa permeabilidade. Quando cultivadas por 10 a 20 anos podem apresentar erosão ligeira que pode ser controlada com práticas simples de manejo.
3 – 8%	Suave ondulado	Ligeiro – terras que apresentam pouca susceptibilidade à erosão. Geralmente, possuem boas propriedades físicas. Quando cultivadas por 10 a 20 anos, mostram normalmente uma perda de 25% ou mais do horizonte superficial. Práticas conservacionistas simples podem prevenir a erosão.
8 – 13%	Moderadamente ondulado	Moderado – terras que apresentam moderada susceptibilidade à erosão. Seu relevo é normalmente ondulado. Estes níveis de declive podem variar para mais de 13%, quando as condições físicas forem muito favoráveis, ou para menos de 8%, quando muito desfavoráveis, como é o caso de solos com horizonte B, com mudança textural abrupta. Se utilizadas fora dos princípios conservacionistas, essas terras podem apresentar sulcos e voçorocas, requerendo práticas de controle à erosão desde o início de sua utilização.
13 – 20%	Ondulado	Forte – terras que apresentam forte susceptibilidade à erosão. Ocorrem em relevo ondulado, os quais podem ser maiores ou menores, dependendo de suas condições físicas. Na maioria dos casos a prevenção à erosão depende de práticas intensivas de controle.
20 – 45%	Forte ondulado	Muito forte – terras com susceptibilidade maior, tendo o seu uso muito restrito. Na maioria dos casos a prevenção à erosão é dispendioso, podendo ser anti-econômica.
45 – 100%	Montanhoso	Extremamente forte – terras que apresentam severa susceptibilidade à erosão. Não são recomendáveis para uso agrícola, sob pena de serem totalmente erodidas. Trata-se de terras nas quais deve ser estabelecida uma cobertura de preservação ambiental.
Acima de 100%	Escarpado	Áreas que deverão ser destinadas exclusivamente à preservação permanente.

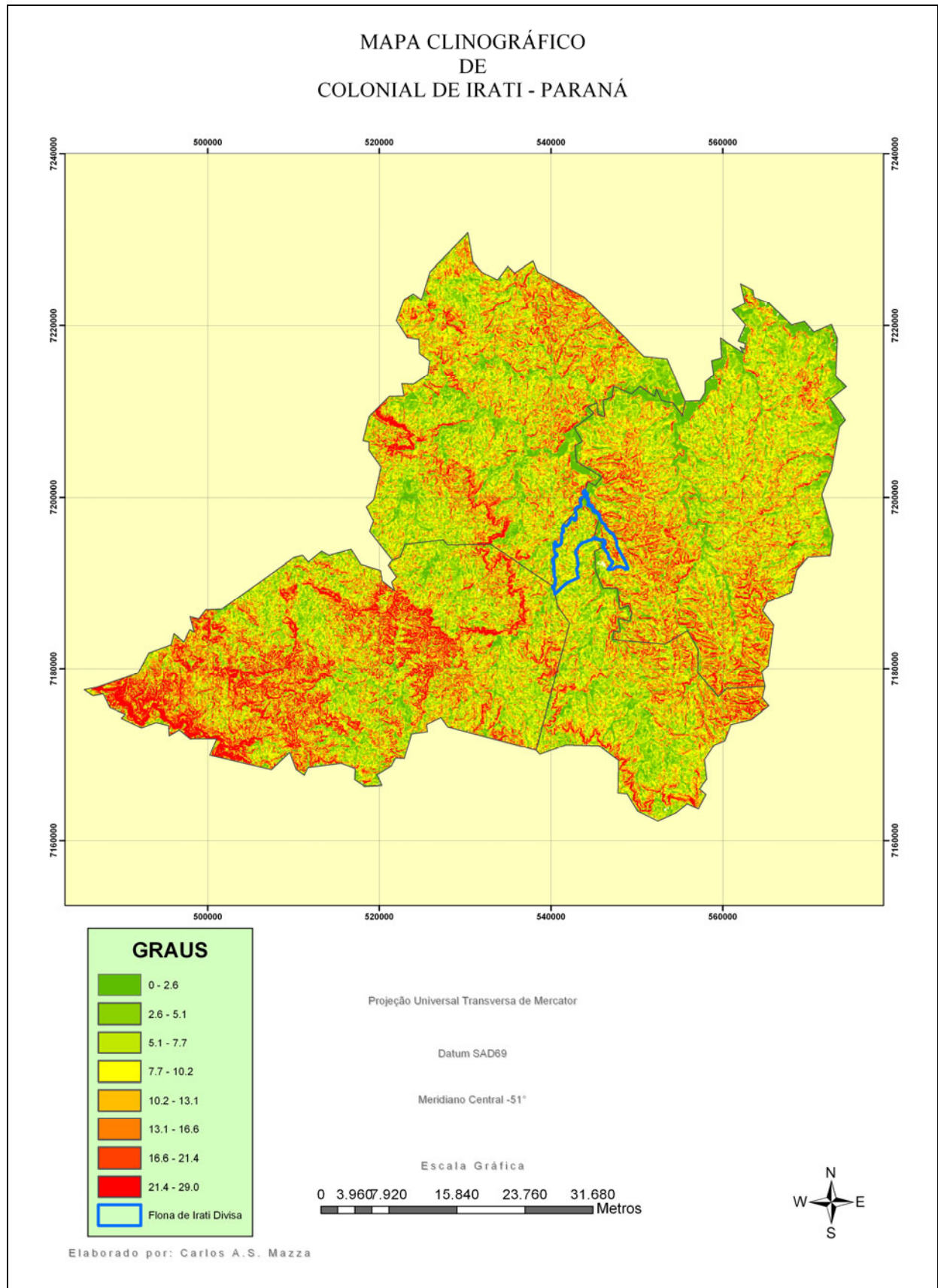


Figura 7: Clinografia da Microrregião Colonial de Irati - PR

4.2.5. Hidrografia

As bacias hidrográficas do Estado do Paraná apresentam suas origens convergidas para a porção Centro-Oriental do estado, tendo como principais centros dispersores de água, as Serras do Mar, Paranapiacaba, Esperança, São João, Pitanga, Dourados, Furnas, Serrinha, Apucarana, da Prata e Iratim. Convergência esta que, por ser a causa determinante da uniformidade das enchentes e estiagens no decorrer do ano, ainda faz com que o regime das mesmas esteja sob a influência das massas Atlântica, Polar Antártica e Equatorial Continental, enquadrando-se no regime perene subtropical. Dentre as bacias existentes destacam-se a do Paranapanema, Piquiri, Iguaçu, Ivaí e Tibagi (CAMARGO, 2001).

A rede de drenagem da região de estudo, apresenta três grandes vertentes, as quais pertencem às bacias hidrográficas do Iguaçu, Ivaí e Tibagi, que representam as principais bacias hidrográficas do estado do Paraná.

A bacia do Iguaçu nasce no município de Curitiba, na divisa com o município de São José dos Pinhais, na junção dos rios Atuba e Irai e atravessa o estado no sentido leste-oeste. É o rio de maior extensão dentro do estado, com 1320 km, dos quais mais de 366 km navegáveis. Na área de estudo a bacia do rio Iguaçu drena a região sul do município de Irati, tendo como tributários os rios Preto e Areia (Figura 8).

A bacia do rio Ivaí tem origem no rio Patos, que nasce na Serra da Esperança, no município de Prudentópolis. A bacia do Ivaí drena, na área de estudo, a região norte do município de Irati, tendo como afluentes os rios dos Patos e Ponte Alta (Figura 8).

A bacia do rio Tibagi constitui-se na segunda maior bacia do Paraná, estendendo-se por 25.000 km² e abrangendo 52 municípios. Na Microrregião Colonial de Irati, a bacia do Tibagi drena a porção centro-norte da área de estudo (Figura 8), e tem como principais afluentes os rios das Antas e Imbituva.

Quando se observa a representatividade das bacias hidrográficas que drenam a região de estudo (Figura 8), verifica-se que aproximadamente 72,40% da área é drenada pela bacia do Tibagi, seguida de 12,35% pela bacia do Iguaçu e 11,98% correspondendo à bacia do Ivaí (Tabela 5). A importância da bacia do Tibagi não se limita à extensão de área ocupada, mas deve-se levar em consideração três aspectos de grande relevância. O primeiro deles é de que os núcleos urbanos dos quatro municípios que compõem a área de estudo, Fernandes Pinheiro, Imbituva, Irati e Teixeira Soares, são drenados pela bacia do Tibagi. O segundo é que o rio Imbituva, afluente do Tibagi, é estratégico para a região pois abastece os Municípios de Irati e Teixeira Soares e, juntamente com o rio das Antas, define os limites da Flona de Irati. O terceiro aspecto, não menos importante, é de que a Flona de Irati é drenada somente por esta bacia (Figura 8).

O rio das Antas, que compõe a bacia do Tibagi atravessa toda a área urbana do município de Irati, assim como o rio Imbituva atravessa a área urbana do município de Fernandes Pinheiro, antes de ambos atravessarem a unidade de conservação em questão, compondo os seus limites (Figura 8).

A rede de drenagem relativa à Microrregião Colonial de Irati está representada por 20 sub-bacias. A bacia do rio Tibagi compreende as sub-bacias dos rios das Antas, Almas,

Barreiro, Tibagi, Imbituvinha, Guaraúna, Bitumirim, Alto Imbituva, Médio Imbituva, Perdido, Santana, Guaratubinha e Arroio Cangueira/Capivari (Figura 8). A bacia do rio Iguaçu compreende as sub-bacias dos rios da Vargem, Potinga, Areia e Preto. A bacia do Ivaí é composta pelas sub-bacias dos rios Patos, Ponte Alta e Lageadão.

As sub-bacias que ocupam as maiores extensões na região de estudo, com representatividade acima de 10% da área total são: Alto Imbituva (12,7%), Rio Preto (12,3%), Médio Imbituva (12,1%) e Rio das Almas (12,0%). À exceção do rio Preto, as demais pertencem à bacia do Tibagi (Tabela 5).

Quinze sub-bacias foram consideradas na análise por ocuparem 99,4% da área de estudo (Tabela 5).

Tabela 5: Sub-bacias da Microrregião Colonial de Irati

SUB-BACIAS	ÁREA (ha)	(%)
Alto Imbituva	39.299,8	12,7
Rio Preto	38.320,7	12,3
Médio Imbituva	37.430,9	12,1
Rio das Almas	37.222,7	12,0
Rio Barreiro	26.753,4	8,6
Rio Perdido	21.575,5	7,0
Rio dos Patos	19.925,4	6,4
Rio Ponte Alta	17.241,3	5,6
Rio das Antas	16.346,2	5,3
Rio Imbituvinha	14.424,7	4,6
Rio Guaratubinha	9.558,5	3,1
Rio Santana	8.217,7	2,6
Rio Bitumirim	7.802,8	2,5
Rio Guaraúna	7.353,1	2,4
Rio Tibagi	6.910,1	2,2
Outras*	1.954,6	0,6
Total	310.337,4	100,0

Nota: *As sub-bacias da Vargem, Potinga, da Areia, Lageadão e Arroio Canguieira/Capivari, por ocuparem pequenas áreas no limite da região de estudo, foram agrupadas na categoria de outras.

A densidade de drenagem é uma medida que expressa o grau de desenvolvimento de um sistema de drenagem, calculada por meio da relação entre comprimento total de todos os rios existentes pela área total de estudo. O comprimento total da rede de drenagem dos quatro municípios que compõem a Microrregião Colonial de Irati, é de aproximadamente 1.832.149 metros e a densidade de drenagem calculada foi de 5,89m/ha, considerada pobre (DNAEE-EESC, 1980).

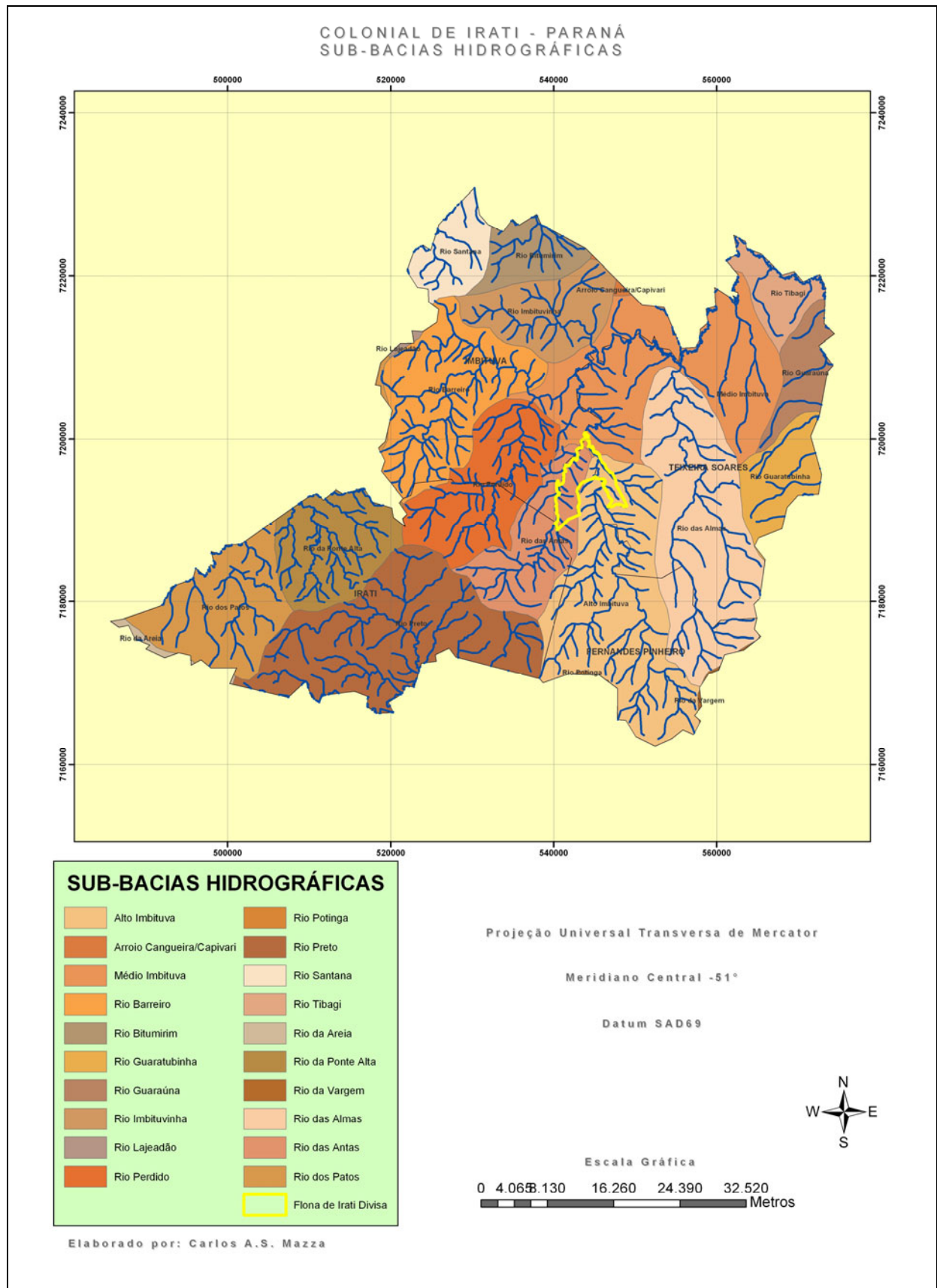


Figura 8: Hidrografia da Microrregião Colonial Irati - PR.

4.2.6. Uso e ocupação da terra

A análise do uso e ocupação da terra evidenciou sete tipos de uso: várzea, floresta nativa, capoeira, agricultura, solo exposto, reflorestamento jovem e reflorestamento (Figura 9). A exatidão da classificação para o uso e ocupação da terra foi determinada pelo índice global de Kappa, com valor estimado de 0,9583, sendo enquadrado na tabela de Landis e Kock (1977) como “quase perfeito”.

Na classificação da imagem para a Microrregião Colonial de Irati, o tipo de uso mais representativo foi a capoeira com 41,9%, que representa aproximadamente 129.897 hectares (Tabela 6). Este tipo de uso está distribuído por toda área de estudo em pequenas manchas, exceção feita para a região leste onde ocorrem manchas de maior tamanho (Figura 9).

Entende-se como capoeira as áreas que apresentam regeneração natural nos primeiros estágios sucessionais e esta têm sido relacionadas com a vegetação herbácea e arbustiva esparsamente distribuída, podendo inclusive ocorrer a forração de gramíneas (JBRJ, 2005).

As áreas de capoeira podem estar associadas a uma prática muito difundida entre os agricultores tradicionais da região, que praticam a rotação de uso de suas terras. Estas áreas de rotação, comumente denominadas de “áreas de pousio”, significam áreas que permanecem em “descanso” por um período que pode variar 2 a 5 anos ou mais, devido à baixa fertilidade dos solos da região. A prática do pousio, apesar da legislação pertinente propiciar a sua manutenção, ainda é muito utilizada pelos agricultores tradicionais.

Estas duas situações, acima descritas, foram consideradas para a determinação das áreas de capoeira durante a fase de classificação de uso e ocupação da terra. Portanto, os valores encontrados para capoeira podem estar associados não somente às áreas que estão de fato em fase inicial de recomposição, mas também associados ao uso da agricultura.

A floresta nativa ocupa cerca de 32% da área de estudo, que corresponde a 99.101 hectares (Tabela 6). Estes resultados estão de acordo com os apresentados por Castella e Britez (2004), que encontraram 31,6% de cobertura da Floresta com Araucária na carta que corresponde à região da Flona de Irati. Apesar da redução dos remanescentes da Floresta Ombrófila Mista – FOM, encontrados nos levantamentos efetuados, quando se considera o Estado do Paraná, a região em questão tem um percentual de cobertura superior aos valores médios de 20%, encontrados nos municípios que compõem a área de abrangência da formação da FOM no estado (PROBIO, 2001).

A Floresta Ombrófila Mista, denominada Floresta com Araucária, é uma das mais importantes formações vegetais que ocorre naturalmente no sul e sudeste do Brasil, principalmente nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A Floresta com Araucária original cobria uma área estimada em 200.000 km² (MAACK, 1981), localizada entre as latitudes 19°30' e 31°30' sul e as longitudes 41°30' e 54°30' oeste, incluindo também uma pequena parte da província de Misiones na Argentina.

A Floresta com Araucária suporta um ecossistema regional complexo e variável, composto de muitas espécies, algumas das quais são endêmicas a este tipo de floresta (KLEIN, 1963). Estas florestas são tipicamente dominadas pela *Araucaria*

angustifolia (araucária, pinheiro do Paraná), espécie que ocupa o estrato superior nas áreas naturais (GALVÃO et al., 1989; OLIVEIRA e ROTTA, 1982), ocorrendo mais de 80 espécies nos estratos inferiores. A araucária é a única espécie do gênero no Brasil e uma das três coníferas nativas existentes no País.

As áreas de várzea ocupam 9,0% da região, representando aproximadamente 27.899 hectares (Tabela 6). As áreas de várzea identificadas na classificação de uso e ocupação da terra têm conformação linear, fato que se justifica, pois geralmente as várzeas estão associadas com a rede de drenagem (Figura 9).

As áreas identificadas com agricultura ocupam 8,4% da região correspondendo a 26.090 hectares (Tabela 6). Este tipo de uso tem a sua distribuição por toda a região de estudo, ocorrendo as maiores manchas no extremo leste, coincidindo com a existência das manchas maiores de capoeira (Figura 9). Este fato, pode reforçar a hipótese de que certas áreas de capoeira são na verdade “áreas de pousio” associadas à agricultura.

Dentre as lavouras permanentes predomina a erva-mate como principal cultivo nos quatro municípios da área de estudo (IBGE, 2000).

Entre as lavouras temporárias, quanto à composição na forma de utilização, destacam-se os cultivos do milho (27,4%), da soja (25,4%) e do feijão (24,0%), que em conjunto representam 76,9% do valor da produção e 87,0% do total da área ocupada neste grupo de atividade. Junto com o cultivo da batata e dos grãos de inverno, esses produtos compõem os sistemas mais intensivos de usos da terra, nos quais predomina a rotação e a associação de culturas, além do uso intensivo de insumos industriais e de impactos ambientais

de diversas magnitudes (PROBIO, 2001; IRATI, 2002). O fumo é a quarta lavoura em valor de produção (12,4%), ocupando menos de 3% da área destinada às lavouras temporárias, com destaque para os municípios de Imbituva e Irati. Embora ocupe menor percentual de área, o cultivo do fumo utiliza grandes quantidades de biotóxicos e um grande consumo de lenha, acarretando impactos ambientais significativos, além de altamente prejudicial à saúde dos agricultores e com uma forte subordinação ao mercado comprador, em situação de oligopólio (PROBIO, 2001).

Os reflorestamentos ocupam uma área estimada em 17.204,67 ha na Microrregião Colonial de Irati, dos quais 62,5% são constituídos por reflorestamentos jovens (Tabela 6). Os reflorestamentos estão localizados na porção centro-leste da área de estudo, ocorrendo as maiores manchas no extremo leste da área e nas proximidades das unidades de conservação existentes (Figura 9).

As áreas ocupadas pelo solo exposto representam aproximadamente 3% da região, o que corresponde à 10.114 hectares (Tabela 6). Estas áreas identificadas na classificação estão associadas à ocupação urbana bem como as áreas de preparo do solo para o uso agrícola (Figura 9).

Tabela 6: Uso e ocupação da terra na Microrregião Colonial de Irati, PR.

Tipos de uso	Área (ha)	%
Capoeira	129.897,20	41,9
Floresta Nativa	99.101,79	31,9
Várzea	27.899,58	9,0
Agricultura	26.090,36	8,4
Reflorestamento Jovem	10.754,73	3,5
Solo Exposto	10.114,38	3,3
Reflorestamento	6.449,94	2,1
TOTAL	310.307,97	100,0

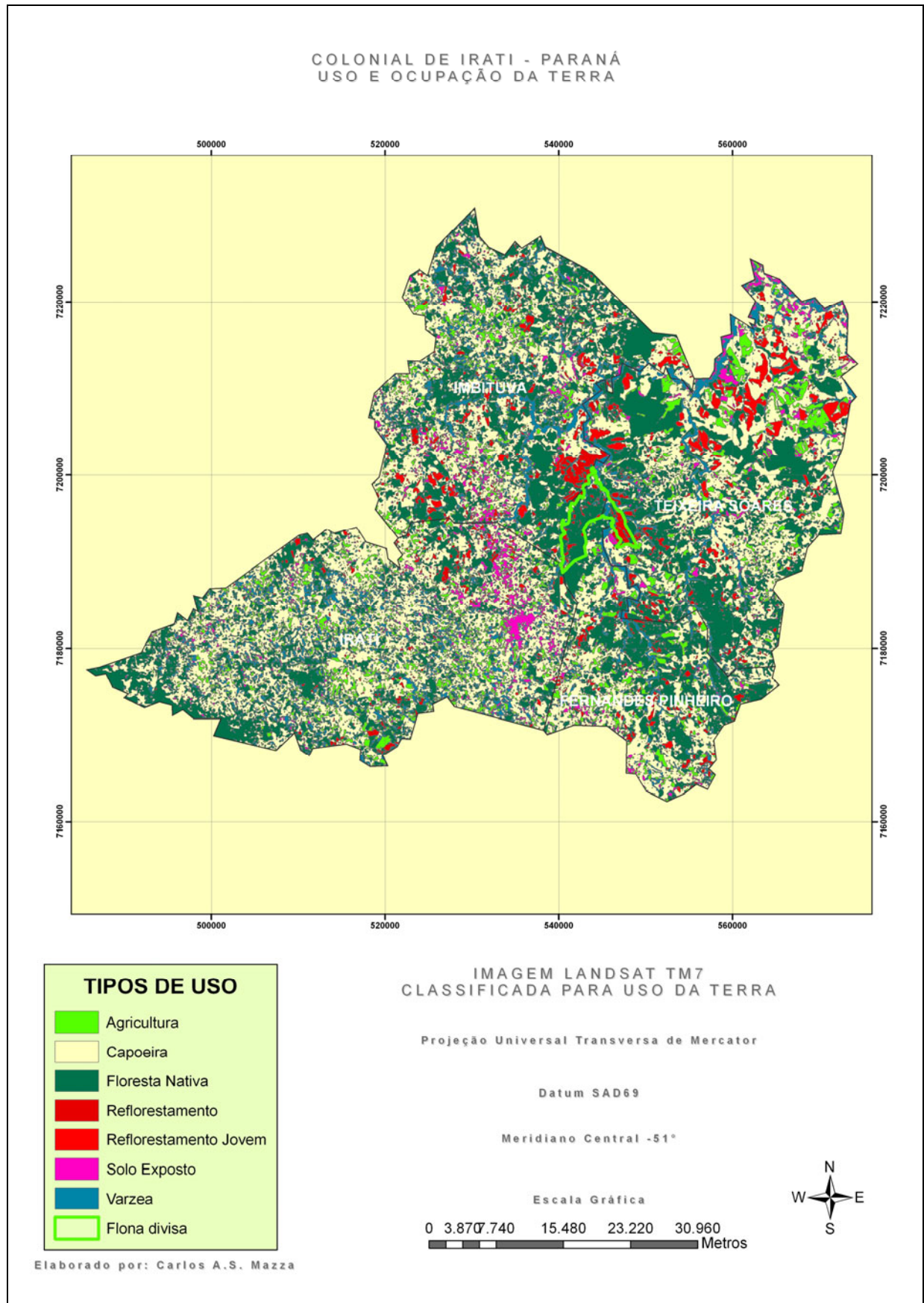


Figura 9: Uso e ocupação da terra na Microrregião Colonial de Irati - PR

Os municípios com mais remanescentes de florestas naturais, segundo os resultados do PROBIO (2001), são aqueles com maiores volumes de produtos resultantes das atividades extrativistas, sugerindo uma degradação e esgotamento crescente dos recursos ao longo do tempo, semelhante ao que ocorreu com diversas espécies no passado.

Os municípios que compõem a Microrregião Colonial de Irati têm a extração vegetal predominantemente associada com a erva-mate nativa, nó de pinho, lenha e madeira em toras (Tabela 7). De 1.355.500 m³ de produtos extraídos dos remanescentes da Floresta com Araucária, cerca de 59,2% correspondem à extração do pinheiro-brasileiro nativo (802.500 m³), seguido de 17,6% de lenha, 14,0% de nó de pinho e 9,2% de madeira em tora. A erva-mate se destaca em volume extraído (3.900 toneladas), seguido do carvão vegetal (1.573 toneladas) e do pinhão (109 toneladas), produto de ocorrência típica da Floresta Ombrófila Mista (Tabela 7) (IBGE, 2000).

Considerando os indicadores descritos e utilizados pelo PROBIO (2001), os quatro municípios envolvidos demonstram níveis expressivos das atividades extrativistas florestais. Observa-se que os volumes extraídos de pinheiro-brasileiro são significativos principalmente quando se considera que a legislação impõe restrições ao seu corte e mesmo quando a espécie é plantada, tem o seu corte controlado pelas instituições fiscalizadoras, exigindo-se o Plano de Manejo para a sua extração.

Tabela 7. Extração vegetal nos municípios da Microrregião Colonial de Irati.

Produtos	Volume de extração
Pinheiro brasileiro (m ³)	802.500
Lenha (m ³)	238.000
Nó de pinho (m ³)	190.000
Madeiras em tora (m ³)	125.000
Erva-mate (ton)	3.900
Carvão vegetal (ton)	1.573
Pinhão (ton)	109

Fonte: IBGE (2000)

Desde o primeiro grande investimento madeireiro no Paraná, pela Companhia Florestal Paranaense, instalada em 1871, a Floresta Ombrófila Mista tem sido extraída. A abertura da estrada da Graciosa, ligando Curitiba a Antonina, em 1873, e a construção da estrada de ferro Paranaguá – Curitiba, em 1885, permitiu o aumento da exploração da madeira existente nos planaltos paranaenses, dando início a uma das atividades econômicas mais importantes do estado (CASTELLA e BRITEZ, 2004). O processo gradativo de diminuição da área ocupada por esta Formação, conforme estimativas de Gubert Filho (1988) sobre a evolução de extração destes remanescentes florestais, em 1930 havia 64,1% da cobertura original, em 1937 (58,7%), 1950 (39,7%), em 1965 (23,9%), em 1980 (11,9%) e 1990 (5,2%).

Deve ser ressaltado que as florestas primárias, que há mais de 15 anos representavam 0,7% da área total de ocorrência desta Formação no Estado do Paraná, não foram encontradas nos levantamentos do PROBIO (2001), referenciando somente 0,8% de florestas em estágio avançado.

A degradação e extinção destas florestas podem trazer danos ambientais incalculáveis para a região, pois constituem elementos importantes na manutenção do equilíbrio ambiental (FALKENMARK e SUPRAPTO, 1992).

4.2.7. Análise dos Fragmentos

O processo de fragmentação do ambiente existe naturalmente, mas tem sido intensificado pela ação humana desde os primórdios de sua existência. O ambiente físico do mundo não é uniforme e existem diferenças causadas pelo aquecimento desigual da terra, o que leva às variações espaciais das condições físicas características do ar e das águas. Estas características, quando associadas ao relevo e às diferentes formas dos continentes, criam condições particulares do clima. As características minerais das rochas associadas ao clima determinam por sua vez solos distintos. Portanto o mundo é heterogêneo, um mosaico. Quando se observa o ambiente num dado local ou região, pode-se perceber que existem diferenças em escala. Por exemplo, o solo não é uniforme e a umidade que contém também varia. Os seres vivos vão encontrar no mundo uma diversidade da paisagem, onde os recursos para sua sobrevivência estão distribuídos. Nesta diversidade algumas manchas são melhores do que outras, fato que depende da probabilidade de sobrevivência e reprodução dos indivíduos que as ocupam, isto é, da sua aptidão darwiniana. Considerando que algumas manchas são boas, favoráveis, e outras ruins, menos favoráveis e ainda, que entre elas os habitats são completamente desfavoráveis e negativos, a aptidão de um dado indivíduo será proporcional ao tempo que este permanecer em cada um dos tipos de habitat para suas atividades vitais (CERQUEIRA et al., 2003).

Os fragmentos são afetados por problemas direta e indiretamente relacionados à fragmentação, tal como o efeito da distância entre os fragmentos, ou o grau de isolamento, o tamanho e a forma do fragmento, o tipo de matriz circundante e o efeito de borda.

O processo global de fragmentação de habitats é, possivelmente, a mais profunda alteração causada pelo homem no meio ambiente. Muitos habitats que eram quase contínuos foram transformados em paisagem semelhante a um mosaico, composto por manchas isoladas. Esta intensa fragmentação de habitats vem acontecendo na maioria das regiões tropicais (CERQUEIRA et al., 2003).

Para Harrison et al.(1988), existem três principais categorias de mudanças que tem se tornado freqüentes nas florestas do mundo: a redução na área total das florestas; a conversão de florestas em plantações e monoculturas; a fragmentação progressiva de remanescentes de florestas em pequenas manchas, isoladas por plantações ou pelo desenvolvimento industrial ou urbano.

Vários são os aspectos que determinam a qualidade de um fragmento. A forma de um fragmento de habitat afeta diretamente a relação entre o perímetro e a área desse fragmento. Quanto menor for esta relação, menor também será a borda e quanto maior a relação, maior será a borda. A quantidade de área de um fragmento representada pela borda é, portanto, consequência direta desta relação. A borda pode ser definida como a zona de contato entre um habitat natural e outro antropizado. Embora possam existir bordas entre dois habitats naturais, para a biologia da conservação a mais sensível é a primeira, pois potencialmente pode afetar diretamente as populações dos organismos. Desta forma, quanto menor a proporção de borda de um fragmento, maior será a área central, que é a área efetivamente preservada e a mais similar à vegetação original da região.

Os efeitos da fragmentação de habitat é outro aspecto relevante. Estes efeitos sobre as espécies podem ser diferentes. Uma paisagem pode ser fragmentada para uma

espécie e pode não ser para outra. A resposta de uma determinada espécie ou população à fragmentação depende também da escala espacial em que os fragmentos estão organizados e como a fragmentação influencia o sucesso de dispersão na paisagem (SCARIOT, 2003).

A ecologia da paisagem lida com a relação entre os padrões espaciais e os processos ecológicos. Para quantificar com precisão os padrões espaciais, uma das formas é a utilização de métricas da paisagem ou índices da paisagem (METZGER, 2003). Para Gustafson (1998), no entendimento da estrutura da paisagem, deve-se determinar o número de fragmentos, o tamanho e a sua densidade.

Para uma quantificação adequada da paisagem, basta um número reduzido de métricas independentes, escolhidas em função dos objetivos do estudo, podendo-se considerar métricas relacionadas à forma, dimensão fractal, riqueza de unidades da paisagem e grau de contágio (METZGER, 2003). Esses índices permitem a determinação da relação entre os processos e padrões da paisagem. Isto porque eles possibilitam a quantificação da composição e da configuração da paisagem.

Considerando a paisagem como um todo, foram calculadas as métricas de composição, CA (área da classe), PLAND (percentagem da classe na paisagem), NP (número de manchas) (Tabela 8). Os valores das métricas CA e PLAND correspondem aos obtidos para área e percentagem dos tipos de uso e ocupação de terra, descritos na Tabela 6.

As classes que se destacam em número de manchas na paisagem são: várzea, agricultura, floresta nativa e capoeira. Os valores de NP encontrados para a várzea, de 8014 manchas (Tabela 8), provavelmente estão relacionados com a conformação da rede de

drenagem, que em função da topografia, apresentam-se meândricos, acarretando o aumento das áreas de inundação. Este fato, também pode justificar o tamanho médio das manchas encontradas para esta classe, com 3,48 hectares.

As áreas de agricultura, com 5.253 manchas e a capoeira, com 3.940 (Tabela 8), estão de acordo com as características encontradas desde o início do processo de ocupação e colonização do segundo planalto paranaense, em que a estrutura fundiária é formada de pequenas propriedades, com pequenas áreas de lavoura e a utilização do pousio. Os valores médios das manchas de agricultura estão de acordo com o tamanho médio das propriedades rurais. Entretanto os valores médios das manchas de capoeira, 32,97ha, considerados altos, podem estar relacionados com a tendência encontrada atualmente entre os agricultores de abandonar as áreas de encosta.

O número de manchas de floresta nativa, 4.789, bem como o tamanho médio das manchas, de 20,69 hectares (Tabela 8), indica que os remanescentes de Floresta Ombrófila Mista estão bastante fragmentados. Entretanto os valores de cobertura dos remanescentes da FOM estão acima da média do estado (PROBIO, 2001; CASTELLA e BRITZ, 2004).

O número de manchas, 880 e 1.126, para as classes reflorestamento e reflorestamento jovem, respectivamente, parece indicar que existe uma tendência de aumento dos reflorestamentos na região, devido aos valores mais elevados na classe reflorestamento jovem em relação aos maduros, e que estes são cultivados em pequenas áreas (Tabela 8).

Com relação ao número de manchas de solo exposto, 2.955, bem como ao seu tamanho médio, 3,42 hectares (Tabela 8), correspondem à característica desta classe de apresentar pequenas manchas distribuídas ao longo do perímetro urbano, além de manchas dispersas na paisagem da zona rural correspondendo ao preparo de área para o plantio.

Tabela 8: Métricas de composição de todas as classes existentes na área de estudo

Classes	CA	PLAND	NP	CA/NP
Agricultura	26.090,36	8,4	5.253	4,97
Capoeira	129.897,20	41,9	3.940	32,97
Floresta Nativa	99.101,79	31,9	4.789	20,69
Reflorestamento	6.449,94	2,1	880	7,33
Reflorestamento Jovem	10.754,73	3,5	1.126	9,55
Solo Exposto	10.114,38	3,3	2.955	3,42
Várzea	27.899,58	9,0	8.014	3,48

Considerando somente a classe de floresta nativa, nos procedimentos para análise da estrutura da paisagem, além das métricas relacionadas na Tabela 8, foram calculadas no programa Fragstats, outras métricas de composição: FRAC (índice de dimensão fractal), NCORE (número de áreas core), CAI (índice de área core). Foi determinada também uma métrica de disposição: ENN (distância euclidiana do vizinho mais próximo).

Da totalidade de manchas identificadas na área de estudo (Tabela 9) a maior frequência se encontra na classe de 0 a 1 hectare com 40,93%, o que representa 1.960 manchas. Estes pequenos fragmentos representam 0,73% da área de estudo, correspondendo a aproximadamente 717 hectares.

A segunda maior representatividade relativa para os fragmentos de floresta nativa se encontra na classe de 1 a 5 hectares com 32,57%, correspondendo a 1.560 manchas. Esta classe ocupa aproximadamente 3.889 hectares, que representa 3,93% da área existente de floresta nativa na área de estudo (Tabela 9).

As demais classes de floresta nativa diminuem gradativamente a frequência relativa quanto ao número de manchas e, conseqüentes, aumentos de área, com exceção da classe de 10 a 50 hectares. Nesta classe, ocorre um aumento do número de manchas na faixa entre 10 e 30 hectares (Tabela 9).

Nas classes de 1.000 a 3.000 hectares e maior que 3.000, foram identificadas apenas 17 manchas que corresponde a 0,35% do número total de manchas. Entretanto, somente estas duas classes somam 43.000 hectares, que representam cerca de 43% da área de floresta nativa (Tabela 9).

Tabela 9: Distribuição de frequência nas classes de tamanho dos fragmentos de floresta nativa

Classes de tamanho (ha)	Manchas (N)	Frequência (%)	Classe (ha)	Área (%)	Média (ha)	Desvio padrão
0 - 1	1.960	40,93	717,84	0,73	0,37	0,29
1 - 2	672	14,03	990,72	1,00	1,47	0,29
2 - 3	387	8,08	947,34	0,96	2,45	0,27
3 - 4	296	6,18	1.029,78	1,04	3,48	0,28
4 - 5	205	4,28	921,69	0,93	4,50	0,30
5 - 6	139	2,90	763,2	0,77	5,49	0,27
6 - 7	100	2,09	645,57	0,65	6,46	0,28
7 - 8	83	1,73	619,74	0,63	7,47	0,31
8 - 9	75	1,57	639,9	0,65	8,53	0,30
9 - 10	51	1,06	485,55	0,49	9,52	0,28
10 - 20	322	6,72	4.493,97	4,54	13,96	2,70
20 - 30	150	3,13	3.722,31	3,76	24,82	3,13
30 - 40	70	1,46	2.410,11	2,43	34,43	2,88
40 - 50	53	1,11	2.395,80	2,42	45,20	3,07
50 - 60	39	0,81	2.124,45	2,15	54,47	3,19
60 - 70	31	0,65	2.013,57	2,03	64,95	3,08
70 - 80	14	0,29	1.028,16	1,04	73,44	2,56
80 - 90	14	0,29	1.186,47	1,20	84,75	2,58
90 - 100	11	0,23	1.047,24	1,06	95,20	1,89
100 - 200	43	0,90	5.810,58	5,87	135,13	26,14
200 - 300	25	0,52	6.028,38	6,09	241,14	32,87
300 - 400	13	0,27	4.492,80	4,54	345,60	27,30
400 - 500	4	0,08	1.818,54	1,84	454,64	21,84
500 - 600	6	0,13	3.157,65	3,19	526,28	21,84
600 - 700	5	0,10	3.155,85	3,19	631,17	14,80
700 - 800	1	0,02	708,93	0,72		
800 - 900	2	0,04	1.709,64	1,73	854,82	50,28
900 – 1.000	1	0,02	925,38	0,93		
1.000 – 3.000	13	0,27	20.150,55	20,36	1550,04	619,78
3.000 – 5.000	2	0,04	9.684,00	9,78	4842,00	213,83
> 5.000	2	0,04	13.166,82	13,30	6583,41	1390,91

Observa-se que os remanescentes de floresta nativa (Figura 10) estão fortemente concentrados nas classes de 0 a 1 e 1 a 5 hectares, o que representa mais do que 70% dos fragmentos existentes. Este fato evidencia uma alta fragmentação dos remanescentes de floresta nativa, distribuídos em toda área de estudo (Figura 11).

A fragmentação de habitats, entendida como a redução da cobertura natural em manchas menores e desconectada, compõe os efeitos de perda de habitats. Os efeitos destrutivos da fragmentação estendem-se da borda para o interior das manchas, tornando as manchas pequenas altamente vulneráveis à perda de espécies e funções (HASSAN et al, 2005).

Os maiores fragmentos de floresta nativa da área de estudo correspondem as unidades de conservação existentes (Figura 11). Ainda na região central, no sentido norte-sul, existem diversos fragmentos que se enquadram nas classes que variam desde a classe de 100 a 500 hectares até a classe acima de 3.000 hectares. No extremo oeste, existe uma mancha de aproximadamente 4.700 hectares que compreende a uma pequena faixa, dentro da área de estudo, pertencente à Área de Proteção Ambiental da Serra da Esperança, com área total de 206.000 hectares (Figura 11).

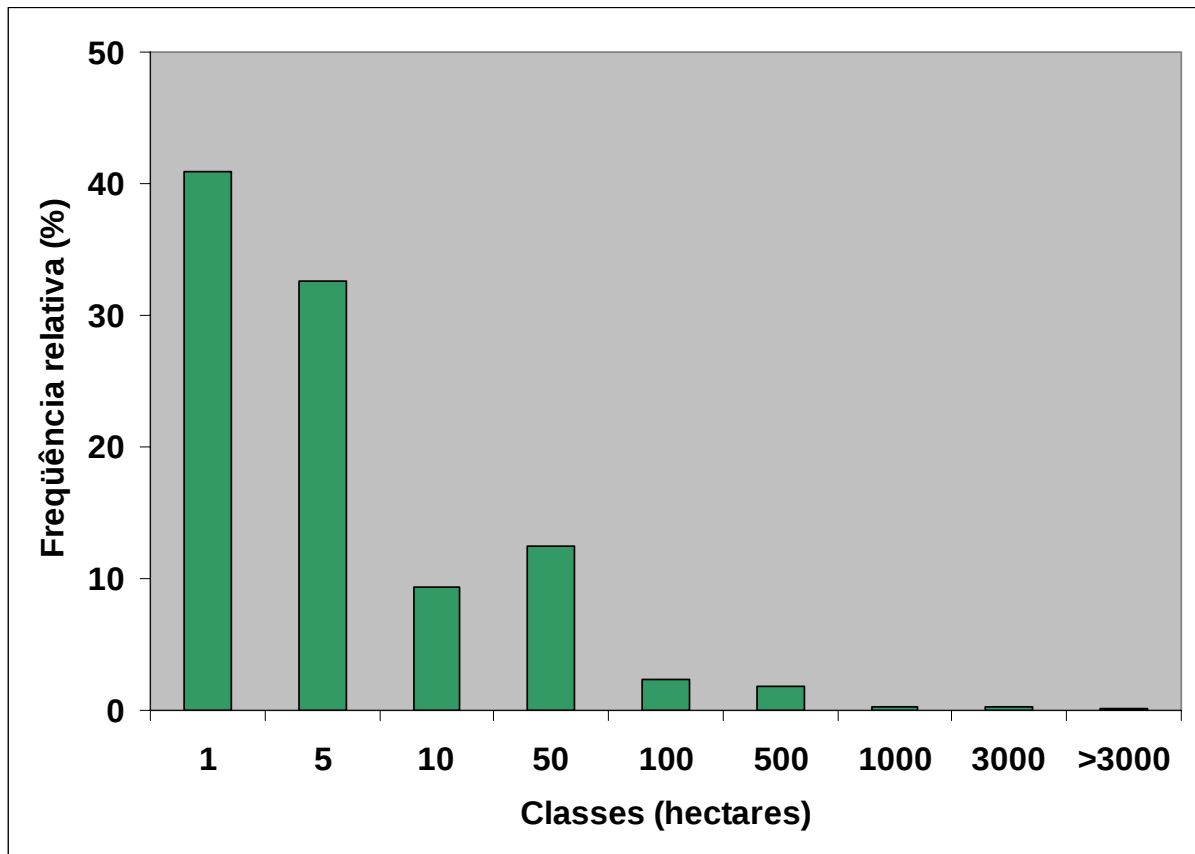


Figura 10: Frequência relativa das classes de tamanho de floresta nativa na Microrregião Colonial de Irati - PR

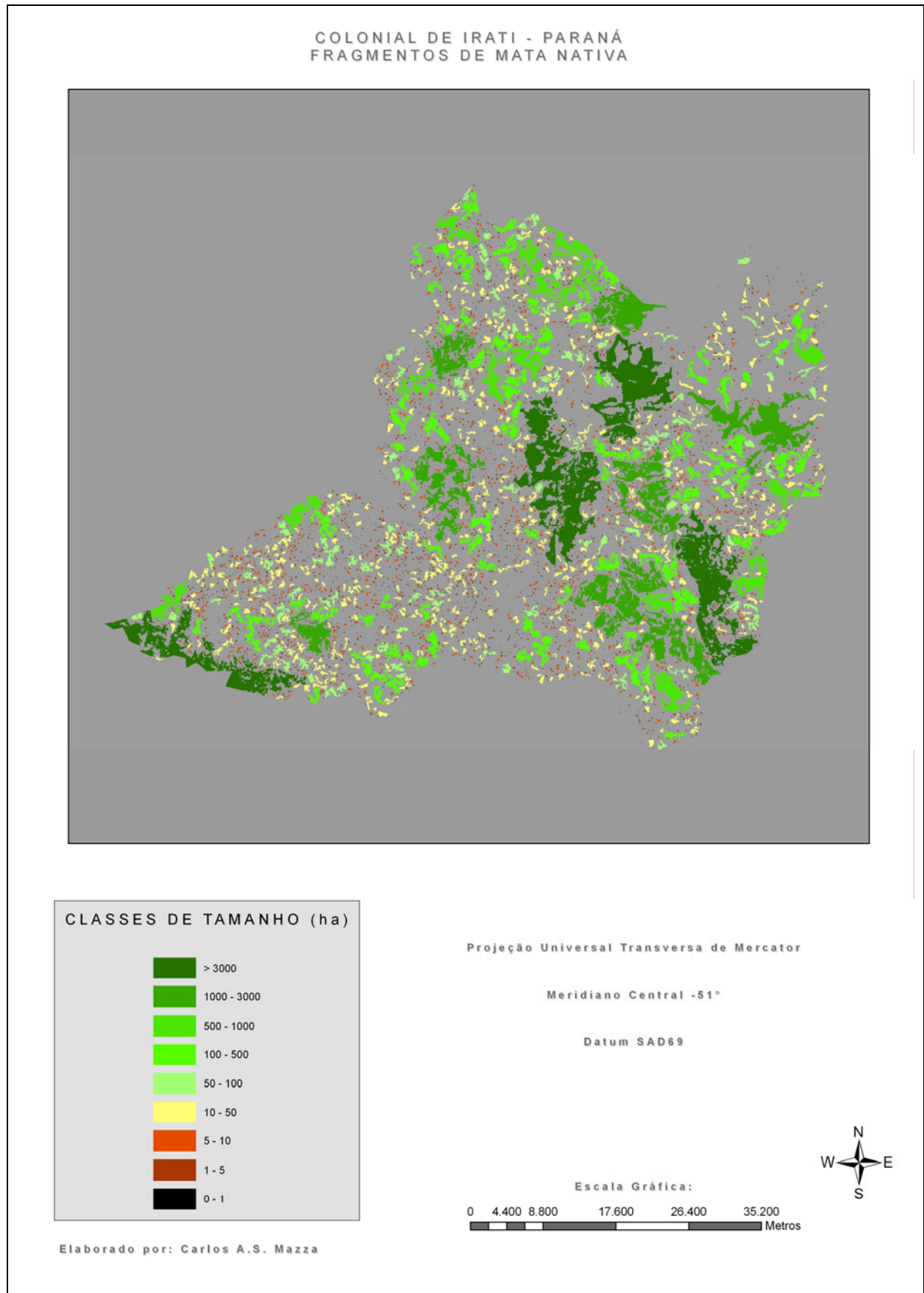


Figura 11: Distribuição espacial das classes de tamanho dos fragmentos de floresta nativa na Microrregião Colonial de Irati - PR

O índice de dimensão fractal (FRAC) reflete o grau de complexidade da forma da mancha, superando a limitação do entendimento da relação perímetro/área como uma medida de complexidade da forma. Este índice varia de 1 a 2, sendo que valores próximos a 1, indicam formas da mancha com perímetros muito simples tal como um quadrado, enquanto que valores próximos a 2 indicam formas extremamente complexas (McGARIGAL e MARKS, 1995).

O índice de dimensão fractal, calculado para os fragmentos da classe floresta nativa, variou de 1,00 até 1,28, com média de 1,06, sugerindo que as formas das manchas existentes tendem a ser pouco complexas. O maior valor identificado para este índice correspondeu ao fragmento relativo à APA da Serra da Esperança, com cerca de 4.700 hectares, que se encontra no extremo oeste da área de estudo e que corresponde à área com maior altitude e declividade da região, fato que pode justificar a forma da mancha um pouco mais complexa do que as demais (Figura 11).

O índice de área nuclear (CAI) é um índice relativo, que quantifica a área nuclear como uma percentagem da área da mancha, isto é, a percentagem da mancha que correspondente a área nuclear. Para efeito do cálculo do índice, foram considerados 100 metros de profundidade de borda.

A matriz exerce uma forte influência sobre a borda de um fragmento, em consequência disso, tem a sua composição diferenciada da área nuclear. A área nuclear de um fragmento de florestas é um melhor indicativo da qualidade dos fragmentos do que a sua área total (McGARIGAL e MARKS, 1995).

Cerca de 78% dos fragmentos de floresta nativa não apresentaram área nuclear, o que corresponde a 3.778 manchas existentes desta classe (Tabela 10). Destas, 3.499 manchas têm área menor ou igual a 5 hectares e 279 manchas até 20 hectares.

Dentre os fragmentos com área nuclear, que correspondem a 1.011 manchas, cerca de 90% destes têm até 40% de índice de área nuclear enquanto que somente 4% apresentam CAI superior a 50%. Da mesma forma, cerca de 80% apresentam até 2 áreas nucleares. Os 20% restantes têm de 3 a 66 áreas nucleares (Tabela 10).

Estes valores encontrados, tanto para o índice de área nuclear, como para o número de áreas nucleares, reforçam o indicativo de que a região de estudo está bastante fragmentada e que os maiores remanescentes de floresta nativa tendem a estar agrupados.

Tabela 10: Índice de áreas nucleares nos fragmentos de floresta nativa

Porcentagem de áreas nucleares	Número de manchas	Manchas (%)
0	3778	78,89
≤ 10	427	8,92
10 - 20	224	4,68
20 - 30	155	3,24
30 - 40	103	2,16
40 - 50	63	1,32
50 - 60	32	0,67
60 - 70	4	0,08
70 - 80	3	0,06

A distância euclidiana do vizinho mais próximo – ENN, é a medida em metros que quantifica o isolamento de uma mancha em relação a outras manchas. A ENN é definida usando a geometria euclidiana como uma linha reta entre a mancha focal e seu vizinho mais próximo de mesma classe. A distância entre bordas é medida entre os centros dos pixels, portanto a distância mínima, entre manchas, é de 60 metros, considerando o píxel de 30 metros.

No cálculo da distância do vizinho mais próximo, observa-se, na área de estudo (Figura 12), que os menores fragmentos tendem a estar isolados dos demais e, na medida em que aumenta o tamanho dos fragmentos, o isolamento tende a diminuir (Tabela 11). Os fragmentos de até 1 hectare apresentaram distância média igual a 166,81 metros, variando de 60 a 2.280 metros. Em fragmentos de 01 a 10 hectares a distância média foi de 158,97, e a máxima foi 886,40 metros. Fragmentos de 10 a 100 hectares tiveram distância média de 122,40 metros com um máximo de 661,11. De 100 a 500 hectares, os fragmentos apresentaram distância média de 80,49 metros e máximo de 300 metros. Entre 500 e 1.000 hectares, a média das distâncias reduziu para 68,49 metros, com máximo de 134,16 metros. A partir de 1.000 hectares, todos os fragmentos apresentaram distância do vizinho mais próximo de 60,00 metros (Tabela 11).

Tabela 11: Distância euclidiana entre os fragmentos de floresta nativa

Classes de tamanho (ha)	ENN média	ENN mínimo	ENN máximo	ENN Desvio padrão
0 - 1	166,81	60,00	2.280,00	138,56
1 - 2	167,20	60,00	782,30	109,82
2 - 3	163,05	60,00	758,95	100,16
3 - 4	161,44	60,00	886,40	102,63
4 - 5	156,47	60,00	466,69	88,71
5 - 6	140,52	60,00	570,00	87,66
6 - 7	138,33	60,00	420,00	71,16
7 - 8	142,70	60,00	536,66	79,30
8 - 9	143,10	60,00	510,00	82,12
9 - 10	155,82	60,00	436,81	94,69
10 - 20	133,02	60,00	662,72	81,99
20 - 30	114,50	60,00	375,90	63,67
30 - 40	115,24	60,00	362,49	69,28
40 - 50	121,28	60,00	305,94	72,03
50 - 60	100,03	60,00	375,90	67,86
60 - 70	101,24	60,00	469,57	78,22
70 - 80	109,98	60,00	182,48	38,88
80 - 90	122,88	60,00	666,11	157,89
90 - 100	124,46	60,00	270,00	66,19
100 - 200	91,59	60,00	300,00	55,00
200 - 300	68,89	60,00	108,17	13,91
300 - 400	67,22	60,00	90,00	11,39
400 - 500	76,77	60,00	120,00	29,01
500 - 600	73,54	60,00	134,16	29,83
600 - 700	62,83	60,00	67,08	3,88
700 - 800	84,85			
800 - 900	60,00	60,00	60,00	0,00
900 – 1.000	67,08			
1.000 – 3.000	60,00	60,00	60,00	0
3.000 – 5.000	60,00	60,00	60,00	0
> 5.000	60,00	60,00	60,00	0

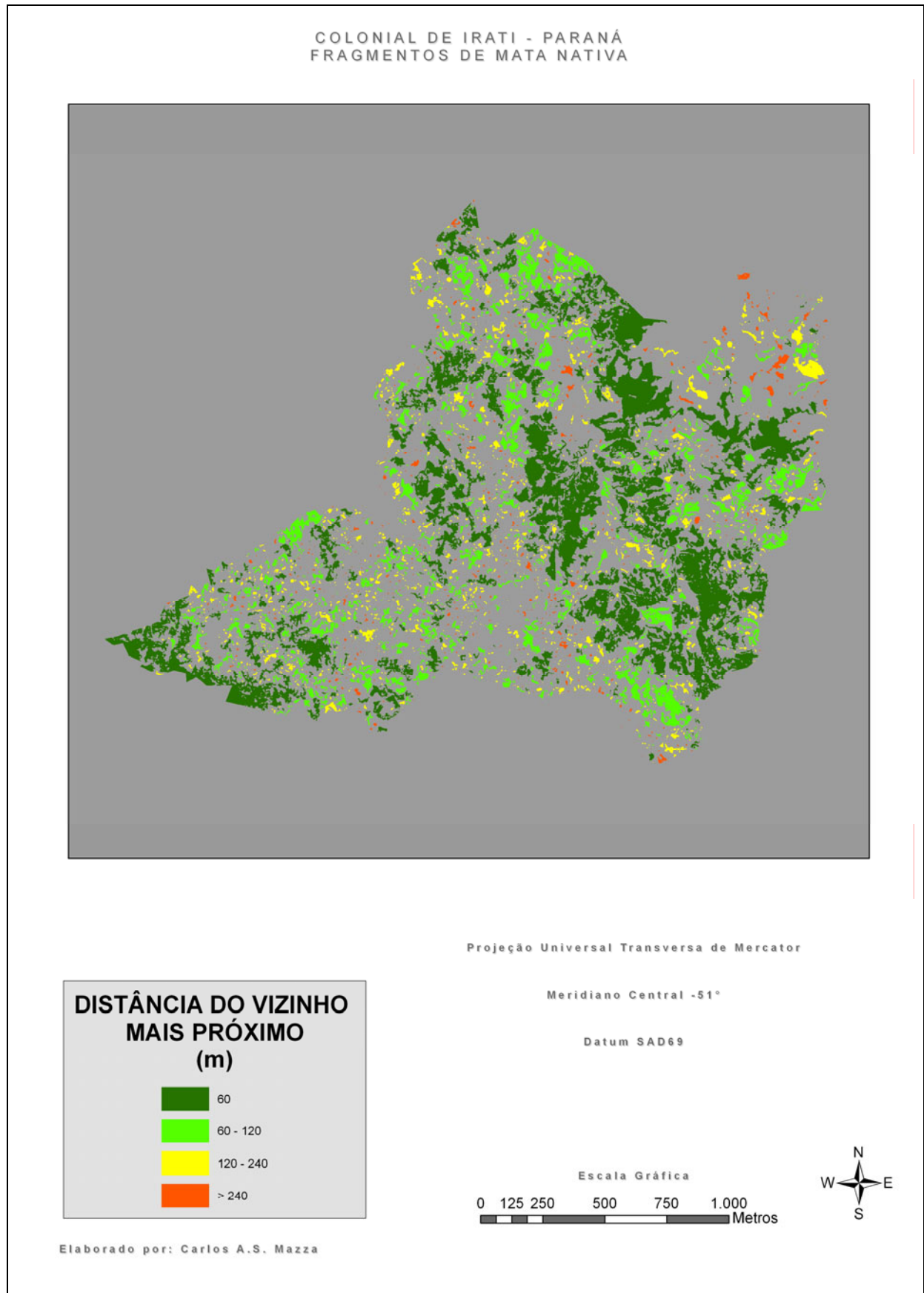


Figura 12: Distância entre fragmentos de floresta nativa da Microrregião Colonial de Irati – PR

4.3. Caracterização e Análise Ambiental da Flona de Irati

A área atualmente ocupada pela Floresta Nacional de Irati foi adquirida em glebas pelo Instituto Nacional do Pinho, instituído pelo Decreto-Lei 3124 de Março de 1941. O Instituto Nacional do Pinho tinha como missão, fomentar o corte, a produção e comercialização do pinheiro ou araucária (*Araucária angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze). Durante a gestão desta instituição, foi adotada a política de compra de áreas com a finalidade de fomentar o plantio da araucária. Portanto, seguindo esta política, o Instituto Nacional do Pinho criou em 1946, o Parque Florestal Manoel Enrique da Silva, com a aquisição de glebas. Nesta fase, iniciou-se o plantio de araucária na área da atual Flona de Irati. Portanto, os primeiros plantios de araucária foram implantados já no ano de 1946.

Durante a gestão do antigo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF, atual Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, foi criado por meio da Portaria 559 de outubro de 1968, a Floresta Nacional de Irati, unidade de conservação de âmbito federal e de uso sustentável.

A área total da Flona de Irati definida pela interpretação e retificação da divisa é de 3.618,21 ha, sendo que 73,70% desta área pertencem ao município de Fernandes Pinheiro e 26,30% ao município de Teixeira Soares. A Flona de Irati compõe o vale do Rio Imbituva, que juntamente com o Rio das Antas constituem os principais limites desta Unidade de Conservação.

4.3.1. Geologia

A Flona de Irati tem um mosaico de formações geológicas relacionadas aos depósitos sedimentares paleozóicos, correspondentes à grande feição de sedimentação marinha e litorânea conhecida como Bacia do Paraná, que se manifesta geomorfologicamente no Segundo Planalto Paranaense, e estão relacionadas aos grupos Guatá, Depósitos Quaternários, e Passa Dois (Figura 13).

O grupo Guatá da formação Rio Bonito é o mais representativo, ocupando 1.847,19 hectares que corresponde a 51,05% da área da Flona e está distribuído em toda a área da UC (Figura 13), sendo constituído por arenitos, siltitos, folhelhos, carvão e calcário.

O grupo Depósito Quaternário ocupa 929,88 hectares, representando 25,70% da área. Este grupo é oriundo da formação dos Sedimentos Recentes, representado pela deposição fluvial areno-siltico-argilosa. Este grupo está localizado na porção norte da Flona inserido nas áreas de várzea dos rios, Imbituva e das Antas, existente nesta parte da UC (Figura 13).

O grupo Passa Dois, da formação Teresina, ocupa 841,14 hectares o que representa 23,25% da área de estudo. Este grupo é constituído de siltitos acinzentados com intercalação de calcário micrítico e estromatolítico e está localizado na porção sudoeste (Figura 13), coincidindo, em parte com as várzeas do rio das Antas.

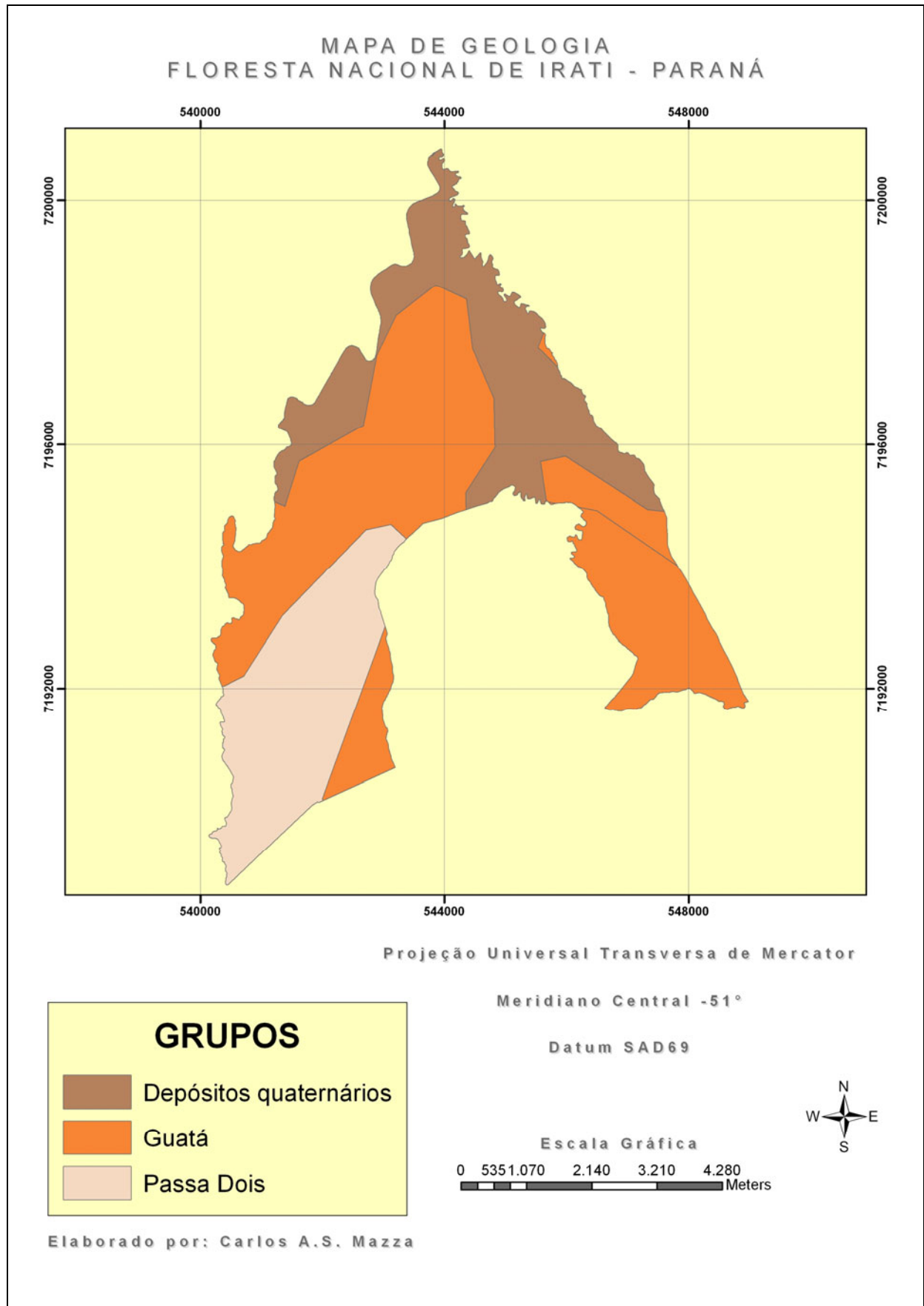


Figura 13: Grupos geológicos da Flona de Irati - PR

4.3.2. Solos

Os tipos de solos existentes na Flona de Irati foram categorizados em 3 grupos distintos, distribuídos ao longo da área (Figura 14).

O grupo LATOSSOLOS VERMELHO Distrófico está localizado na porção oeste da Unidade de Conservação (Figura 14), no sentido norte-sul, ocupando 2.345,05 ha que representa 64,81% da área total da Flona de Irati.

O grupo CAMBISSOLOS HÁPLICO Distrófico ocupa uma área de 921,04 ha que corresponde a 25,46% da área total da Flona de Irati, localizado na porção norte da UC, nas áreas de várzea do rio Imbituva (Figura 14).

O grupo ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELO Distrófico que ocupam 352,12 ha, cerca de 9,73 % da área total de estudo, está localizado na porção sudeste da Flona, além de uma pequena área na porção leste (Figura 14).

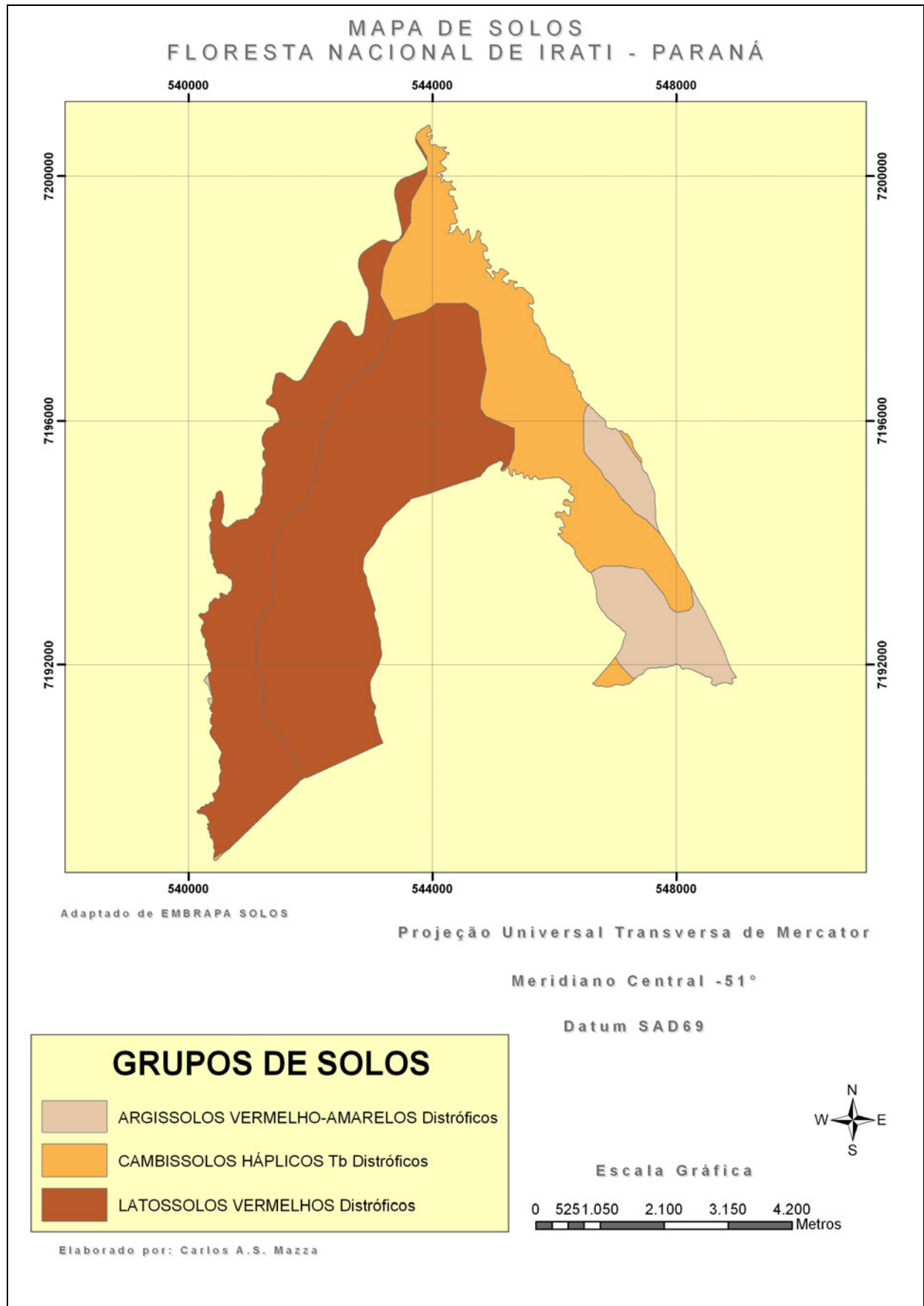


Figura 14: Grupos de solos da Flona de Irati - PR

4.3.3. Hipsometria

O cálculo da hipsometria foi elaborado com base no modelo digital de elevação e foi dividido em 9 classes altimétricas que variaram de 788,06 a 899,14 metros, com amplitude de 111 metros (Figura 15).

Na determinação da hipsometria observa-se que as classes de altitude estão distribuídas nas 9 classes existentes (Tabela 12), sem que haja valores extremos. No entanto a classe 9, de maior altitude, foi a de menor representatividade, ocupando cerca de 142 hectares o que corresponde a 3,94% da área da Flona. A classe 4 foi a mais representativa, com 15,76% da área, ocupando cerca de 570 hectares.

Tabela 12: Classes hipsométricas da Flona de Irati

Classes	Altitude (m)	Área (ha)	%
1	788,06 - 800,40	517,14	14,29
2	800,40 - 812,74	393,39	10,87
3	812,74 - 825,09	506,07	13,98
4	825,09 - 837,43	570,51	15,76
5	837,43 - 849,77	496,89	13,73
6	849,77 - 862,11	403,74	11,15
7	862,11 - 874,46	334,53	9,24
8	874,46 - 886,80	255,15	7,05
9	886,80 - 899,14	142,56	3,94

Observa-se que a classe 9, de maior altitude, está limitada a praticamente três pontos da Flona, localizados na porção sul desta UC. Observa-se também que a classe 1, que corresponde à classe de menor altitude, e segunda mais representativa, está concentrada na

porção centro-norte, definindo toda a extensão das áreas de várzea dos rios das Antas e Imbituva (Figura 15).

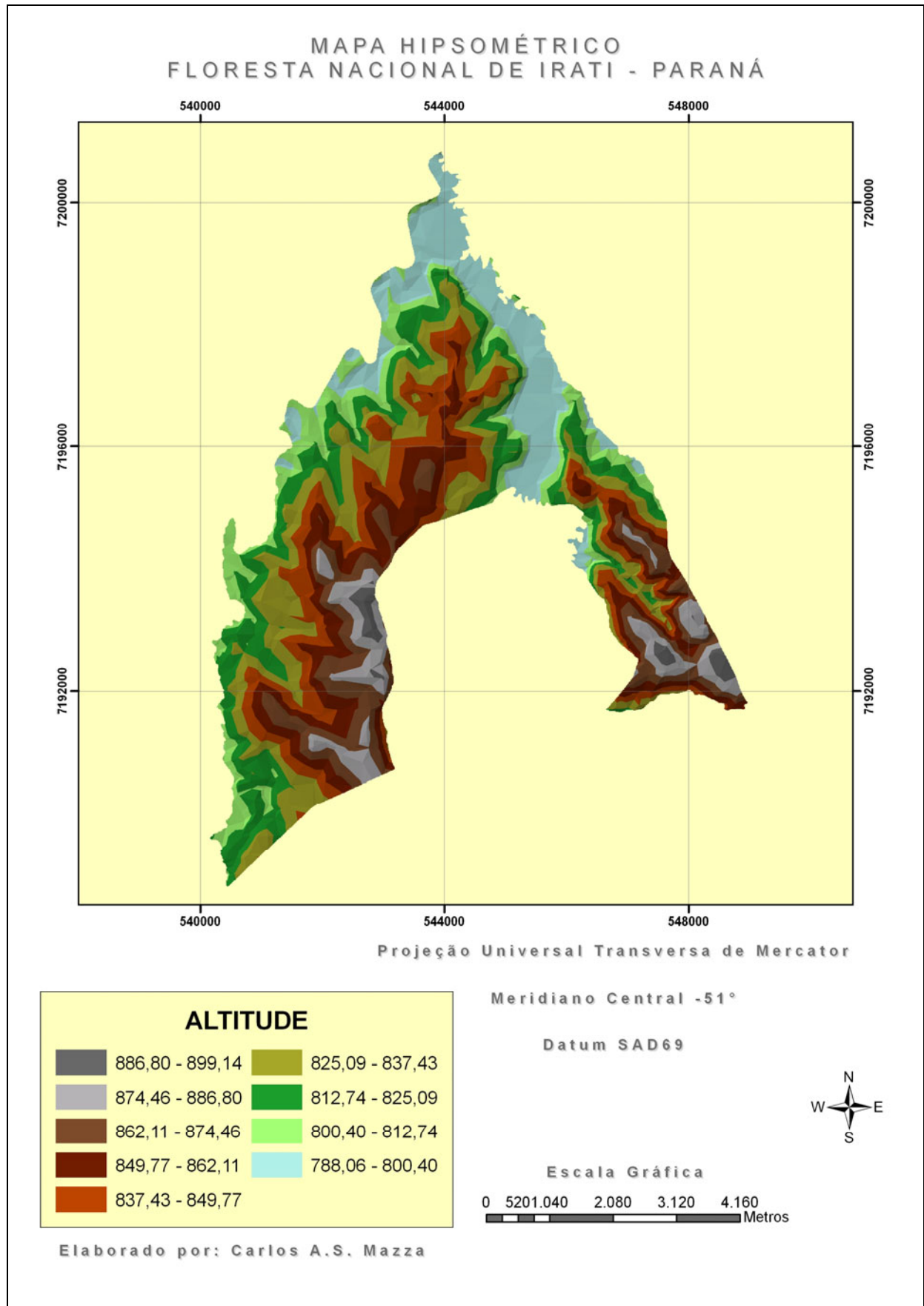


Figura 15: Hipsometria da Flona de Irati - PR

4.3.4. Clinografia

A clinografia da Flona foi distribuída em 5 classes, que variaram de 0,1 a 87% de declividade (Tabela 13). A declividade do terreno da Flona de Irati está concentrada em duas classes que representam cerca de 72% da área: a classe 2, com declividade de 3 a 8%, ocupa 1620,09 hectares, que representa 45,19% da área total da Flona e a classe 3, que varia de 8 a 13%, representa 27,42%, ocupando 982,98 hectares.

A classe 2 tem um relevo suave ondulado (EMBRAPA, 1995) e está bem distribuída por toda a área da Flona de Irati (Figura 16). A classe 3 tem um relevo moderadamente ondulado e sua localização está mais concentrada na porção leste da UC.

A classe 5, que está mais concentrada na porção leste e em alguns pontos dispersos por toda área, demanda cuidados quanto ao seu manejo, pois está classificada como relevo montanhoso, que exige cuidados especiais quanto a sua conservação. Apesar de se tratar de uma unidade de conservação, é necessário ter um monitoramento destas áreas mais declivosas, principalmente se passarem estradas por estas áreas (Figura 16).

Tabela 13: Classes clinográficas da Flona de Irati

Classes	Declividade (%)	Área (ha)	%
1	0 - 3	531,72	14,83
2	3 - 8	1.620,09	45,19
3	8 - 13	982,98	27,42
4	13 - 20	377,28	10,52
5	> 20	72,81	2,03

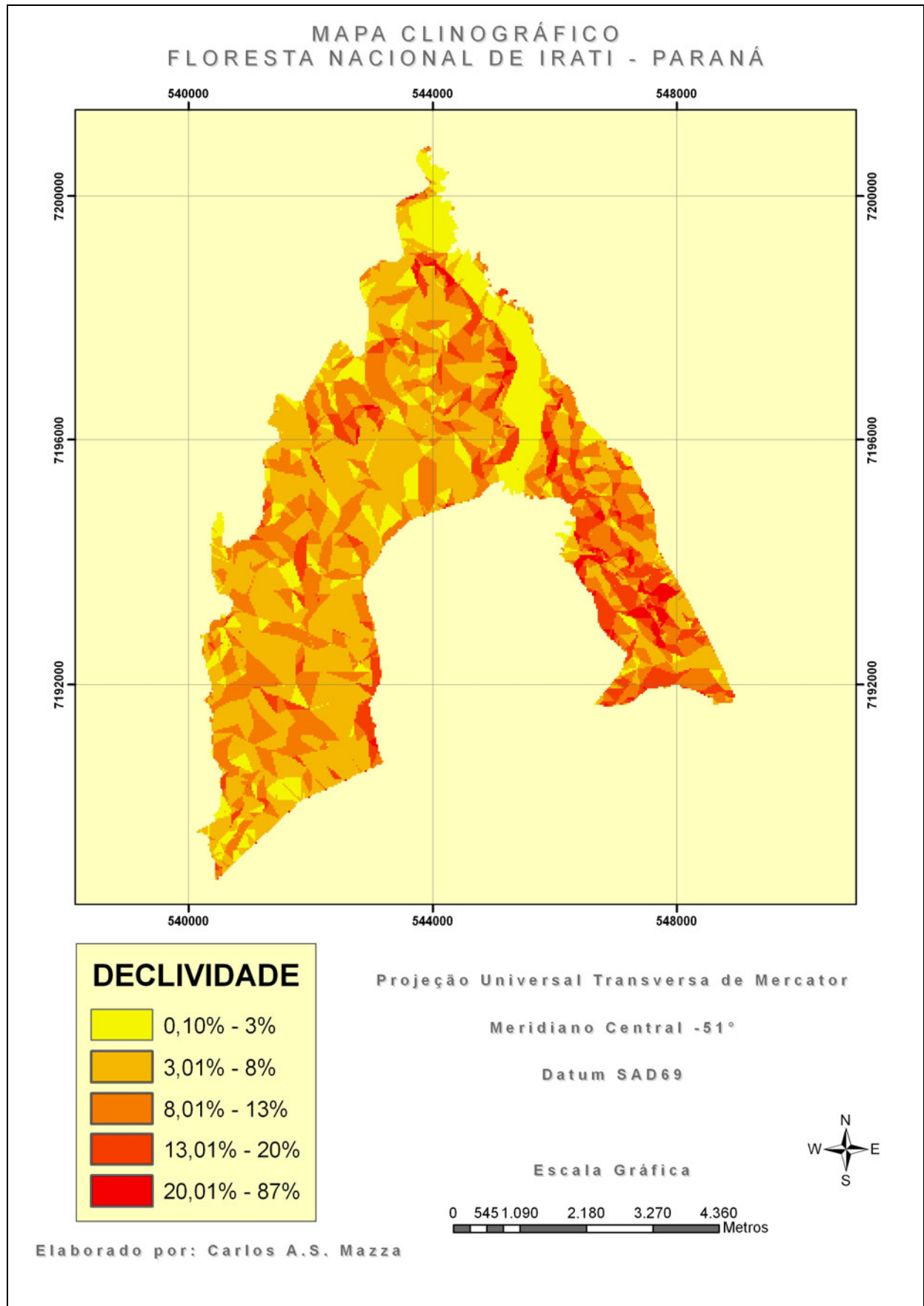


Figura 16: Clinografia da Flona de Irati - PR

4.3.5. Hidrografia

A rede de drenagem da Flona de Irati é formada basicamente pelos rios Imbituva e das Antas, além de pequenos cursos d'água, alguns dos quais tem suas nascentes na própria unidade de conservação. O rio das Antas percorre toda a extensão da divisa oeste da Flona, enquanto que o rio Imbituva adentra na Flona pela região central, tomando a direção da divisa leste. Na região da foz do rio das Antas as áreas de várzea deste, se somam com as várzeas do rio Imbituva formando uma extensa área alagada.

A rede de drenagem da Flona tem uma extensão de 81.445,59 metros de rios e córregos que estão bem distribuídos em toda a unidade de conservação (Figura 17). A densidade hídrica ou riqueza de drenagem medida foi de 22,51m/ha, sendo considerada rica (DNAEE-EESC, 1980) estando bem acima da média determinada para a região de Colonial de Irati como um todo que foi de 5,89m/ha .

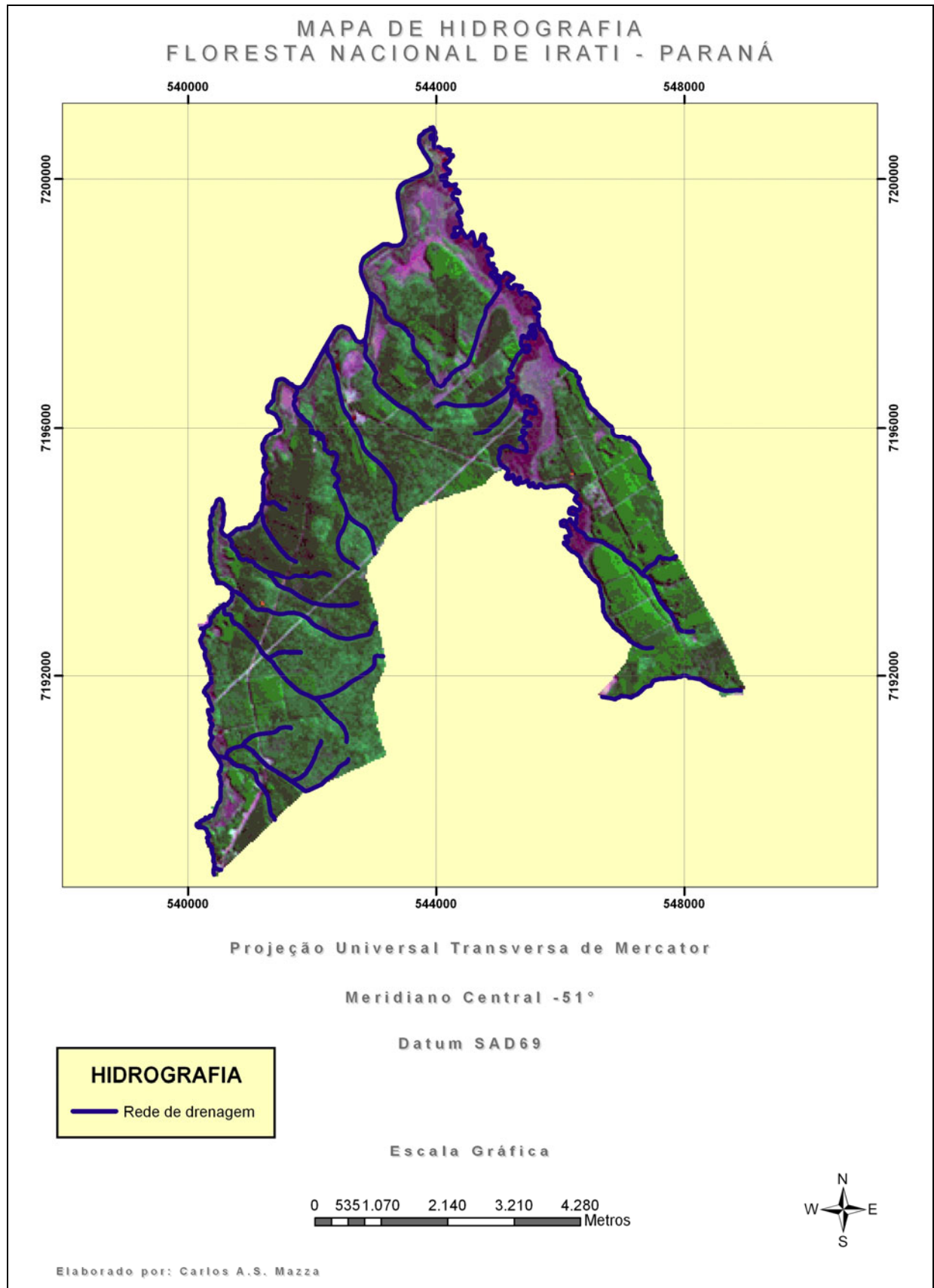


Figura 17: Hidrografia da Flona de Irati - PR

4.3.6. Uso e ocupação da terra

A análise do uso da terra evidenciou oito tipos de uso (Figura 18): capoeira, infra-estrutura, linha de transmissão de energia elétrica, malha viária, floresta nativa, plantio de araucária, várzea e reflorestamento.

A floresta nativa, associada à Formação Floresta Ombrófila Mista ocupa 1585,45 hectares o que representa 43,82% da área e compreende o tipo de cobertura da terra mais representativo da Flona de Irati (Tabela 14).

A Floresta Ombrófila Mista constitui a grande matriz da paisagem florestal da Flona de Irati. Estas áreas de floresta nativa são contínuas e ocupam a porção oeste da Flona de Irati (Figura 18). Em escala regional, a Formação Floresta Ombrófila Mista reflete a intensa fragmentação existente no Estado do Paraná.

Os reflorestamentos de *Pinus* spp ocupam 860,52 hectares, que representam 23,78% da área e estão situados no sentido leste-oeste e na região central da Flona de Irati (Tabela 14). Estas espécies foram introduzidas na Flona de Irati visando incentivar o cultivo para a produção de madeira, que na época não era difundido este tipo de reflorestamento.

Os plantios de araucária ocupam 454,37 hectares, que correspondem a 12,56% da área da Flona de Irati (Tabela 14). Estes plantios estão localizados na porção oeste e centro-leste geralmente em povoamentos contíguos (Figura 18). Estes plantios foram

estabelecidos a partir de 1946, e atualmente refletem um denso sub-bosque formado pela regeneração natural da matriz original.

As áreas de capoeira ocupam 178,89 hectares, correspondendo a 4,94% da Flona de Irati (Tabela 14). Estes tipos de uso, que geralmente são colonizados por espécies secundárias, estão geralmente associados às várzeas dos rios das Antas e Imbituva (Figura 18).

A Flona de Irati tem 85,10% de sua área ocupada por cobertura florestal sendo que desta, 61,32% corresponde a fragmentos com diferentes estágios sucessionais e 23,78% de plantios de espécies exóticas, plantadas com o objetivo de produção madeireira (Tabela 14).

As várzeas ocupam 450,91 hectares, que representam 12,46% da área da Flona de Irati (Tabela 14). As várzeas estão principalmente associadas ao rio Imbituva na região centro-leste e ao rio das Antas na porção sudoeste e noroeste (Figura 18).

As áreas de infra-estrutura de apoio e uso relativos às atividades administrativas ocupam 0,51% da área da UC (Tabela 14) e estão localizadas na região sudoeste, próximo à entrada da unidade de conservação (Figura 18). Compõe a infra-estrutura da Flona, os prédios de administração, garagem, galpões e depósitos, guarita, residências de funcionários, viveiro, museu, igreja, escola, clube e a casa de hóspede.

Duas linhas de transmissão de energia elétrica atravessam a Flona de Irati no sentido leste-oeste (Figura 18), ocupando uma área de 35,49 ha (Tabela 14). A linha de

transmissão Irati - Sabará é administrada pela Companhia Paranaense de Energia Elétrica S.A. – COPEL, operando em 138Kv, ocupando uma área de 28,14 ha. Esta linha de transmissão se estende por cerca de 7.900 m, atravessando áreas de várzea, floresta nativa, plantios de araucária e reflorestamentos. A linha de transmissão Areia – Ponta Grossa é administrada pela Eletrosul Centrais Elétricas S.A. – ELETROSUL, operando em 230Kv, ocupando uma área de 7,35 ha. Esta linha de transmissão se estende por cerca de 1.500 metros, estando integralmente alocada em áreas de várzea e capoeiras.

Tabela 14: Uso e ocupação da terra na Flona de Irati

Usos	Área (ha)	%
Floresta Nativa	1.585,45	43,82
Reflorestamento	860,52	23,78
Plantio de Araucária	454,37	12,56
Várzea	450,91	12,46
Capoeira	178,89	4,94
Estradas	40,01	1,11
Linha de Transmissão	35,49	0,98
Infra-estrutura	12,57	0,35

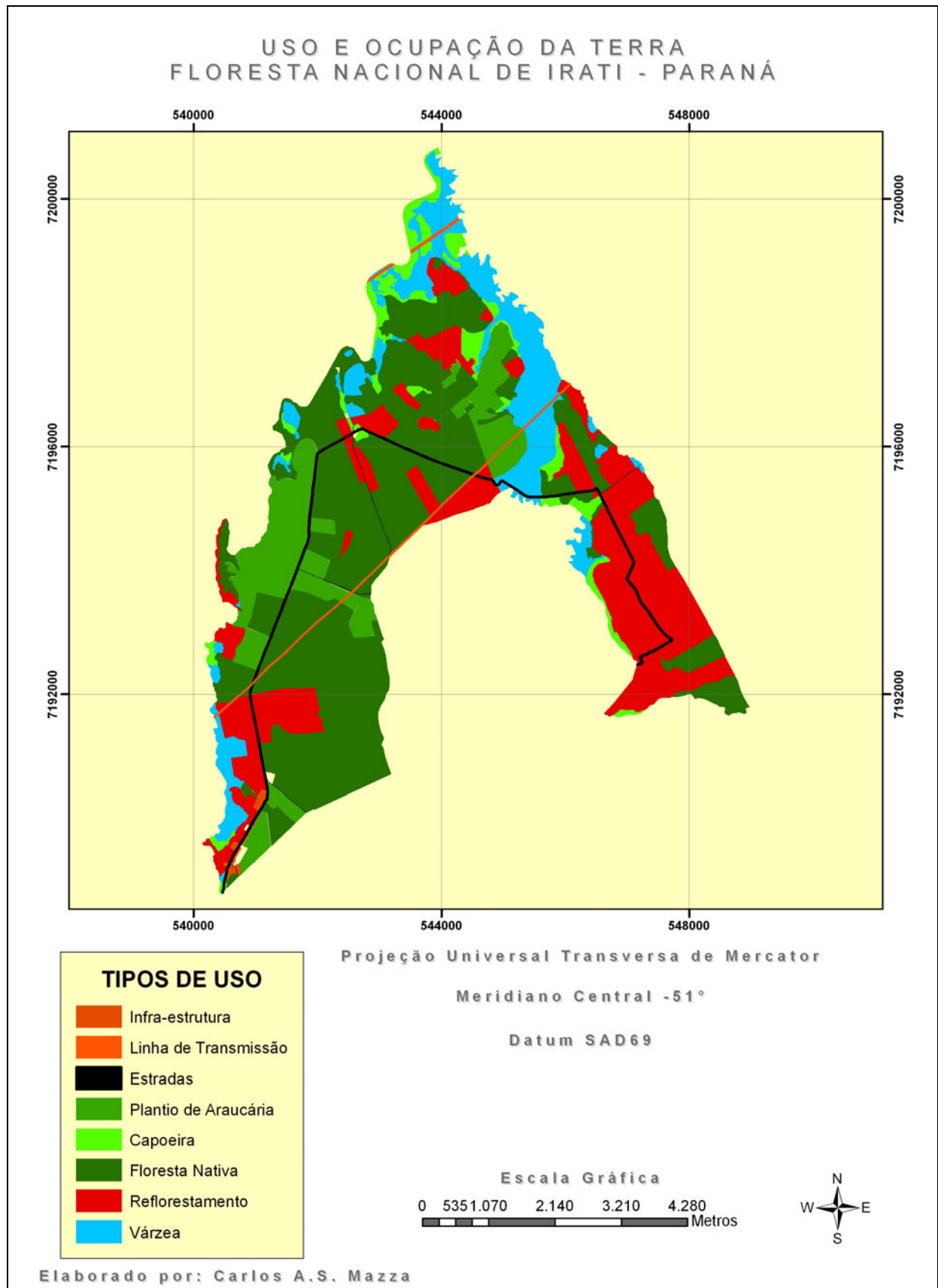


Figura 18: Uso e ocupação da terra na Flona de Irati – PR

4.3.7. Análise dos Riscos

As unidades de conservação têm como função precípua a manutenção da diversidade biológica e física existente na região onde estão implantadas. Entretanto existem fatores internos e externos que põem em risco a integridade e a manutenção destas UC's. De um modo geral, os riscos e ameaças ocorrem devido à proximidade de áreas urbanas, necessidade de expansão da fronteira agrícola, uso indevido dos recursos hídricos e suas vertentes, a necessidade de aumento da produção de alimentos por unidade de área, caça e a coleta nas áreas protegidas, conflitos de terras dentro e nos limites das unidades de conservação, uso da terra nas unidades de conservação inadequada ao seu propósito, inexistência ou deficiência na interação com a comunidade do entorno e a deficiência na educação ambiental dos usuários e moradores do entorno.

Estes fatores são comuns na maioria das unidades de conservação existentes e faz-se necessário que haja principalmente, um amplo e permanente diálogo com as comunidades do entorno visando primeiramente desmistificar que a existência da unidade de conservação é uma área sem uma finalidade definida.

Na Floresta Nacional de Irati e seu entorno foram identificados diversos tipos de riscos e ameaças que colocam atualmente ou no futuro próximo a integridade e a manutenção da UC.

Quanto às características dos grupos de solos existentes na Microrregião Colonial de Irati, os ARGISSOLOS VERMELHO AMARELOS Distróficos que ocupam

aproximadamente 85.135 hectares representando 27,4% da área de estudo e maior representatividade (Tabela 2), têm uma fragilidade ambiental, por apresentar drenagem mais lenta, predispondo, em precipitações intensas, maior escoamento superficial do que percolação de água. Este fato além de acarretar uma perda de solo nas lavouras que ocorrerem sobre este solo, leva este material para o leito dos rios ou para as áreas de várzea, quando existentes. Outro aspecto não menos importante diz respeito ao caráter distrófico característico deste grupo de solos, pois a menor reserva natural de nutrientes pode retardar a recomposição da vegetação, quando esta sofrer alguma alteração em sua cobertura original. Este grupo de solos ocorre basicamente no município de Irati e o rio das Antas, que passa na Flona de Irati, drena esta área. Portanto, este material lixiviado pode estar sendo carregado para este rio e transportado ao longo do seu leito (Figura 19).

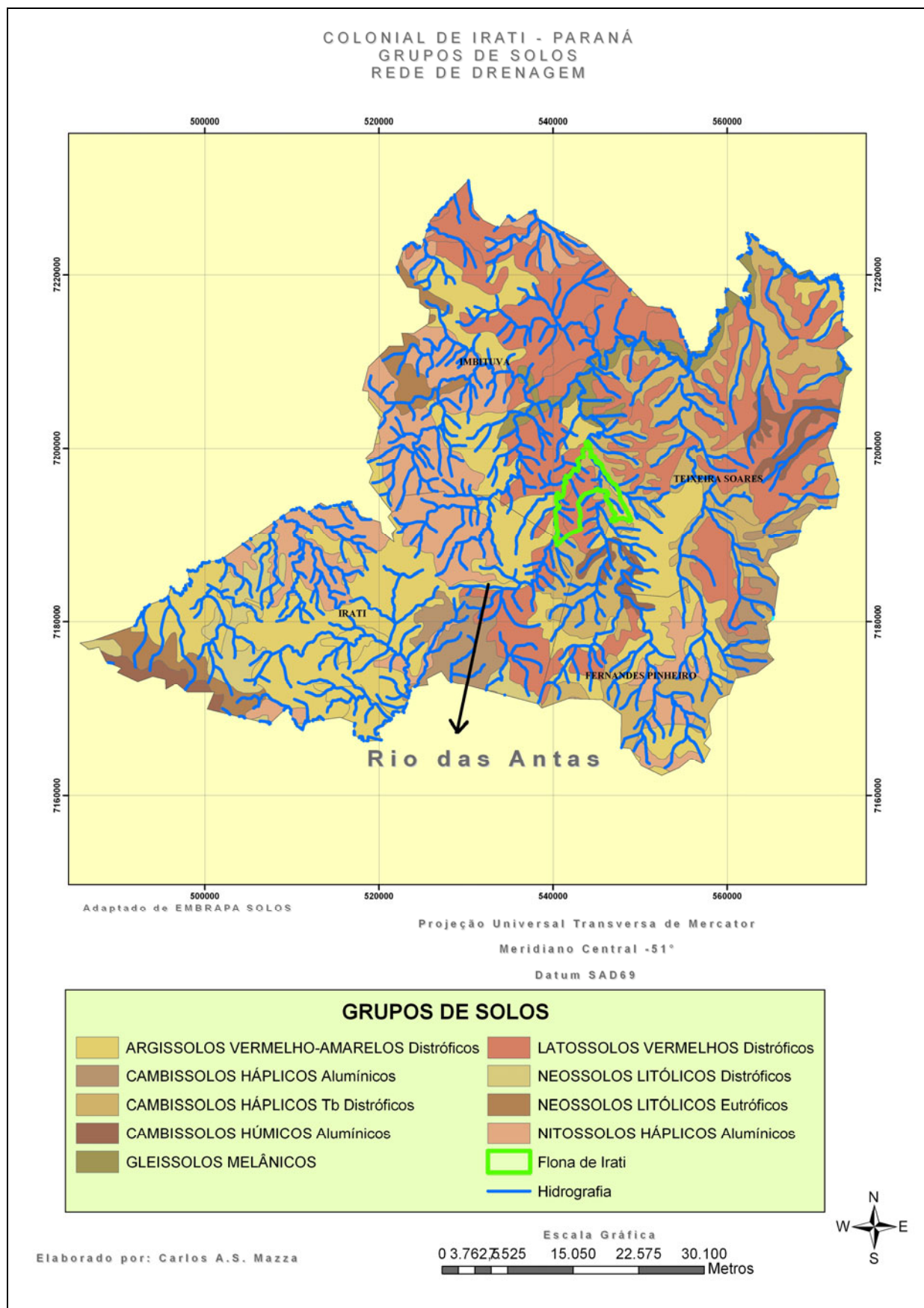


Figura 19: Riscos por lixiviação de solos para o rio das Antas

Os principais rios que passam pela Flona de Irati são o Imbituva e o das Antas, sendo que o rio das Antas nasce e percorre toda a área urbana de Irati e o rio Imbituva passa pela área urbana do município de Fernandes Pinheiro (Figura 20). O risco neste caso são os resíduos urbanos, lixo e esgoto, que são despejados diariamente nestes rios e seus afluentes. Existem muitas residências que se localizam nas suas margens e que despejam o esgoto em suas águas, apesar de existir um sistema de captação de esgoto e tratamento dos mesmos.

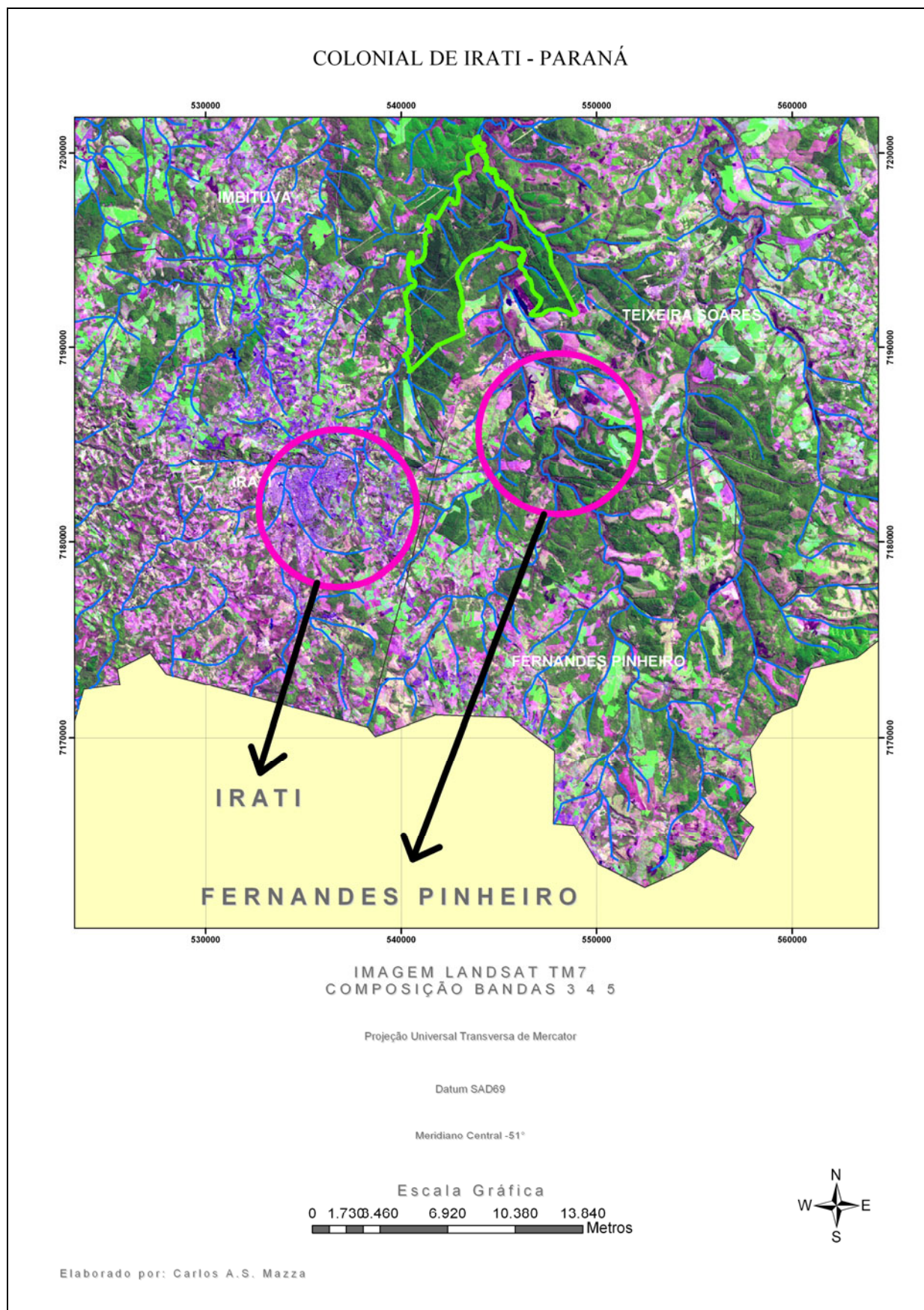


Figura 20: Área urbana de Irati e Fernandes Pinheiro e drenagem do rio das Antas e Imbituva

Um outro aspecto de relevância diz respeito à expansão urbana das quatro cidades que se encontram no entorno da Flona de Irati.

A área urbana de Fernandes Pinheiro é a mais próxima, com uma distância aproximada de 2.100 metros (Figura 21), medidos entre a borda da região urbanizada e o limite mais próximo da Flona. Fernandes Pinheiro é o município de menor porte, quando comparado com os demais municípios da área de estudo. Os riscos percebidos para este município é a proximidade com a divisa, favorecendo a caça, a pesca e a coleta, principalmente do pinhão. A relação da administração municipal com a gerência da Flona tem sido de cooperação, auxiliando na manutenção das estradas internas, além de disponibilizar um biólogo em tempo integral para auxiliar na administração da Flona.

A área urbana do município de Teixeira Soares é a segunda mais próxima da Flona (Figura 21), com distância aproximada de 3.700 metros. Os riscos identificados são similares aos relatados para Fernandes Pinheiro, a caça, pesca e a coleta, devido à proximidade da divisa da Flona com a área urbana.

A área urbana do município de Irati (Figura 21) está aproximadamente à 6.000 metros da Flona e os riscos identificados, além dos relatados nos municípios anteriores, é a expansão urbana. Parece que existe uma tendência da expansão urbana tomar o rumo no sentido da Flona, talvez em função da existência da rodovia BR 153 que liga Irati à Imbituva e que passa no acesso da Flona. Nesta rodovia já existem algumas atividades tais como uma indústria de processamento de resíduos de madeira, um entreposto de recebimento de grãos, além de um depósito de sucata de ferro. O crescimento mais intenso deste município parece estar associado ao fato deste ser o pólo industrial e comercial da região.

Imbituva é o município que tem a área urbana mais afastada da Flona (Figura 21), com aproximadamente 8.300 metros. Sua área urbana está localizada no limite norte do município, próximo à rodovia BR 373 que liga Ponta Grossa à Foz do Iguaçu. O fator de risco identificado neste município é o depósito de lixo “Lixão” que está afastado da zona urbana e localizado a 850 metros da divisa esquerda da Flona de Irati (Figura 22), divisa esta formada pelo rio das Antas. O risco eminente nos “lixões” trata-se da infiltração do “chorume” no solo vir a contaminar o lençol freático, e devido à proximidade, percolar para o rio das Antas.

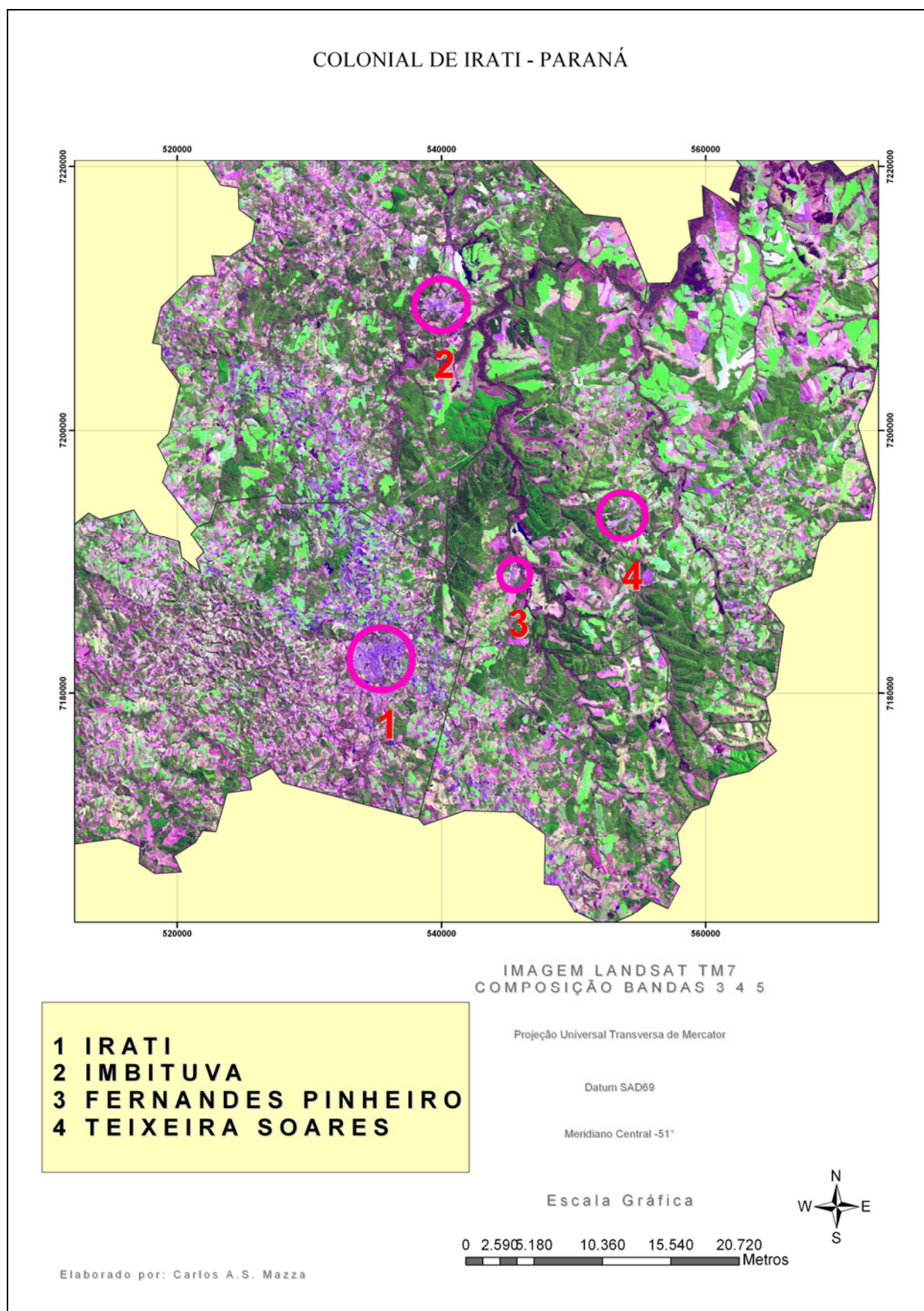


Figura 21: Áreas urbanas dos municípios do entorno da Flona de Irati - PR

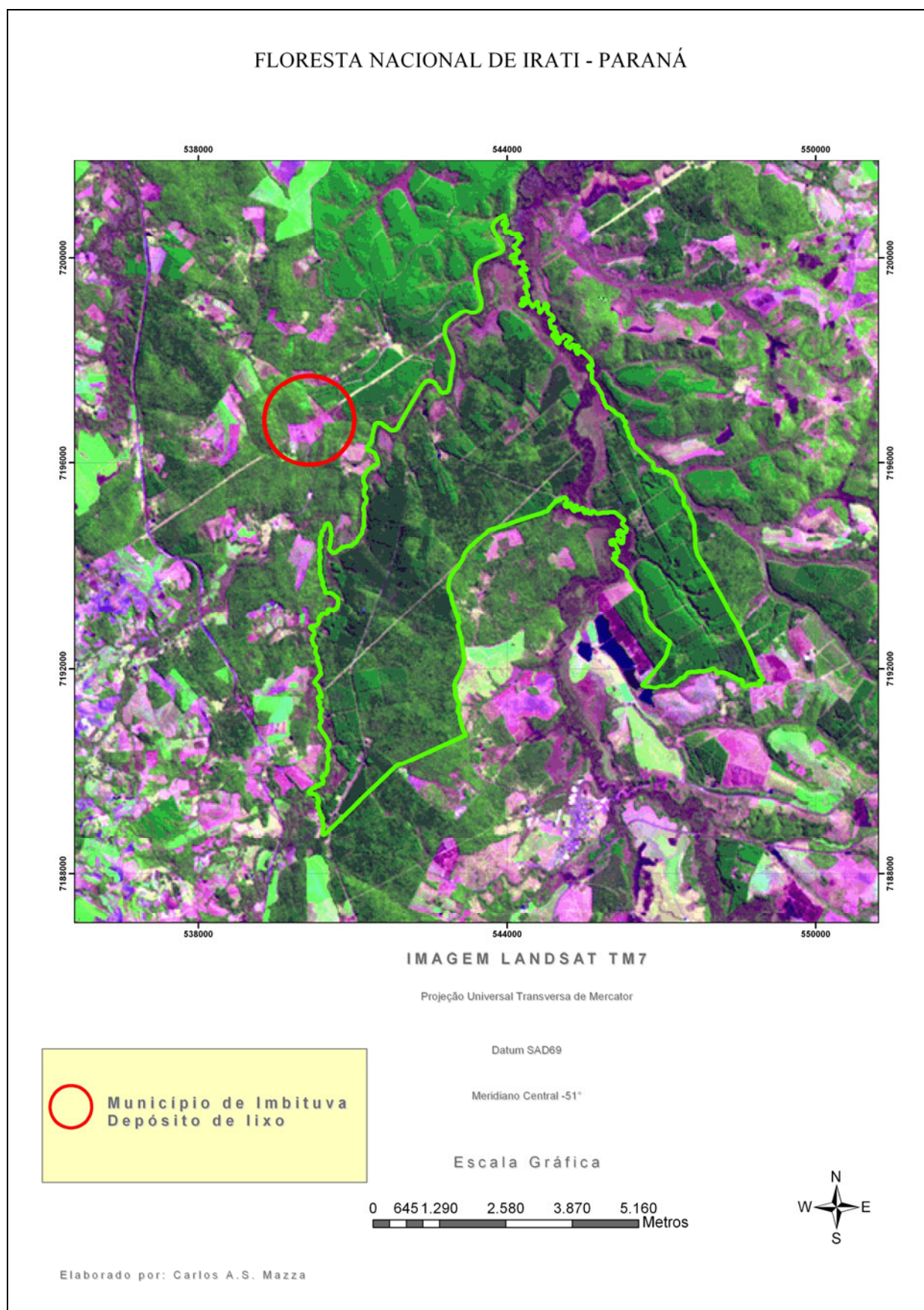


Figura 22: Depósito de lixo do município de Imbituva - PR

Na Flona de Irati passam duas linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão no sentido leste - oeste, que ocupam cerca de 35 hectares. As áreas ocupadas por estas linhas de transmissão têm limitação de uso, não podendo ocorrer a cobertura de floresta nativa devido às normas de segurança, pois existe o risco de descarga elétrica quando o dossel das árvores ultrapassa 2,5 metros de altura do solo. Além da limitação quanto à altura das árvores, sob a linha de transmissão, estas áreas têm uma faixa de servidão de aproximadamente 36 metros de largura que pode estar impedindo a percolação de certas espécies da fauna entre os fragmentos.

Um fator de risco que ocorre dentro dos limites da Flona de Irati trata-se do plantio de *Pinus* spp (Figura 23). Estas espécies exóticas foram plantadas na Flona, visando incentivar a produção de madeira pela iniciativa privada no passado, para suprir a demanda por madeira serrada nas diferentes modalidades de uso. Entretanto, o entendimento atual, é de que o setor da cadeia produtiva da madeira tem o domínio de todas as etapas da produção, não havendo a necessidade de plantios como estes dentro de unidades de conservação. Devem ser consideradas as normas do SNUC que definem as Flonas, como unidades de conservação de uso sustentável, com cobertura predominantemente nativa e que tem como objetivo o uso sustentável destas florestas nativas.

A contaminação biológica de espécies invasoras, no caso o *Pinus* spp, é sempre uma questão de risco quando se considera o manejo de unidades de conservação. Estas espécies têm uma grande capacidade de colonização das áreas adjacentes onde são implantadas, bem como uma grande capacidade de regeneração, quando efetuado o corte, por

meio do banco de sementes existentes no solo, acarretando numa contaminação dos remanescentes do entorno.

Fora dos limites da Flona de Irati, porém próximo da divisa, ocorrem diversos locais de plantios de *Pinus* spp (Figura 23) que também são considerados fatores de risco de contaminação.

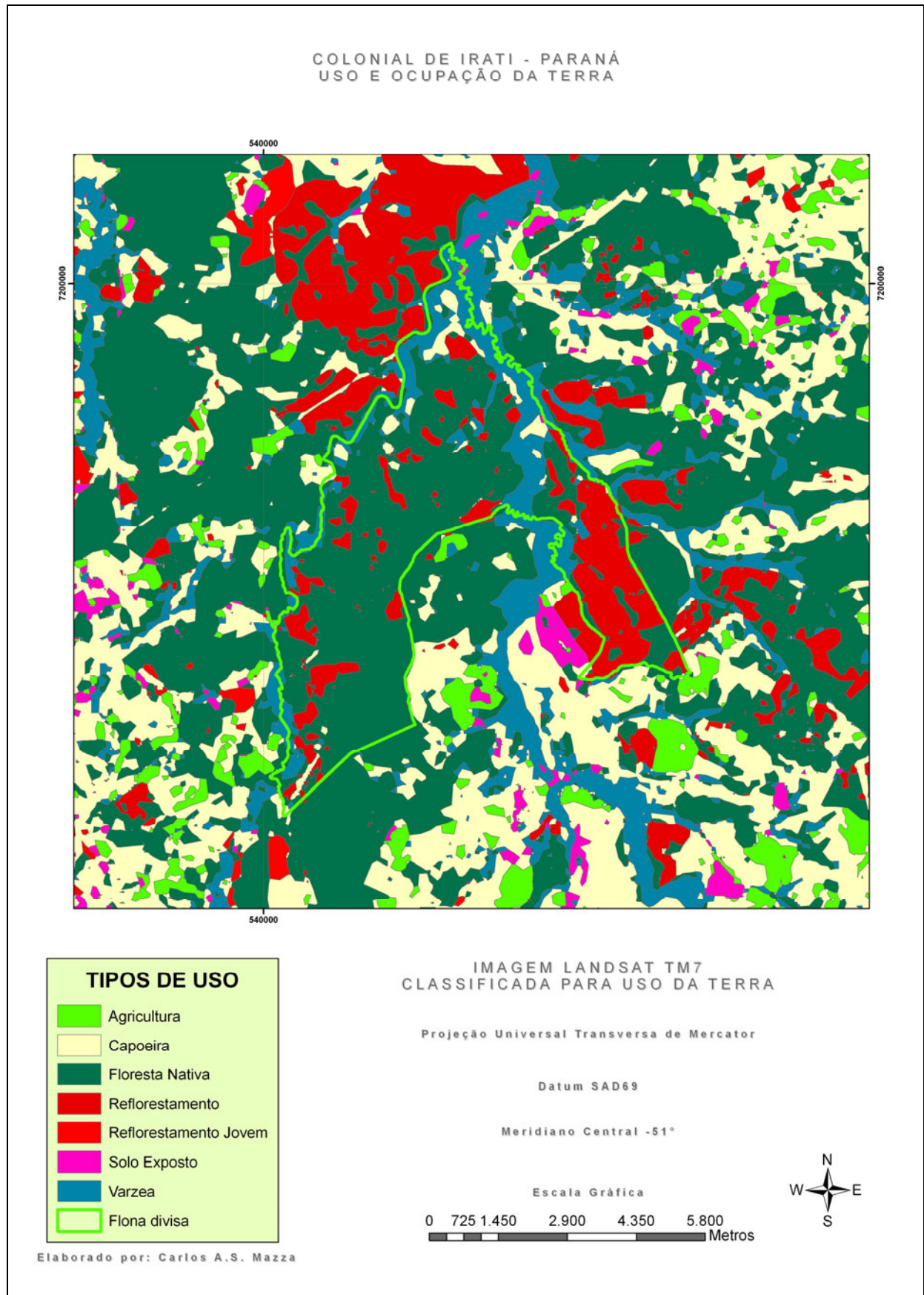


Figura 23: Localização dos plantios de pinus na Flona de Irati e entorno

4.4. Zoneamento Ambiental da Flona de Irati

O Zoneamento Ambiental representa um instrumento de ordenamento territorial para o manejo efetivo de uma Unidade de Conservação (IBAMA, 2005). A proposta para o Zoneamento Ambiental da Flona de Irati está apresentada na Figura 24, em que cada zona foi definida priorizando a conservação da biodiversidade e a possibilidade de torná-la uma referência para a região, contemplando 8 zonas com diferentes categorias de manejo (Quadro 3). A proposta apresenta um gradiente de complexidade ambiental, contemplando desde áreas naturais a alteradas respectivamente, com alta e baixa biodiversidade. Esta proposição busca assegurar a proteção de fragmentos remanescentes de vegetação natural e disciplinar às atividades de produção e pesquisa científica, bem como os programas de educação e interpretação ambiental.

Quadro 3: Zonas da Floresta Nacional de Irati

Zonas	Área (ha)	%	Finalidade
Zona Intangível	629,98	17,41	Destinada à manutenção da primitividade da natureza e dedicada à proteção integral do ecossistema, não sendo tolerada qualquer alteração humana.
Zona de Conservação	1.582,30	43,73	Destinada à preservação permanente de ambientes onde tenham ocorrido pequena ou mínima intervenção humana. Abrange todos os remanescentes da Floresta Ombrófila Mista, nos seus diversos estágios sucessionais.
Zona de Uso Restrito	453,46	12,53	Destinada à recomposição da paisagem, alterada pelo plantio puro de espécies nativas. Abrange todos os plantios de araucária. Permitida a coleta de sementes e frutos visando à recomposição de áreas.
Zona de Manejo Florestal	858,81	23,74	Destinada à recomposição gradual da paisagem original, atualmente ocupada pelo plantio de <i>Pinus spp.</i>
Zona de Uso Público	5,76	0,16	Destinada à visitação pública, a recreação e educação ambiental com a utilização da infraestrutura existente.
Zona de Uso Especial	52,48	1,45	Destinada ao uso administrativo, manutenção e serviços da unidade de conservação.
Zona de Uso Conflitante	35,49	0,98	Destinada a concentrar as atividades incompatíveis com a UC e que em curto prazo apresenta dificuldades de alteração locacional. Esta zona é ocupada pelas linhas de transmissão de alta tensão.
Zona de Amortecimento	4603,3	-	Área de entorno imediato onde as atividades humanas, estão sujeitas as normas e restrições específicas, visando minimizar os impactos negativos sobre a unidade de conservação.

Zona Intangível – Esta zona ocupa uma área de 629,98 hectares, que correspondente a 17,41% do total da Flona de Irati e deve ser destinada à manutenção da primitividade da natureza, não sendo tolerada qualquer alteração humana. Esta zona é dedicada à proteção integral de ecossistemas, dos recursos genéticos e ao monitoramento ambiental. Na Flona de

Irati esta zona abrange as áreas de várzeas dos rios das Antas e Imbituva e seus afluentes e as áreas de capoeira associadas (Figura 24) (Figura 32).



Figura 24: Zona intangível

Diretrizes para a Gestão: Nesta zona é vedado o acesso à visitação pública e as atividades de pesquisa, exceto quando de interesse da manutenção da biodiversidade e manejo da própria Flona de Irati.

Estas áreas têm significado ecológico e importância estratégica para a região, quando se considera o ciclo biológico das espécies a elas associadas. No contexto da bacia hidrográfica a várzea possui um papel fundamental por estar associada a habitats com altos valores de produtividade primária disponibilizados para as cadeias tróficas aquáticas e terrestres. Atuam ainda como áreas de sedimentação e depuração da água e de decomposição e/ou sequestro de produtos tóxicos. A redução e/ou degradação ambiental das áreas de várzeas podem comprometer as funções ambientais desempenhadas pelas mesmas, podendo acarretar

inundações e aumento de produtos tóxicos devido à diminuição da capacidade de depuração dos sistemas hídricos (PIRES, 1995) (HOWARD e TOMPSON, 1985).

Zona de Conservação – Esta zona ocupa uma área de 1.582,30 hectares, correspondente a 43,73% do total da Flona de Irati, destina-se à preservação permanente de ambientes onde tenha ocorrido pequena ou mínima intervenção humana e a presença de espécies da flora e da fauna ou fenômenos naturais de grande valor científico (Figura 25). Esta zona abrange todos os remanescentes da Floresta Ombrófila Mista, nos seus diversos estágios sucessionais (Figura 32).



Figura 25: Zona de conservação

Diretrizes para a Gestão: Nesta zona não será permitida a visitação pública. As atividades de pesquisa científica serão permitidas desde que compatíveis com a conservação da Floresta Ombrófila Mista. Esta zona poderá servir como banco genético para o repovoamento da fauna e flora da região. Será permitida a coleta de sementes e/ou frutos visando à recomposição de

áreas da própria UC ou de áreas do entorno, desde que definida a intensidade de coleta e resguardando a dinâmica das espécies coletadas.

Esta zona é fundamental para a conservação destes remanescentes e poderá servir de matriz dispersora de material genético para a recuperação de áreas da própria Unidade de Conservação e áreas adjacentes.

Zona de Uso Restrito – Esta zona ocupa uma área física de 453,46 hectares que corresponde a 12,53% do total da Flona de Irati. É destinada à recomposição da paisagem que foi alterada pelo plantio de araucária (Figura 26). Os plantios de *Araucaria angustifolia* encontram-se atualmente na forma de densos sub-bosques formados pela regeneração natural da matriz original (Figura 32).



Figura 26: Zona de uso restrito

Diretrizes para a Gestão: Nesta zona será permitido o desenvolvimento de atividades de pesquisa voltadas à recuperação da biodiversidade e a estudos sucessionais. Será permitida ainda a coleta de sementes e/ou frutos visando à recomposição de áreas da própria UC ou de áreas do entorno, desde que estabelecida a intensidade de coleta, resguardando a dinâmica das espécies coletadas. Será permitido o acesso à visitação pública, devidamente acompanhada por guias treinados para esta finalidade.

Zona de Manejo Florestal – Esta área ocupa 858,81 hectares que corresponde a 23,74% do total da Flona de Irati, ocupada pelos plantios de espécies exóticas de *Pinus* spp e *Eucalyptus* spp (FIGURA 27). Destina-se à recomposição gradual da paisagem original, atualmente com considerável grau de interferência antrópica (Figura 32). Quando recuperada, esta zona será incorporada à Zona de Conservação.



Figura 27: Zona de manejo florestal

Diretrizes para a Gestão: O processo de recuperação desta zona deverá ocorrer com a retirada das espécies exóticas existentes e incentivada a recuperação natural. A faixa leste da desta zona, poderá ser utilizada para a produção sustentável de espécies nativas. Entretanto toda a faixa oeste da UC que compõe esta zona deverá ser priorizada a retirada das espécies exóticas pois esta área já tem um corredor natural formado pela FOM e torna-se estratégico incentivar a eliminação das exóticas como forma de unir todos os fragmentos de floresta nativa. Serão permitidas as atividades de pesquisa científica voltadas à restauração de áreas com contaminação biológica. Um dos aspectos de grande relevância, quando se considera a conservação de Floresta Ombrófila Mista, é a contaminação biológica por espécies exóticas (ZILLER, 2000), principalmente quando associada à proteção de remanescentes em Unidades de Conservação. O resultado desta contaminação implica na perda da biodiversidade de um ecossistema sobre o qual não há informação científica suficiente para subsidiar as ações satisfatórias de restauração ambiental, tomando por princípio que as mesmas devem buscar a restituição de processos ecológicos naturais (ZILLER e GALVÃO, 2002). Será permitido o acesso à visitação pública, devidamente acompanhada de guias treinados para esta finalidade.

Zona de Uso Público - Área com 5,76 hectares de extensão, correspondente a 0,16% do total da Flona de Irati, constituída por áreas naturais ou alteradas pelo homem (Figura 28). Está dotada de infra-estrutura para atividades de interpretação e educação ambiental, tais como o museu, a trilha interpretativa, o Barbaquá (local de processamento da erva-mate), além de um clube e uma escola (Figura 32).



Figura 28: Zona de uso público

Diretrizes para a Gestão: Esta zona deve ser destinada à visitação pública, interpretação ambiental e educação ambiental com a utilização sistematizada das instalações do museu, do clube e da escola e o uso da trilha interpretativa. O clube poderá ser utilizado como local para as palestras, seminários e eventos científicos ou educacionais. As instalações da escola, que se encontra desativada, poderá ser utilizada para a criação de um centro de visitantes.

Visando resgatar a história do período de colonização relacionada ao ciclo de produção da erva mate, considerada ainda um importante recurso econômico regional, as instalações físicas do Barbaquá deverão ser restauradas e ativadas, possibilitando um fator de interação da Flona de Irati com grupos sócio-culturais do entorno, permitindo, por meio de convênios, que estes venham utilizar estas instalações. Nesta área também será permitida a visitação pública orientada com a finalidade de demonstrar as etapas de processamento artesanal da erva mate.

Zona de Uso Especial - Área com 52,48 hectares de extensão, correspondente a 1,45% do total da Flona de Irati e destinada ao uso administrativo, manutenção e serviços da Unidade de Conservação (Figura 29). Esta zona contempla as edificações destinadas à moradia dos funcionários, o edifício da Administração, Casa de Hóspede, Igreja, Garagem, Viveiro, Oficina, Guarita e as estradas de acesso interno (Figura 32).



Figura 29: Zona de uso especial

Diretrizes para a Gestão: Além das atividades administrativas destinadas à conservação das instalações, manutenção das estradas e divisas, nesta zona deve ser incentivada a restauração das moradias dos funcionários. As moradias não ocupadas poderão servir de base de apoio para caminhadas organizadas de grupos de visitantes e abrigo para pesquisadores.

Zona de Uso Conflitante - Área com 35,49 hectares de extensão que corresponde a 0,98% da área da UC e destinada a concentrar as atividades que são incompatíveis com o manejo da Flona e que, em curto prazo, apresentam difícil possibilidade de alteração locacional (Figura 30). Esta zona é ocupada pelas linhas de transmissão Irati – Sabará, operada pela COPEL, e Areia – Ponta Grossa, operada pela ELETROSUL (Figura 32).

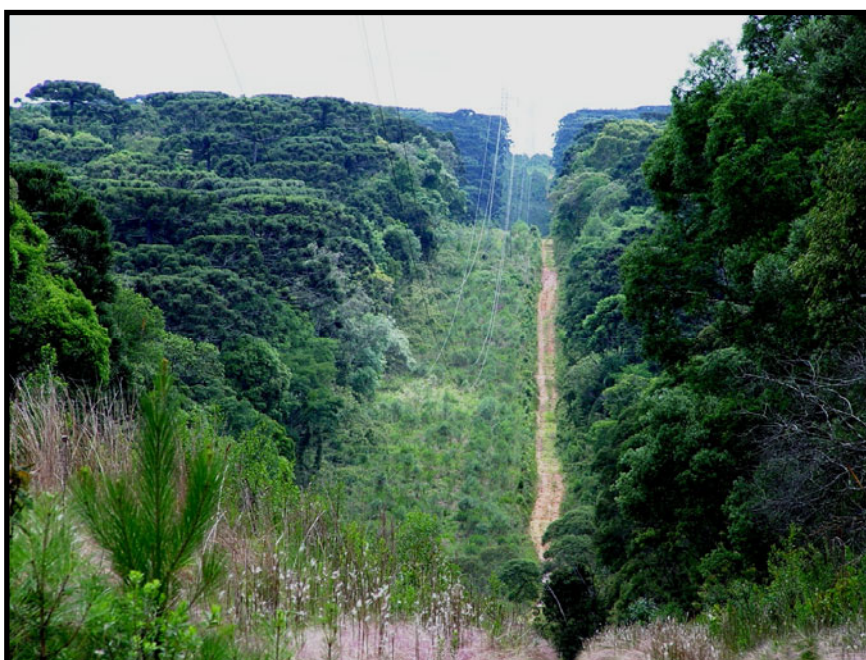


Figura 30: Zona de uso conflitante

Diretrizes para a Gestão: A linha de transmissão Irati – Sabará atravessa áreas das zonas, Intangível, Uso Restrito, Conservação e Recuperação. Devido às suas características de menor tensão de operação, 138 Kv, e maior altura do cabo ao solo, a área ocupada por esta linha poderá ser utilizada para formação de pomares, de espécies herbáceas e arbustivas ameaçadas, visando à obtenção de sementes destinadas a produção de mudas e recuperação de

áreas, desde que obedecida a altura máxima para os plantios de 2,5 metros (ABNT, 1985). Deverá permanecer sem plantio de pomares, as áreas desta linha que passam pela zona Intangível. A linha de transmissão Areia – Ponta Grossa, devido as suas características de maior tensão de operação, 230 Kv, menor altura cabo – solo e estar localizada integralmente na Zona Intangível, deverá permanecer com mínimo de intervenção, apenas mantendo os limites de segurança quanto à altura permitida da vegetação (ABNT, 1985).

Estas linhas de transmissão, por atravessarem diferentes tipos de habitats de uma Unidade de Conservação, que se encontram ameaçados devido a pouca representatividade dos seus remanescentes existentes, deverão ter ajustadas a compensação ambiental pela ocupação da área de servidão, com as respectivas operadoras COPEL e ELETROSUL. Como alternativa, estas operadoras poderiam adotar a legislação vigente (BRASIL, 2000), colaborando na elaboração e na implementação do plano de manejo.

Zona de Amortecimento - Área de entorno imediato, onde as atividades humanas dos municípios diretamente relacionados com a Flona de Irati estão sujeitas às normas e restrições específicas, visando minimizar os impactos negativos sobre a mesma. A zona de amortecimento da Flona de Irati abrange um entorno imediato de 1 km de extensão, totalizando uma área de 4603,3 hectares (Figura 32). A legislação vigente define que a zona de amortecimento poderá ter até 10 km de extensão, entretanto adotar esta extensão parece não ser adequada, pois as sedes dos quatro municípios que compõem o entorno da unidade de conservação, estão localizados a uma distância menor que 10 Km o que inviabilizaria o programa de gestão ambiental (Figura 31).



Figura 31: Zona de amortecimento

A composição da paisagem do entorno da Flona contempla 7 tipos de usos da terra em um gradiente de complexidade desde áreas naturais, sendo o mais representativo a floresta nativa com 2049,4 ha até áreas alteradas (Tabela 13). Observa-se que as áreas de floresta nativa estão distribuídas em praticamente toda a área do entorno (Figura 33), à exceção do extremo noroeste que tem uma cobertura mais extensa de plantios de *Pinus* spp e no extremo sudeste que tem uma concentração de áreas de capoeira.

Tabela 13: Uso da terra na zona de amortecimento da Flona de Irati

Tipos de usos da terra	Área (ha)	Área (%)
Agricultura	210,9	4,6
Capoeira	885,9	19,2
Floresta Nativa	2.049,4	44,5
Reflorestamento	708,6	15,4
Solo Exposto	95,5	2,1
Várzea	653,1	14,2
Total	4.603,3	100,0

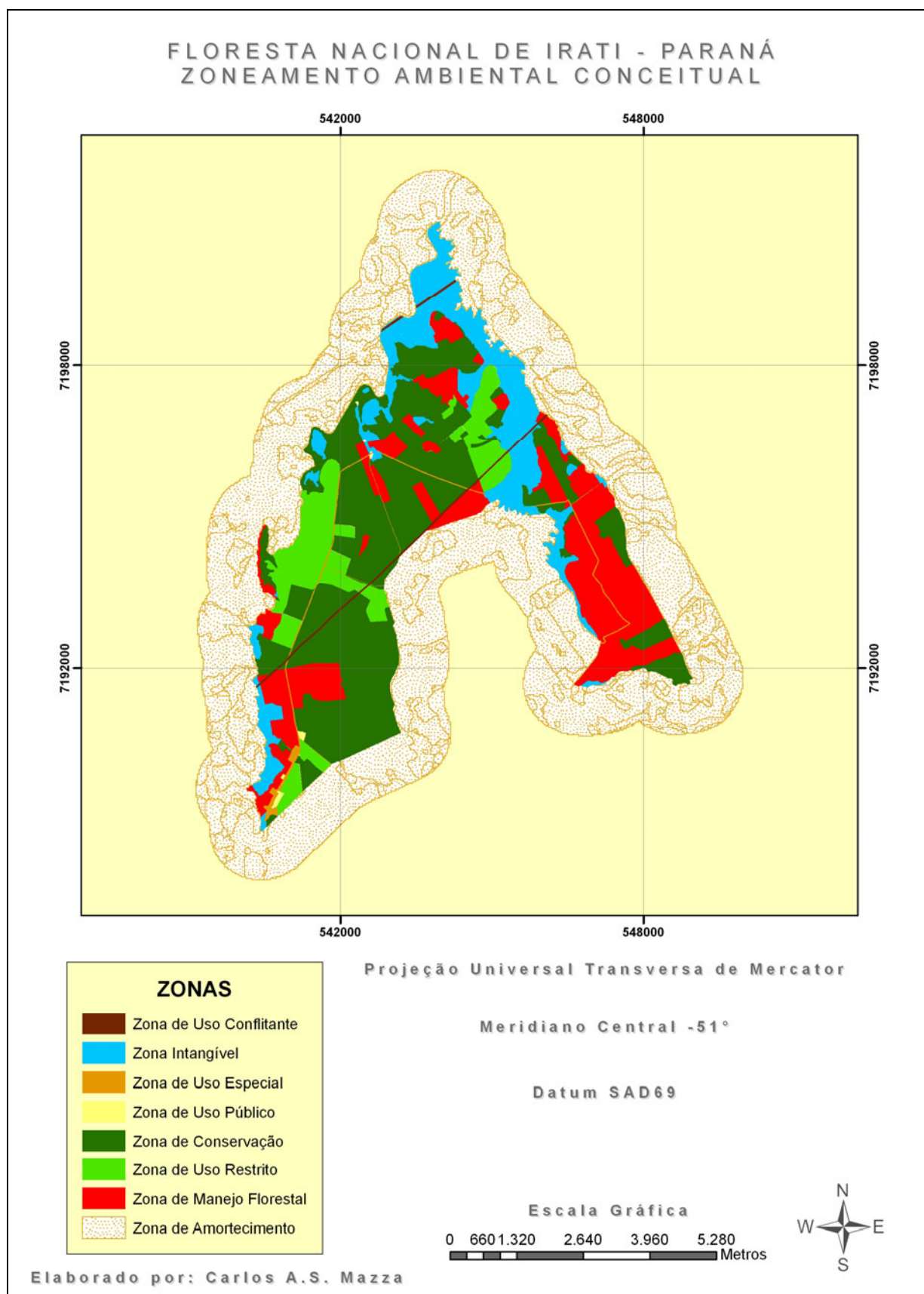


Figura 32: Zoneamento ambiental da Flona de Irati - PR

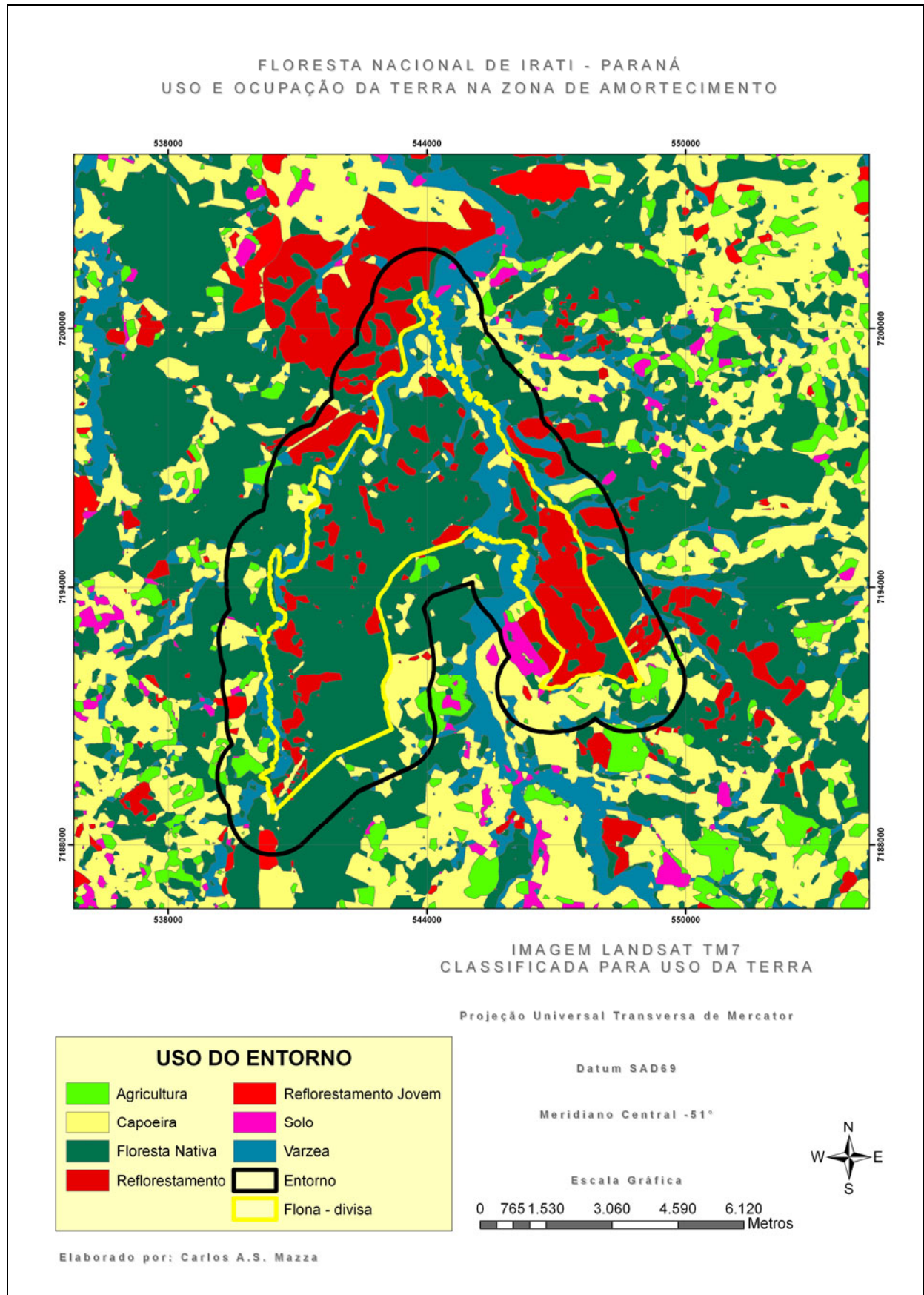


Figura 33: Uso e ocupação da terra no entorno da Flona de Irati - PR

Diretrizes para a Gestão: A implantação da zona de amortecimento deve ser precedida de um envolvimento com a comunidade do entorno buscando sensibilizar a população quanto à importância ecológica e social da UC.

Há a necessidade de se desenvolver ações orientadas para uma prática de manejo do entorno que permitam a adequação das atividades produtivas, quer possibilitando a interligação entre fragmentos, quer estabelecendo ações que os protejam de perturbações, minimizando assim os impactos negativos.

O desenvolvimento de atividades produtivas deveria estar fortemente relacionado às formas de produção agroecológica, ambientalmente equilibradas, com a utilização de práticas conservacionistas dos solos.

A implantação da gestão ambiental na zona de amortecimento deve proporcionar a geração de trabalho e renda, a participação da comunidade local, à capacitação e a organização dos segmentos sociais, voltados à conservação e gestão da unidade de conservação e a produção de bens e serviços dos ecossistemas em benefício da comunidade local.

Diferentes medidas mitigadoras podem ser adotadas visando minimizar as ações que venham a por em risco a diversidade existente na UC. As atividades de gestão do entorno devem priorizar a interação com a comunidade local e desenvolver as ações a partir do entorno imediato e sempre que possível difundir para as demais áreas dos municípios.

Sistema Agroflorestal – Estabelecer este sistema como um “cinturão” no entorno imediato da Flona, preenchendo as lacunas onde não existe cobertura florestal com um estrato herbáceo e arbustivo e arbóreo de espécies nativas de uso múltiplo, visando à produção de frutos, sementes, madeira, produção de plantas medicinais e erva mate, consorciada com apicultura. Este sistema auxiliará na geração de renda para as comunidades do entorno além de proporcionar uma faixa de proteção à unidade de conservação.

Agricultura agroecológica – Este sistema de produção agrícola tem toda uma filosofia de conservação da natureza associada à produção de alimentos sem o uso de agroquímicos. A demanda do mercado consumidor por este tipo de alimento está em expansão, propiciando uma alternativa para os agricultores tradicionais familiares da região.

Conservação dos solos – Adotar práticas de conservação dos solos, evitando perdas de material por lixiviação e, conseqüente, carreamento deste para a rede de drenagem. Estas práticas devem considerar, além das características dos grupamentos de solos, a fisiografia da área de ocorrência de cada grupo, adotando a tabela de graus de limitação por susceptibilidade à erosão, estabelecida pelo Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (EMBRAPA, 1995). Considerar o potencial dos diferentes grupos de solos, adequando a cobertura vegetal quanto ao seu ciclo de vida, favorecendo os solos com maior fragilidade para os cultivos de ciclo longo, tais como florestas de produção ou, conforme a situação, a implantação de preservação permanente.

Recuperação das áreas ciliares – A recuperação de áreas ciliares tem sido amplamente debatida nos três níveis governamentais e algumas ações são implementadas. A situação mais adequada é a recuperação completa das áreas ciliares, no entanto, deve-se priorizar a recuperação das áreas ciliares nas áreas urbanas, nas cabeceiras de drenagem e nos rios onde ocorre a captação de água. Na Microrregião Colonial de Irati, deve-se, portanto, priorizar a recuperação das áreas ciliares dos rios das Antas e Imbituva.

Contaminação biológica – As áreas do entorno imediato da unidade de conservação, ocupadas com plantio de *Pinus* spp, devem ser monitoradas e adotadas estratégias de controle e erradicação da contaminação na divisa. Esta atividade de monitoramento e controle deve ser constante, pois o *Pinus* spp tem uma boa capacidade de colonização, devido à viabilidade das sementes e por estas serem aladas, proporcionando uma grande dispersão.

Corredores da biodiversidade – Na análise da estrutura da paisagem da Microrregião Colonial de Irati, observa-se que das 4.789 manchas de floresta nativa existentes, a maior frequência, cerca de 40%, se encontra na classe de tamanho de até 1 hectare, o que corresponde a 1.960 manchas. Entretanto, apesar do número expressivo de manchas desta classe de tamanho, estes pequenos fragmentos representam apenas 0,73% da área de estudo. Observa-se ainda que esta classe tem uma tendência de estar amplamente distribuída em toda a região de estudo e estar isolada das demais manchas, com distância média de cerca de 160 metros (Figuras 10 e 11). Quanto maior os fragmentos de floresta nativa, diminui o isolamento entre as manchas desta classe.

O tamanho e o número de manchas da classe floresta nativa, associado aos valores observados quanto ao índice e número de áreas nucleares, indicam que a região está bastante fragmentada, apesar de suas manchas tenderem a formas pouco complexas.

Os maiores fragmentos de floresta nativa identificados estão concentrados na região central da área de estudo, local onde se inserem as unidades de conservação existentes na região: a Floresta Nacional de Irati, Estação Ecológica de Fernandes Pinheiro e a recém criada Reserva Biológica das Araucárias (Figura 34). Esta proximidade entre os maiores fragmentos e a disposição dos mesmos indica a formação de um corredor natural no sentido norte-sul com uma ramificação partindo do centro no sentido leste. Existe ainda um agrupamento de fragmentos no extremo oeste da região de estudo que pode ter conectividade com a APA da Serra da Esperança.

A Reserva Biológica das Araucárias abrange uma área de 14.919,44 hectares e ocupa parte dos municípios de Imbituva, Teixeira Soares e Ipiranga. Esta unidade de conservação está conectada à Floresta Nacional de Irati por meio da divisa norte desta unidade.

A Estação Ecológica de Fernandes Pinheiro tem 532,13 hectares e está conectada à Floresta Nacional de Irati por meio da divisa sudoeste.

As três unidades de conservação somadas têm 19.070 hectares e formam um importante mosaico de remanescentes, visando à conservação da formação Floresta Ombrófila Mista na região Centro-Sul do Estado do Paraná. Esta conformação com três unidades de conservação contíguas sugere ações que auxiliem a administração e conservação da

diversidade biológica. A administração das três unidades de conservação poderia ser unificada, de modo a proporcionar uma homogeneidade das ações que visem: a elaboração de um Plano de Manejo integrado, a conservação da infra-estrutura, edificações, divisas e aceiros, além de evitar a duplicidade de equipamentos e materiais de auxílio à administração das UC's. Em função da redução das áreas com remanescentes da Floresta Ombrófila Mista, em nível de Estado do Paraná, sugere-se que a área ocupada pela Flona de Irati, passe para o grupo das Unidades de Proteção Integral. A estruturação de um corredor da biodiversidade, proporcionando o fluxo gênico entre os fragmentos existentes, por meio da recomposição incentivada da vegetação natural das áreas antropizadas.

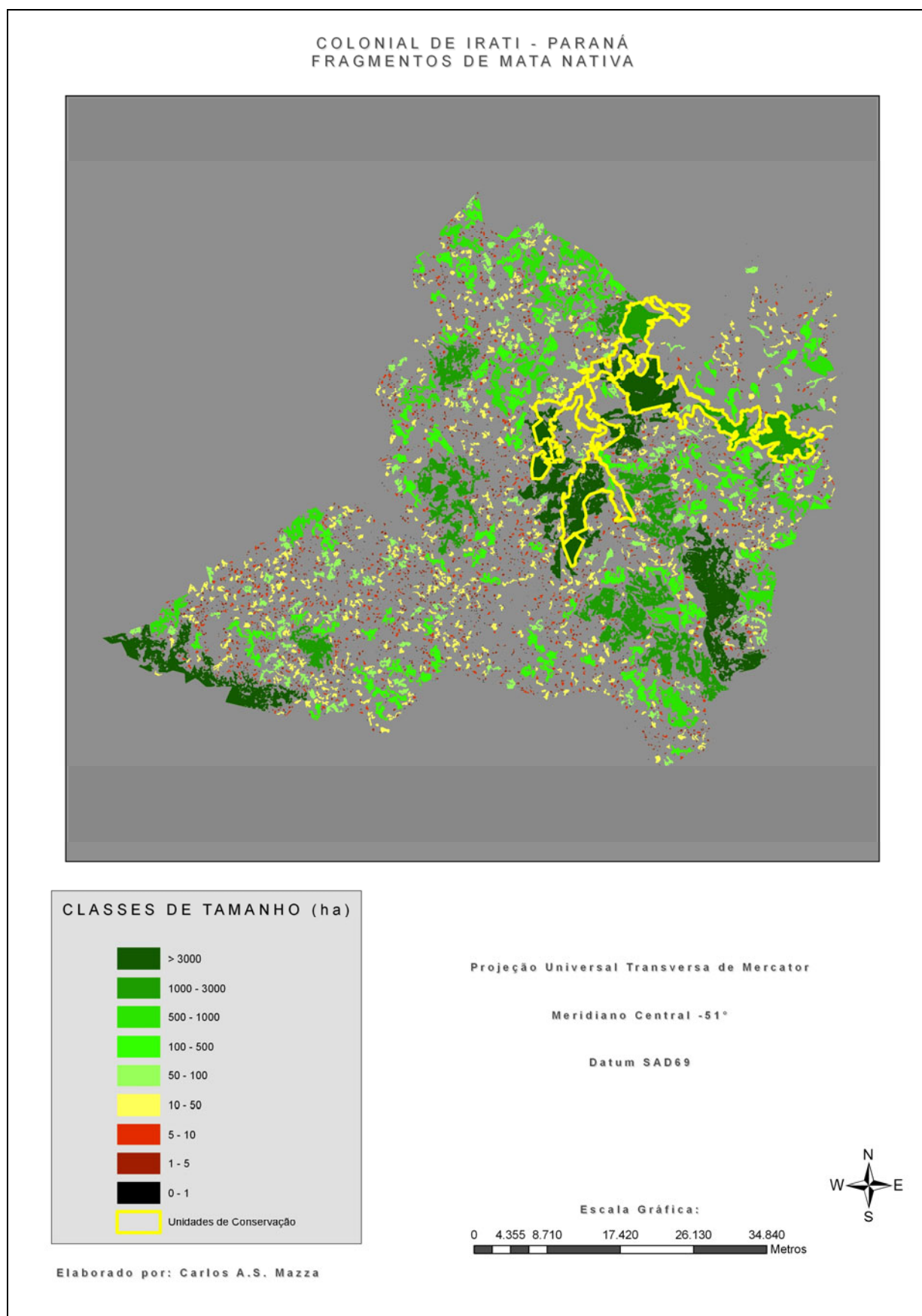


Figura 34: Localização das unidades de conservação da Microrregião Colonial de Irati - PR

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do Sistema de Informação Geográfica possibilitou gerar e organizar as informações georreferenciadas de modo a caracterizar e analisar os elementos estruturais da paisagem da Microrregião Colonial de Irati, envolvendo os municípios Fernandes Pinheiro, Imbituva, Irati e Teixeira Soares, e da Floresta Nacional de Irati.

A característica da região, pelos seus antecedentes históricos, ainda mantém na paisagem um mosaico de remanescentes da Floresta Ombrófila Mista, muito em função da existência do Sistema Faxinal, bem como pela atividade de extração e/ou cultivo da erva mate que geralmente é sombreada, ou seja, cultivada ou coletada no sub-bosque das matas com araucária.

As análises do uso e ocupação da terra mostraram que cerca de 80% da paisagem da Microrregião Colonial de Irati seriam de ambientes naturais. Entretanto, esta condição ambiental pode não ser tão satisfatória, uma vez que cerca de 40% das áreas classificadas como capoeiras são, de fato, áreas de pousio associadas à agricultura. As áreas de agricultura identificadas na determinação do uso e ocupação da terra confirmaram a tendência da região para o uso agrícola em pequenas propriedades. As áreas de capoeira identificadas parecem demonstrar que existe uma tendência de abandonar estas áreas quando estiverem localizadas em terrenos declivosos.

Os riscos ambientais identificados no entorno da Flona indicam a necessidade de ações de recuperação das áreas ciliares, um monitoramento das áreas de reflorestamento de *Pinus* spp do entorno da Flona e o desenvolvimento de ações visando o controle da contaminação, caso ocorra dentro dos limites da unidade de conservação. A presença de espécies exóticas no âmbito da Flona de Irati pode resultar em risco para os remanescentes da Floresta Ombrófila Mista, tornando-se premente a retirada das mesmas, além de proporcionar a regeneração da floresta natural. Estas ações podem ser consideradas como essenciais quando se observa o percentual remanescente de Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná, em diferentes estágios sucessionais, e ainda submetidos à pressão exercida pelos desmatamentos que ainda persistem.

A caracterização e a análise ambiental da Microrregião Colonial de Irati possibilitaram identificar um alto grau de fragmentação dos remanescentes da Floresta Ombrófila Mista, com uma grande quantidade de manchas com área de até 1 hectare. Embora seja evidente uma fragmentação na paisagem da região, na sua porção central ainda existem grandes fragmentos de floresta Ombrófila Mista, com pequena distância entre eles, onde estão localizadas a Flona de Irati e outras duas Unidades de Conservação, criadas mais recentemente, preservando áreas cores importantes, que em conjunto com os demais fragmentos, formam corredores da biodiversidade regional.

Como uma área de proteção de Âmbito Federal, no contexto da paisagem local, a Flona de Irati contribui como um reduto da biodiversidade local, além de assegurar a qualidade ambiental das bacias hidrográficas dos rios das Antas e Imbituva. No contexto da paisagem regional a Flona de Irati interage com a Estação Ecológica de Fernandes Pinheiro e a Reserva Biológica das Araucárias, conectando fragmentos de vegetação natural de

importância fundamental para a conservação da biodiversidade. A conectividade entre habitats no âmbito da Flona de Irati e das outras duas unidades de conservação pode ser evidenciada na forma de um corredor natural de matas nativas e de áreas de várzea, na direção norte sul da região. Esta integração entre habitats possibilita o fluxo gênico entre as espécies da biota regional, principalmente associada às bacias hidrográficas dos rios das Antas e Imbituva, de importância estratégica para a conservação da Floresta Ombrófila Mista.

Esta proposta conceitual de zoneamento ambiental permite iniciar um amplo diálogo, liderado pelo poder público, com as comunidades do entorno, com os setores ligados à área ambiental, com o setor produtivo e a sociedade civil organizada, na perspectiva da unificação administrativa das três unidades de conservação e a elaboração de um Plano de Manejo único visando à recuperação e manutenção da diversidade biológica existentes nas três unidades de conservação.

6. REFERÊNCIAS

ADRESEN, M.T. A paisagem nos estudos de impacto ambiental. In: Seminário anual sobre impacto ambiental. Alfubeira, 1992.

BAKER, W.L. Landscape ecology and nature reserve design in the Boundary Waters Canoe Area, Minnesota. **Ecology**, v.70, n.1, p.25-35, 1989.

BALHANA, A.P.; MACHADO, B.P.; WESTPHALEN, C.M. **História do Paraná**. 2.ed. Curitiba: Gráfica Editora Paraná Cultural Ltda – GRAFIPAR, 1969. 277p. v.1.

BARRET, G.W.; PELES, J.D. Optimizing habitat fragmentation: na agrolandscape perspective. **Landscape and Urban Planning**, v.28, p.99-105, 1994.

BENSUSAN, N. **Conservação da biodiversidade em áreas protegidas**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006. 176p.

BOLÓS; M.; CAPDEVILA, M. **Manual de ciencia del paisaje**: teoria, métodos y aplicaciones. Barcelona: Masson S.A, 1992.

BRASIL. Decreto nº 84.017 de 21 de setembro de 1979. Institui a regulamentação dos Parques Nacionais Brasileiros. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 21 set.1979. <www.mma.gov.br>. Acesso em: 25 mai.2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Primeiro relatório nacional para a convenção da diversidade biológica**. Brasília, MMA, 1998.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção da Diversidade Biológica**. Brasília, DF. 2000a. 32p.

BRASIL. Lei nº9.985 de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 18 jul.2000b. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 25 mai.2006.

BRASIL. Decreto nº 4340 de 22 de agosto de 2002. Institui a regulamentação da Lei do SNUC. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 22 ago.2002. Acesso em: 13 abr.2006.

BRITO, M. C. W. **Unidades de conservação**: intenções e resultados. 2º edição – São Paulo, SP. 2003. 230p.

BROOKS, T.M., FONSECA, G.A.B. E RODRIGUES, A.S.L. Protected areas and species. **Conservation Biology**, v.18, n.3, p.616-618, 2004.

BRUNER, A.G., GULLISON, R.E., RICE, R.E. E FONSECA, G.A.B. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. **Science**, v.291, p125-128, 2001.

CAMARGO, J. B. **Geografia física, humana e econômica do Paraná**. 4º edição – Maringá, PR., 2001. 181p.

CASTELLA, P.R.; BRITEZ, R.M. (Org.). **A floresta com araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais**. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná; PROBIO, Ministério do Meio Ambiente, 2004. 236p.

CERQUEIRA, R.; BRANT, A.; NASCIMENTO, M. T.; PARDINI, R. Fragmentação: alguns conceitos. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. M. S. (Org.). **Fragmentação de ecossistemas**: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: MMA/SBF, 2003. p. 23-40. cap. 1.

CHANG, M.Y. **Sistema faxinal, uma forma de organização camponesa no Centro-Sul do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1988. 20p. (Informe de Pesquisa, n.80).

DIAZ, N.M.; APOSTOL, D. Incorporating landscape ecology concepts in forest management: forest landscape analysis and design. In: COVINGTON, W.W.; DeBANO, L. **Sustainable ecological systems**: implementing an ecological approach to land management. Fort Collins: USDA Forest Service, 1993. (General Technical Report, 240).

DNAEE-EESC. **Bacia experimental Rio Jacaré-Guaçu**. São Carlos, EESC-USP,. 1980. 114p.

DSG (DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO BRASILEIRO). **Cartas topográficas**. Porto Alegre: DSG, 1979. MI. 2838/4, 2839/1-4, 2840/1,3, 2853/2, 2854/1-2, 2855/1. 1989.

EMBRAPA. **Sistemas de avaliação da aptidão agrícola das terras**. A. Ramalho Filho, K. J. Beek. – 3º edição ver. – Rio de Janeiro: EMBRAPA – CNPS, 1995. 65p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 1999. 412p.

ESRI (ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, INC.) **Sistema de Informações Geográficas** (ArcView) versão 9.1. Redlands, CA: ESRI, 2006.

FALKENMARK, M.; SUPRAPTO, R.A. Population-landscape interaction in development: a water perspective to environmental sustainability. **AMBIO**, v.21, p.31-36, 1992.

FEDOROWICK, J.M. A landscape reformation framework for wildlife and agriculture in the rural landscape. **Landscape and Urban Planning**, v.27, p.7-17, 1993.

FISZON, J. T., et al. Causas antrópicas. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. M. S. (Org.). **Fragmentação de ecossistemas**: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: MMA/SBF, 2003. p. 65-99. Cap. 3.

FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986.

GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S.; RODERJAN, C.V. Levantamento fitossociológico das principais associações arbóreas da Floresta Nacional de Irati-PR. **Floresta**, v.19, n.1-2, p.30-49, 1989.

GUBERT FILHO, F.A. **História do município de Teixeira Soares**. Curitiba: Editora Lítero-Técnica, 1989. p. 9-27

GUBERT FILHO, F.A. Levantamento de áreas de relevante interesse ecológico (ARIE) no Paraná. In: Congresso Florestal do Paraná, 2. **Anais**. Curitiba: Instituto Florestal do Paraná, 1988. p.136-160. v.1.

GROGAN, S. Holistic resource management: a model for building sustainable landscapes. In: MANZANILLA, H.; SHAW, D. **Making sustainability operational**. Fourth Mexico/U.S. Symposium. Fort Collins: USDA Forest Service, 1993. (General Technical Report, 240).

GUSTAFSON, E.J. Quantifying landscape spatial pattern: What is the state of the art? **Ecosystems**, v.1, p.143-156, 1988.

HABER, W. Using landscape ecology in planning and management. In: ZONNEVELD, I.S.; FORMAN, R.T. (Eds). **Changing landscape: na ecological perspective**. New York: Springer-Verlag, 1990. p.217-232.

HARRISON, S.; MURPHY, D.D.; EHRLICH, P.R. Distribution of the Bay Chekerpot Butterfly *Euphydryas editha bayensis*: evidence for a metapopulation model. **Am. Nat.** v.132, p. 360-382, 1988.

HASSAN, R.; SCHOLLES, R.; ASH, N. (Eds.). **Ecosystems and human well-being: current state and trends: findings of the Condition and Trends Working Group.** Washington: 2005. 917p. (The Millenium ecosystems Assessment series; v.1)

HOWARD, W.C.; TOMPSON, K. The conservation and management of African wetland. In Denny, P. (Ed). **The Ecology and Management of Africa Wetland Vegetation.** Boston: W. Junk Publ., 1985. (Geobotany, 6).

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Portaria 559 de 25 de outubro de 1968. Cria a Floresta Nacional de Irati. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/siucweb/>>. Acesso em: 11 mai.2006.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Roteiro Metodológico de Planejamento – Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica,** 2005. Disponível em: <www.ibama.gov.br/siucweb/unidades/roteiro_metodologico_revisado_05_2005.pdf> . Acesso em: 10 nov.2005.

IBGE. **Censo 2000.** Rio de Janeiro: IBGE, 2000. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 22 set.2005.

IBGE. **Malha Municipal Digital do Brasil** – Situação 2001, IBGE/DGC/DECAR. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2003. CD-ROM.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING)** versão 4.2. São José dos Campos, SP: INPE, 2006. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html>>. Acesso em: 20 abr.2006.

IRATI. **Plano municipal de desenvolvimento rural Irati** – Paraná. Irati, Prefeitura Municipal de Irati, 2002.

IUCN. **Directrices para las categories de Manejo de Areas Protegidas**. Gland, IUCN, 1994. 261p.

JBRJ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.jbrj.gov.br/gloss.htm> (Acesso em 09/11/2005).

KLEIN, R.M. Observações e considerações sobre a vegetação do planalto nordeste catarinense. **Sellowia**, v.15, p.39-54, 1963.

LANDIS, J.R.; KOCK, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, p.159-174, 1977.

LANNA, A.E.L. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília, IBAMA, 1995. 171p. (Coleção Meio Ambiente).

LEOPOLD, A. **A sandy county**. New York: 1949.

LEVIN, S.A. The problem of pattern and scale in ecology. **Ecology**, v.73, n.6, p.1943-1967, 1992.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2.ed. Livraria José Olympio Editora S.A., Rio de Janeiro, 1981. 350p.

MACHADO, R. B., NETO, M. B. R., HARRIS, M. B., LOURIVAL, R., AGUIAR, L. M. S. Análise de lacunas de proteção da biodiversidade no Cerrado – Brasil. In: IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, Curitiba, 2004. **Anais**. Curitiba: Fundação O Boticário, 2004. Vol. II..

MARQUES, C.L.G. **Levantamento preliminar sobre o sistema faxinal no estado do Paraná**. Curitiba: IAP, 2005. 192p.

MARTINS, R. **Quantos somos e quem somos**: dados para a história e a estatística do povoamento do Paraná. Curitiba: Empresa Gráfica Paranaense, 1941. 214p.

McGARIGAL, K. e MARKS, B.J. **Fragstats**: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Portland, U.S.: Forest Service General, 1995. (Technical Report PNW: 351).

METZGER, J.P., Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In: CULLEN, L.J.; RUDRAN, R.; PADUA, C.V. (Org.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Ed. UFPR; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003. p. 423-453.

MILANO, M.S. Estudos da paisagem na avaliação de impactos ambientais. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE AVALIAÇÃO E RELATÓRIOS DE IMPACTO AMBIENTAL. Curitiba: FUPEF, 1989.

MILANO, M.S. Conservação “in situ” e sistemas de unidades de conservação. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Brasília, FUNATURA, 1991.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Living Beyond Our Means Natural Assets and Human Well Being. 2006b. Disponível em: <<http://www.millenniumassessment.org/>>. Acesso em: 30 mar.2006.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Vivendo Além de Nossos Meios. 2006c. Disponível em: <<http://www.millenniumassessment.org/>>. Acesso em: 30 mar.2006.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecossistemas e o Bem-Estar Humano: Estrutura para uma Avaliação. 2006a. Disponível em: <<http://www.millenniumassessment.org/>>. Acesso em: 30 mar.2006.

MINEROPAR. Minerais do Paraná. **Atlas Geológico do Paraná. Mineralogia do Paraná.** Curitiba: Mineropar, 2001. CD-ROM.

MISSIO, E. **Proposta conceitual de zoneamento ecológico-econômico para o município de Frederico Westphalen-RS.** 2003. 181f. Tese (Doutorado em Ciências) Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP.

NAVEH, Z. **Landscape ecology: theory and application.** New York: Springer-Verlag, 1994.

OLIVEIRA, Y.M.M.; ROTTA, E. Levantamento da estrutura horizontal de uma mata de araucária no primeiro planalto paranaense. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v.4, p.1-46, 1982.

ORREDA, J.M. **História de Irati.** Irati: José Maria Orreda, 1974. 255p. v.2.

ORREDA, J.M. **História de Irati.** Irati: José Maria Orreda, 1981. 255p. v.3.

PAULA SOUZA, D.M.; ROCHA, C.H.; GODOY, L.C.; LAROCCA Jr, J.; LOWEN, C.L.; MORO, R.S.; SAVI, O.M.; ROCHA, V.; IUNG, F.; GROLMANN, P.H. **Estabilização de fundos de vale no meio urbano em Ponta Grossa – PR: um enfoque interdisciplinar.** Estudo do Arroio Olarias. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 1992.

PETRONE, T.S. **As áreas de criação de gado In: História Geral da Civilização Brasileira.** São Paulo: Difusão Européia, 1960. 224 p. Tomo 1, v 2.

PIRES, J.S.R. **Análise ambiental voltada ao planejamento e gerenciamento do ambiente rural: abordagem metodológica aplicada ao município de Luiz Antônio – SP.** 1995.

192f. Tese (Doutorado em Ciências) Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP.

PROBIO. **Subprojeto conservação do bioma Floresta com Araucária:** relatório final. Curitiba: PROBIO, 2001. 2v. CD-ROM.

REGALADO, L. B. **Contribuição ao gerenciamento da Floresta Nacional de Ipanema: O uso de base cartográfica digital na construção de um modelo alternativo ao plano de manejo.** 2005. 173f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos-SP.

ROCHA, C.H. **Ecologia da paisagem e manejo sustentável em bacias hidrográficas:** estudo do rio São Jorge nos Campos Gerais do Paraná. UFPR, 1995. 176f. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

ROCHA, C.H.; MILANO, M.S. Comunidades locais e unidades de conservação: pensando globalmente, agindo localmente. In: GESTION EN RECURSOS NATURALES – III CONGRESO INTERNACIONAL. **Anais...** Pucón: Sociedad de Vida Silvestre de Chile, 1993. (Resumos).

RODRIGUES, A.S.; GUERREIRO, E.; LARA, J.L.N.; TARDIN, J.M.; MACHADO, M.L.S.; DURAN, M.F.; AMATNEEKS JUNIOR, W.A **Plano de desenvolvimento rural da região centro-sul- microrregião 17 da Ancespar.** Irati, 1991. 34p. (Datilografado).

SALAMUNI, R.; HERTEL, R.J.G; SILVA, J.L. **História do Paraná**. 2.ed. Curitiba, Gráfica Editora Paraná Cultural Ltda – GRAFIPAR, 1969. 438p. v.2.

SANTOS, J.E.; PIRES, A.M.Z.C.R.; PIRES, J.S.R. **Caracterização ambiental de uma unidade de conservação**. São Carlos: UFSCar, 2000.

SÃO PAULO. Secretaria de Energia e Saneamento. **Controle de erosão**: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional. 2.ed. São Paulo: DAEE/IPT, 1990. 92p.

SCARIOT, A. Vegetação e flora. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. M. S. (Org.). **Fragmentação de ecossistemas**; causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília, MMA/SBF, 2003. p. 103-123. cap. 4.

SOULÉ, M.E. Mind in the Biosphere: mind of the Biosphere. In: WILSON, E.O. (ed.). **Biodiversity**. New York: National Academy Press, 1988.

SPONHOLZ, N. **A terra e o homem no sul do Paraná: problemas e perspectivas**. Curitiba: O Debate, 1971.

SPVS. Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental. **Manual para recuperação da reserva florestal legal**. Curitiba: FNMA, 1996. 84p.

UNITED NATIONS. **Global status of biological diversity**: Report of the Secretary-General. Commission on Sustainable Development acting as the preparatory committee for the World Summit on Sustainable Development. United Nations, 2001. 7p.

USGS. United State Geological Survey. 2005. Disponível em: <<http://edc.usgs.gov/>>. Acesso em: 13 mai.2006.

VELOSO, H.P., GOES-FILHO, L. **Fitogeografia brasileira, classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical**. Salvador: Ministério das Minas e Energia-Projeto RADAMBRASIL, 1982. 80p. (Boletim Técnico. Série Vegetação).

WCED. World Comission on Environment and Development. **Our Common Future**. Oxford, Univ. Press Oxford, 1987.

YU, C.M. **Sistema Faxinal: uma forma de organização camponesa em desagregação no centro-sul do Paraná**. Londrina: IAPAR 1988. 124p.

ZILLER, S.R. **A Estepe Gramíneo-Lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica**. 2000. 268f. Tese. (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

ZILLER, S.R.; Galvão, F. A degradação da estepe gramínio-lenhosa no Paraná por contaminação biológica de *Pinus elliottii* e *P. taeda*. **Floresta**, v.32, p.41-47, 2002.

ZUBE, E.H.; SELL, J.L. TAYLOR, J.G. Landscape perception: research aplication and theory. *Landscape Planning*, v.9, p.1-33, 1982.