

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO
SUL**

**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**

Dissertação de Mestrado

**ZONEAMENTO ETNO-AMBIENTAL DA TERRA
INDÍGENA DE LIGEIRO:**

Um estudo com base na Ecologia de Paisagem

Júlio César Inácio

Porto Alegre, Dezembro de 2005.

ZONEAMENTO ETNO-AMBIENTAL DA TERRA INDÍGENA DE LIGEIRO:

Um estudo com base na Ecologia de Paisagem

Júlio César Inácio

Dissertação de mestrado apresentada ao curso de Pós-graduação em Ecologia, do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia, área de concentração em Ecologia de Paisagem.

Orientadora: Prof. Dra. Maria Luíza Porto

Banca examinadora
Prof^o Dr. Renato Athias - UFPE
Prof^a Dr^a. Dirce Suertegeray - UFRGS
Prof^a Dr^a. Terezinha Guerra - UFRGS

Porto Alegre, Dezembro de 2005

EPIGRAFE

A cultura Kaingang é sobrevivente. Ainda é portadora da riqueza cultural ímpar daqueles que durante milhares de anos se estabeleceram no vasto ecossistema do Planalto Meridional, coberto por matas de araucárias, matas mistas e campos. Daqueles que aprenderam por si a construir casas encravadas no subsolo tão ecologicamente sustentáveis, que desafiam e desconcertam a suposta supremacia dos brancos que vieram ocupar esse território. Daqueles que aprenderam por si a reconhecer as leis da paisagem. Ao observar que no Planalto a maior parte dos rios corre sobre rochas nuas, desde o bordo leste até o imenso interior no oeste. Daqueles que aprenderam a resistir numa sociedade que mais do marginalizá-los, procurou de todas as formas tirar-lhes o essencial: seu território.

RUALDO MENEGAT, 2002.

Ao meu filho
Kasónh,
na esperança de que a cultura Kaingang
venha a ser considerada uma das grandes culturas do Brasil.

Ao meu pai
Domingos Kane Sá Inácio
(*in memorian*),
Cacique e Pajé do Povo Kaingang,
que me deu forças para acreditar na potencialidade de minha cultura.

A GRADE CIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Ecologia do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do sul, pela excelente estrutura de apoio e quadro docente. Especialmente a Prof^a Dr^a Sandra Hartz, coordenadora do PPG Ecologia.

À Fundação FORD, pela concessão da bolsa de estudos, por meio do seu Programa Internacional de Bolsas de Pós-graduação.

À orientadora Prof^a Dr^a Maria Luiza Porto, pela excelente orientação e repasse de ensinamentos, pela amizade e paciência e, principalmente, pela oportunidade.

Ao co-orientador Prof^o Rualdo Menegat, do Instituto de Geociências (UFRGS), acima de tudo um grande amigo, pelas horas de trabalho e descontração, pelas aulas de campo e pelo exemplo de humanidade e sabedoria, que tive o privilégio de compartilhar. Pela grande ajuda desde o princípio até a conclusão desse trabalho, pela acolhida em sua casa e pela sua família maravilhosa.

Ao Cirilo, pelas horas de descontração com brincadeiras e aulas sobre dinossauros. À Maria da Glória pelo incentivo e apoio, e pela excelente pessoa que é.

À Roseméri e Larissa, pelo acompanhamento nas saídas à campo, pela grande amizade que estabelecemos nesse período de convivência.

Ao Rogério Both, pelo auxílio no geoprocessamento dos mapas.

A Juliane Bortolotti, Eduardo Forneck e Sndra Muller pela auxílio na identificação e classificação das espécies de plantas.

A todos meus colegas do laboratório de Ecologia de Paisagem e a todos que de qualquer forma contribuíram na realização desse trabalho.

À minha família, pelo apoio, força e incentivo para realização deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho, objetivou elaborar o zoneamento etno-ambiental da T.I. ligeiro. Para tanto foram utilizados os conceitos de Ecologia de Paisagem e a integração de várias técnicas de análise.

O estudo da geomorfologia da T.I. Ligeiro identificou que a mesma está organizada em quatro patamares estruturais, denominados por algarismos arábicos de 1 a 4, em ordem crescente das altitudes inferiores para as superiores. O patamar 1 (P1), corresponde aos terraços fluviais ao longo da margem do Rio Ligeiro. O patamar 2 (P2) e 4 (P4), são restritos e descontínuos e, o patamar 3 (P3), é o mais contíguo e extenso.

O diagnóstico das classes de solos, feito de acordo com o Sistema brasileiro de classificação, demonstrou que a distribuição das mesmas tem uma estreita relação com a geomorfologia. Em linhas gerais, solos rasos e pouco desenvolvidos tendem a ocorrer em áreas de encostas e altitudes elevadas. Os neossolos distribuem-se com maior frequência nas vertentes e encostas entre os patamares, principalmente entre P1 e o P2. No entanto solos mais profundos e bem desenvolvidos tendem a ocorrer em terrenos mais planos ou com pouca variação. Os latossolos se fazem presente no patamar P3, com pouca ondulação do relevo.

A análise da hidrografia identificou três tipos de cursos d'água: a) o Rio Ligeiro, com canal meandrante inciso em vale bem profundo, b) o Rio dos Índios, bem mais retilíneo e em vale pouco escavado e c) os afluentes dos canais anteriores, em sua maioria, com nascentes em áreas de banhados nos patamares intermediários, preferencialmente no P3 dentro da própria Terra Indígena. Os rios e banhados constituem-se ainda em importante elemento cultural na cosmovisão Kaingang.

O diagnóstico da vegetação mostrou que há uma matriz perturbada pelas continuadas práticas extrativistas de madeira e agricultura. A matriz original era formada por Floresta Estacional Semidecidual, nos vales incisos e patamares mais baixos, por Floresta Ombrófila Mista, nos patamares mais elevados, e por Floresta Ombrófila Densa nas escarpas e patamares intermediários. Dessa matriz, ocorrem ainda manchas remanescentes, sendo a mais perturbada aquela referente à Floresta Ombrófila Mista.

A caracterização fitossociológica, feita por meio de transeccionais, mostrou que a *Nectandra megapotamica* apresenta os maiores valores em relação às demais espécies, com maior ocorrência nas manchas da Floresta Ombrófila Densa.

Esse procedimento de caracterização permitiu, ainda, identificar três grupos de espécies nitidamente definidos: a) Myrtaceae (*Eugenia sp*, *Eugenia piriformis*, *Myrciantes gigantea*, etc.), predominantes na Floresta Estacional Semidecidual Aluvial; b) Lauraceae (*Nectandra megapotamica*, *Nectandra lanceolata*, *Nectandra rígida*, etc.), predominantes na Floresta Ombrófila Densa; c) Araucariaceae (*Araucaria angustifolia*), embora não predominante e com baixa frequência, constitui a fitofisionomia do extrato superior da Floresta Ombrófila Mista. Essa formação apresenta um sub-bosque denso com a ocorrência de espécies como as *Nectandras*, o *Allophylus edulis*, *Cedrela fissilis*, *Cupania vernalis*, entre outras.

Os tipos de uso do solo estão relacionados com duas formas gerais de práticas de ocupação. De um lado há o uso agrícola, que utiliza técnicas como o sistema de coivaras e o plantio direto. De outro, existe o uso cultural dos recursos naturais disponíveis, que confere a cada mancha remanescente uma característica etno-ambiental. Esses usos se constituem na principal base sócio econômica da população aí residente.

Como sínteses finais do estudo do zoneamento etno-ambiental, foram identificadas duas grandes unidades etno-ambientais: a) Unidade etno-ambiental de patamares elevados em

maiores altitudes; e b) Unidade etno-ambiental de patamares menos elevados, em menores altitudes. Outras cinco subunidades etno-ambientais foram identificadas por meio da sobreposição dos dados temáticos acima descritos.

PALAVRAS-CHAVE: Zoneamento etno-ambiental; Ecologia de Paisagem; Terra Indígena.

ABSTRACT

This work aims to establish the ethnoenvironmental zones of the Ligeiro Indigenous Territory based on Landscape Ecology framework and several integrated tools of land analysis related to geomorphology, soils, rivers, vegetation and Kaingang culture.

The Ligeiro Indigenous Territory is located in the Brazilian Meridional Plateau. The geomorphology is characterized by three main terraces modeled by the fluvial erosion of Ligeiro river. The terrace P1 is an alluvial plain along the Ligeiro riverbanks with altitude of 480 m; P2, the intermediate terrace, is restricted to some areas and the elevation is circa of 540 m; P3, the most extensive terrace, with an altitude of 660 m. Steeper slopes is located both between P1-P2 and P2-P3 terraces.

The distribution pattern of soil units, identified according to Brazilian Soils Classification System, is droved by geomorphology. In general, thin and low developed soils occur in slopes hills with high elevation. Most entisoles occur in slopes between P1 and P2 terraces. Usually, thick and very developed soils occur in flat or undulated areas. The oxisoles occur on the low undulated P3 terrace.

Three kind of fluvial channels was identified: a) Ligeiro river, with a meandering channel in a deep incised valley; b) Índios river, with a straight channel in a shallow valley; and c) the tributary of these channels, usually with its springs in humidity lands on the

intermediate terraces pertaining of Indigenous Territory. Rivers and humidity land are an important cultural element of Kaingang perception and understanding.

The vegetation pattern shows a disturbed matrix due a long extraction of wood and agriculture practices. The original matrix was constituted by Alluvial deciduous forest on the incised deep valley and low terraces, Mixed Araucaria-broadleaf forest on the elevated terraces, and Broadleaf subtropical forest on slopes and intermediate terraces. Many remnant patches occur from these matrixes. The patch related with Mixed Araucaria-broadleaf forest is the most disturbed.

The fitosociologic survey using the transectional method show high values to *Nectandra megapotamica* in relation to others species. This specie occurs mainly in Broadleaf subtropical forest patches. The transactional method allow to identify three vegetation groups: a) Myrtaceae (*Eugenia sp*, *Eugenia piriformis*, *Myrciantes gigantea*, etc.), mainly in the Alluvial deciduous forest; b) Lauraceae (*Nectandra megapotamica*, *Nectandra lanceolata*, *Nectandra rígida*, etc.), mainly in the Broadleaf subtropical forest; c) Araucariaceae (*Araucaria angustifólia*). Although it occurs with low frequency and it is not predominant, this specie draw the phyto physiognomic of high stratum of the Mixed Araucaria-broadleaf forest. This formation show a dense lower stractun with species like *Nectandras*, *o Allophylus edulis*, *Cedrela fissilis*, *Cupania vernalis*.

KEY-WORDS: Ethnoenvironmental zoning; Landscape Ecology; Indigenous Land.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	20	
Área de estudo	22	
Estrutura da dissertação	24	
2. ECOLOGIA DE PAISAGEM, SIG E ZONEAMENTO ETNO-AMBIENTAL.	28	
2.1. Ecologia de Paisagem	28	
2.1.1. Manchas da paisagem		32
2.1.2. Corredores		33
2.1.3. Matriz		37
2.2 Sistema de Informações Geográficas (SIG)	38	
2.3. Zoneamento ambiental e etno-ambiental	39	
3. MATERIAIS E MÉTODOS	42	
3.1. Meio físico	44	
3.1.1. Solos		44
3.1.2. Geomorfologia		45
3.1.3. Hidrografia		45
3.2. Meio biótico	47	
3.2.1. Levantamento da vegetação		47
3.2.1.1. Caracterização florística		48
3.2.1.2. Caracterização da fitofisionomia		48
3.2.1.3. Caracterização da fitossociologia		48
3.2.2. Floresta		49
3.2.3. Capoeira		50

3.3. Meio sócio-econômico	51
3.3.1. Área cultivada	51
3.3.2. Uso e ocupação	51
3.3.3. Uso cultural das unidades etno-ambientais	51
3.4. Geoprocessamento dos dados	52
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	54
4.1. Geomorfologia e distribuição das classes de solos	54
4.1. Mapeamento do solo	61
4.1.1. Definição e caracterização das classes de solos	62
4.1.2. Análise química do solo	70
4.2. Hidrografia	78
4.3. A vegetação	83
4.3.1. Caracterização florística da vegetação arbórea	86
4.3.2. Caracterização florística da vegetação herbácea (capoeira)	91
4.3.3. Caracterização fitossociológica da vegetação arbórea	93
4.3.4. Caracterização fitofisionômica da vegetação arbórea	97
4.4. Uso e ocupação	97
4.4.1. Sócio-economia	98
4.4.2. Uso cultural	103
4.5. Síntese dos resultados	108
4.5.1. Unidade etno-ambiental Mata Densa (Floresta Estacional Decidual)	110
4.5.2. Unidade etno-ambiental Floresta com araucária (Floresta Ombrófila Mista)	110
4.5.3. Unidade etno-ambiental Área com banhado/hidrografia	111
4.5.4. Unidade etno-ambiental Áreas sob atividade agrícola	111
5. CONCLUSÕES	116
5.1. Recomendações	119
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121

LISTA DE FIGURAS, QUADROS E TABELAS

Lista de figuras

- Figura 1: Gráfico da distribuição da população por setor 23
- Figura 2: Mapa de localização da Terra Indígena de Ligeiro na região nordeste do Estado. As cores do Mapa do Rio Grande do Sul identificam as Regiões Hidrográficas: em azul escuro, lagoas e lagoas costeiras; em azul médio na porção sul, a Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas; em verde-amarelado, a Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba; e em azul claro, ao norte, a Região Hidrográfica do Rio Uruguai. (Fonte: Menegat e Kirchheim, 1998, p.36). 25
- Figura 3: Carta Imagem da Terra Indígena de Ligeiro..... 26
- Figura 4 - Heterogeneidade corológica e topológica no estudo da paisagem, de acordo com Neef (1967). A heterogeneidade vertical deve-se aos atributos do lugar e, a horizontal, às unidades de relevo, as quais podem ser distinguidas numa classificação corológica em várias escalas, até a geosférica. Ver definições no Quadro 1 (Fonte: Porto e Menegat, 2004, p. 370)..... 29
- Figura 5 - Hierarquia das unidades de paisagem e esferas planetárias, segundo Zonneveld (1972). (Fonte: Porto e Menegat, 2004, p. 367)..... 31

- Figura 6 - Tipos de manchas, origem e persistência. A paisagem original era Floresta de Coníferas. A dimensão da seta é proporcional à persistência. (Fonte: Forman, 1995, p. 45)..... 33
- Figura 7 – As cinco funções dos corredores. (a) Corredor estreito à esquerda, corredor largo à direita; espécies multi-habitats (nicho ecológico mais largo), usam 1 ou 2 habitats. (b) probabilidade aumentada de movimento dentro e ao longo das margens do corredor. (c) a (e) movimentos e fluxos entre a matriz e o corredor (efeito de filtro, fonte ou sumidouro). (Fonte: Forman, 1995, p. 149)..... 35
- Figura 8 – Padrões de margens entre dois ecossistemas. A margem pode ser curvilínea ou retilínea, com pequenas manchas próximas de um, ou de ambos os ecossistemas. (Fonte: Forman, 1995, p. 83). 35
- Figura 9 – Características determinantes da matriz da paisagem. A cor branca que indica os tipos de usos do território (*land-use*), é a matriz e cobre 60% de (a), 45% de (b), e 50% de (c), (d), (e) e (f). Em (e) e (f), as setas indicam a direção dos fluxos. O fator chave para a determinação da matriz é indicado para cada grade (área, conectividade, controle sobre a dinâmica). (Fonte: Forman, 1995, p. 277). 38
- Figura 10 - –Fluxograma da metodologia aplicada no estudo. (Adaptado de Silva *et al.*, 2000, p. 12)..... 43
- Figura 11 - Características morfológicas de cursos d'água. (Fonte: Leeder, 1990, p. 310)... 46
- Figura 12- Métodos de hierarquização de canais de drenagem. (Fonte: Cooke & Doornkamp, 1990, p. 180)..... 47
- Figura 13 - Ilustração do método do quadrante centrado em um ponto..... 50
- Figura 14 – Seção esquemática oeste-leste da geomorfologia e distribuição das classes de solos da Terra Indígena de Ligeiro. (Fonte Inácio *et. al*, 2003, p. 187). 56

Figura 15 –Espécime de fuá (Foto: Rualdo Menegat/Júlio C. Inácio).....	57
Figura 16 – Espécime de dente-de-leão (<i>Taraxacum officinale</i>) (Foto: Rualdo Menegat/Júlio C. Inácio).....	58
Figura 17 – Mapa das declividades da T.I. Ligeiro.....	60
Figura 18 –Latossolo vermelho aluminoférrico – Unidade de mapeamento Erechim. (Fonte: Streck <i>et al.</i> , 2002).	62
Figura 19 – Neossolo litólico – Unidade de mapeamento Charrua. (Fonte: Streck <i>et al.</i> , 2002).	64
Figura 20 – Cambissolo húmico aluminico – Unidade de mapeamento Farroupilha. (Fonte: Streck <i>et al.</i> , 2002).	66
Figura 21 – Nitossolo vermelho latossólico – Unidade de mapeamento Estação. (Fonte: Streck <i>et al.</i> , 2002).....	69
Figura 22 - Mapa das classes de solos da T.I. Ligeiro e áreas do entorno.....	76
Figura 23 - Bloco-diagrama da morfologia da T.I. Ligeiro e distribuição das classes de solos.	77
Figura 24 – Mapa de hierarquização dos canais fluviais da T.I. Ligeiro.	80
Figura 25 – Mapa da distribuição das áreas de banhado da T.I. Ligeiro.	82
Figura 26 – Mapa da floresta nativa densa da T.I. Ligeiro	85
Figura 27 – Mapa de localização das transecções para amostragem da vegetação arbórea (floresta) e herbácea (capoeira).	87
Figura 28 – Curva de suficiência de amostragem para as espécies do estrato arbóreo da transecção sul.	89

Figura 29 Curva de suficiência de amostragem para as espécies do estrato arbóreo da transecção norte.....	91
Figura 30 – Mapa de uso agrícola do solo da T.I. Ligeiro.....	99
Figura 31 –Cultivo de milho para subsistência em sistema convencional de plantio.....	100
Figura 32 –Área comercial de cultivo sob o sistema de plantio direto.....	101
Figura 33 –Cultivo de milho para subsistência em sistema de coivaras.....	101
Figura 34 –Coleta de Caraguatá (<i>Eryngium pandanifolium</i>) para ser utilizado na culinária tradicional Kaingang. (Foto: Rualdo Menegat).....	104
Figura 35 –Mapa de uso e ocupação da T.I. Ligeiro.....	107
Figura 36 –Mapa das duas grandes unidades etno-ambientais da T.I. de Ligeiro.....	109
Figura 37 –Mapa final das unidades etno-ambientais da T.I. de Ligeiro.....	114

Lista de tabelas

Tabela 1 - Análise química das classes de solos.....	72
Tabela 2 –Valores padrão para a interpretação de análise de pH, MO, Ca e Mg. (Modificado de Gianello <i>et.al.</i> , 1995, p. 45).....	73
Tabela 3 – Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas, apenas para a transecção sul, onde: ni-número de indivíduos, DRi-densidade relativa por indivíduo, UAi-indivíduos por unidade amostral, FAi-frequência absoluta por indivíduo, FRi-frequência relativa por indivíduo, ABi-área basal (individual), DORi- dominância relativa e IVI- índice de valor de importância.....	94

Tabela 4 –Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas, apenas para a transecção norte, onde: ni-número de indivíduos, DRi-densidade relativa por indivíduo, UAi-indivíduos por unidade amostral, FAi-frequência absoluta por indivíduo, FRi-frequência relativa por indivíduo, ABi-área basal (individual), DORi- dominância relativa e IVI- índice de valor de importância.	96
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Lista de quadros

Quadro 1: Distribuição do número de famílias e carência de casas por setor.....	22
Quadro 2 – Dimensões no estudo das trocas na paisagem, segundo Neef (1967). (Fonte: Porto e Menegat, 2004, p. 369).....	30
Quadro 3 – Relação de espécies e respectivas famílias para a transecção sul e norte da vegetação arbórea.....	88
Quadro 4 – Relação de espécies e respectivas famílias para a transecção sul da secção capoeira.	92
Quadro 5 –Síntese dos resultados obtidos no estudo de zoneamento etno-ambiental.	108
Quadro 6 –Síntese dos resultados obtidos para as duas grandes unidades em relação a: hidrografia, vegetação, tipo de uso do solo e geomorfologia.....	113

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

As questões ambientais, em particular aquelas relacionadas à conservação e preservação da natureza, estão entre as mais críticas dos últimos tempos (Diegues, 2000). A proteção do mundo natural, ameaçado por todo tipo de degradação em escala planetária, proveniente das ações antrópicas, vem se tornando um dos grandes temas da humanidade.

Junto à crescente preocupação com o estado do meio ambiente surgem ferramentas que, aliadas às teorias, são utilizadas para o monitoramento e gestão dos recursos naturais. O presente estudo faz uma abordagem de acordo com a visão da Ecologia de Paisagem, como teoria, e o Sistema de Informações Geográficas (SIG), como ferramenta no processamento dos dados, buscando conhecimentos sobre as relações entre os elementos formadores da paisagem.

A Ecologia de Paisagem fornece suporte teórico e conceitual no processo de avaliação e quantificação da inter-relação das estruturas que fazem parte do mosaico da superfície terrestre, permitindo que a investigação seja pertinente em qualquer nível de escala. Aliado a esse suporte teórico, o SIG é um dos métodos computacionais mais utilizados para armazenar, processar e espacializar as informações obtidas sobre a paisagem.

Considerando a extensão areal do nosso país e a importância etno-cultural das Terras Indígenas, poucos trabalhos têm enfatizado os problemas da etno-sustentabilidade dos Povos Indígenas (Inácio, 2002). O estudo técnico-científico e o diálogo cultural devem ser a base para o desenvolvimento e a auto-gestão das Terras Indígenas, de sorte que não haja apenas um simples repasse de informações, mas também o respeito à cultura indígena quando da discussão dos problemas ambientais por eles enfrentados. Diagnosticar os elementos

estruturadores da paisagem e as formas de uso cultural, passa a ser fundamental para a gestão etno-sustentável desses.

Na região sul do Brasil, o Povo Kaingang é uma das principais e mais populosas etnias indígenas, com uma população estimada de 25.000 pessoas, de acordo com dados do Instituto Sócioambiental (ISA, 2000). Os Kaingang estão presentes nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Nesse último, existem 14 Terras Indígenas efetivamente demarcadas e outras 14 em fase de identificação e demarcação (FUNAI, 2003).

Devido ao longo processo de aculturação, ao manejo inadequado influenciado pelas áreas do entrono das Terras Indígenas e às políticas indigenistas, Menegat (2002) aponta diversos problemas de gestão etno-ambiental que tem sido identificados. Dentre os quais, três se colocam de forma mais grave: a qualidade das águas, a forma de manejo agrícola e devastação das matas, cujos elementos florísticos possuem particular importância à cultura Kaingang.

Diante desse contexto, o objetivo geral deste estudo é o de elaborar o zoneamento etno-ambiental da Terra Indígena de Ligeiro. Os objetivos específicos são: a) buscar por meio do zoneamento cenários ecologicamente sustentáveis; b) respeitar a aptidão das terras; c) definir em bases conservacionistas, o uso adequado do território e d) sugerir alternativas para o etno-desenvolvimento e preservação da Terra Indígena de Ligeiro. O trabalho também visa a contribuir para a elaboração de um plano de gestão etno-ambiental da área avaliada.

Sob o enfoque da preservação etno-ambiental e etno-cultural, este trabalho assume grande importância, pois se propõe a fornecer informações básicas necessárias ao planejamento e uso racional de cada unidade de zoneamento da paisagem.

Na busca de resultados coerentes e relevantes, foi desenvolvido um estudo integrado do meio ambiente físico (geomorfologia, pedologia e hidrografia), do meio biótico

(vegetação), socioeconômico e cultural da área (uso e ocupação), dotados de técnicas e métodos específicos para cada parâmetro avaliado, a fim de elaborar o zoneamento etno-ambiental da T.I. Ligeiro.

A metodologia geral aplicada para o estudo, foi separada em quatro etapas que seguem: 1) etapa de planejamento e fundamentação; 2) etapa de diagnóstico de campo; 3) etapa de integração e elaboração do modelo; 4) etapa conclusiva. As quatro etapas estão ilustradas e descritas no Capítulo 3.

Área de estudo

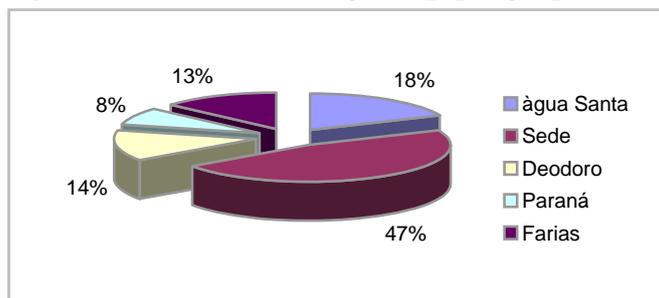
De acordo com levantamento feito em 2002, a população da Terra Indígena de Ligeiro é de aproximadamente 1.295 pessoas, e está distribuída em cinco setores e 227 casas de acordo com a tabela a seguir.

Quadro 1: Distribuição do número de famílias e carência de casas por setor.

População/Setor				
Setores	Famílias	%/setor	Carência casas/setor	% carência
Água Santa	42	18,50	9	11,25
Sede	106	46,70	36	45,00
Deodoro	31	13,66	12	15,00
Paraná	18	7,93	11	13,75
Farias	30	13,22	12	15,00
Total	227	100,00	80	100,00

Fonte: Levantamento executado por Hércules Braga. Outubro 2002.

A carência de casas por setor, indica a existência de situações onde mais de uma família ocupa a mesma casa, podem ocorrer casos onde uma casa é ocupada por até quatro famílias ao mesmo tempo, aproximadamente 15 pessoas. A seguir, a figura 01 mostra a distribuição da população por setor.

Figura 1: Gráfico da distribuição da população por setor

O setor Sede é, onde se concentra o maior número de pessoas. A sede, é o lugar onde estão localizados os pontos de atendimento a toda a população da T.I. seja na área da educação, saúde, agricultura, esporte e reuniões comunitárias. Os demais setores estão ocupados apenas por residências. São locais mais afastados da Sede com precárias condições de vida, principalmente pela falta de moradias e fornecimento de energia elétrica e água encanada.

A T.I. Ligeiro está situada no município de Charrua região norte do Rio Grande do Sul, no limite entre as zonas do Planalto Médio e dos Campos de Cima da Serra, a cerca de 400 km de Porto Alegre (Figura 2). A Terra Indígena possui altitude média de 640 m (ver carta topográfica do Exército SG-22-Y-D-V-3, Sananduva), com uma população estimada em 1.500 habitantes, reunida em aproximadamente 350 famílias. É limitada a leste e a nordeste pelo Rio Ligeiro (ver Figura 3), e a oeste e noroeste pelo Rio dos Índios. Ao sul, o limite é estabelecido por propriedades rurais. Possui uma área total de 4.521 ha.

Partindo de Porto Alegre, o acesso pode ser feito pela BR 386 (Porto Alegre – Frederico Westphalen) até, aproximadamente, o km 251, convertendo para a esquerda e acessando a BR 153 na localidade de Tio Hugo, seguindo, posteriormente, a nordeste até Passo Fundo (280 km de Porto Alegre). A partir dessa localidade, o acesso é pela rodovia RS

135 até o trevo de acesso ao município de Coxilia, onde a conversão é efetuada à direita pela via RS 430, chegando em Tapejara. A partir dessa localidade, há um trajeto de aproximadamente 25 km de estrada de chão, sendo o percurso final até a T.I. Ligeiro.

Estrutura da dissertação

A dissertação está estruturada em 6 capítulos: o Capítulo 1 traz a introdução, que apresenta o tema no qual o trabalho está inserido, bem como a problemática de que se trata e o objeto de estudo. A introdução apresenta, também, os objetivos e, de maneira breve, os métodos e técnicas utilizados para solucionar a problemática. Ainda nesse capítulo, é ressaltada a importância do estudo ao seu local de desenvolvimento.

O Capítulo 2 contempla os conceitos e fundamentos sobre Ecologia de Paisagem, SIG e zoneamento etno-ambiental, mostrando a função de cada um dentro do estudo e suas relações entre si.

O Capítulo 3 traz os métodos e técnicas aplicadas na elaboração desenvolvimento do estudo, apresenta figuras ilustrativas que ajudam a visualizar e explicar a metodologia utilizada para a dissertação.

No Capítulo 4, estão os resultados e discussões do trabalho, trazendo mapas que espacializam as unidades ambientais zoneadas e tabelas que facilitam o seu entendimento.

O Capítulo 5 é dedicado às conclusões e recomendações proporcionadas pelos resultados do estudo, ou seja, é uma avaliação final dos resultados obtidos, que servirão como base para efetuar proposições de manejo e conservação da área avaliada. No Capítulo 6 estão apresentadas as referências bibliográficas.

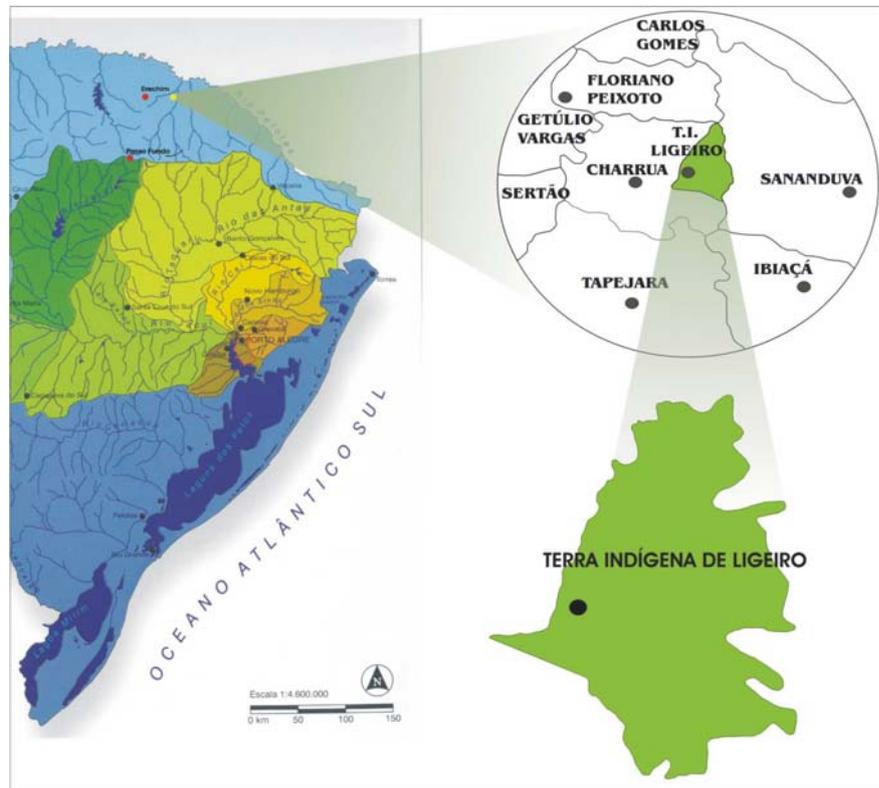


Figura 2: Mapa de localização da Terra Indígena de Ligeiro na região nordeste do Estado. As cores do Mapa do Rio Grande do Sul identificam as Regiões Hidrográficas: em azul escuro, lagoas e lagunas costeiras; em azul médio na porção sul, a Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas; em verde-amarelado, a Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba; e em azul claro, ao norte, a Região Hidrográfica do Rio Uruguai. (Fonte: Menegat e Kirchheim, 1998, p.36).



Figura 3: Carta Imagem da Terra Indígena de Ligeiro.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2. ECOLOGIA DE PAISAGEM, SIG E ZONEAMENTO ETNO-AMBIENTAL.

2.1. Ecologia de Paisagem

Os alicerces da Ecologia de Paisagem datam dos anos 1950, período de início do processo de estabelecimento dos seus grandes paradigmas. Até a década de 1980, surgiram inúmeras tendências que convergiram quando a fotografia aérea se tornou disponível com mais facilidade. O conceito focava na análise de padrões espaciais específicos, em uma secção particular da paisagem, onde o meio biótico interage com o meio ambiente físico.

Atualmente, em uma definição mais ampla sobre a Ecologia de Paisagem, Dramstad & Forman (1996) colocam que é a interação entre os organismos e seu ambiente, sendo que uma paisagem é um mosaico de alguns quilômetros, nos quais os ecossistemas e os usos do solo se repetem.

Forman & Godron (1986) destacam três características fundamentais da paisagem, descritas em termos da sua estrutura/forma, função/processo e mudança.

A **estrutura/forma** são as relações espaciais entre os distintos elementos ou ecossistemas presentes, mais especificamente, a distribuição de energia, materiais e espécies em relação às dimensões, formas, número, tipo e configuração dos ecossistemas.

A **função/processo** são as interações entre os elementos espaciais, ou seja, os fluxos de energia, materiais e espécies entre os componentes do ecossistema.

Por fim, a **mudança** viria a ser a alteração na estrutura e função do mosaico ecológico no decorrer do tempo.

Portanto, há dois tipos de relações na paisagem (Figura 4): uma relação vertical, entre os vários elementos numa unidade da paisagem (relação topológica). E uma relação horizontal, entre as várias unidades espaciais/mosaico que corresponde a relação corológica (Porto e Menegat, 2004).

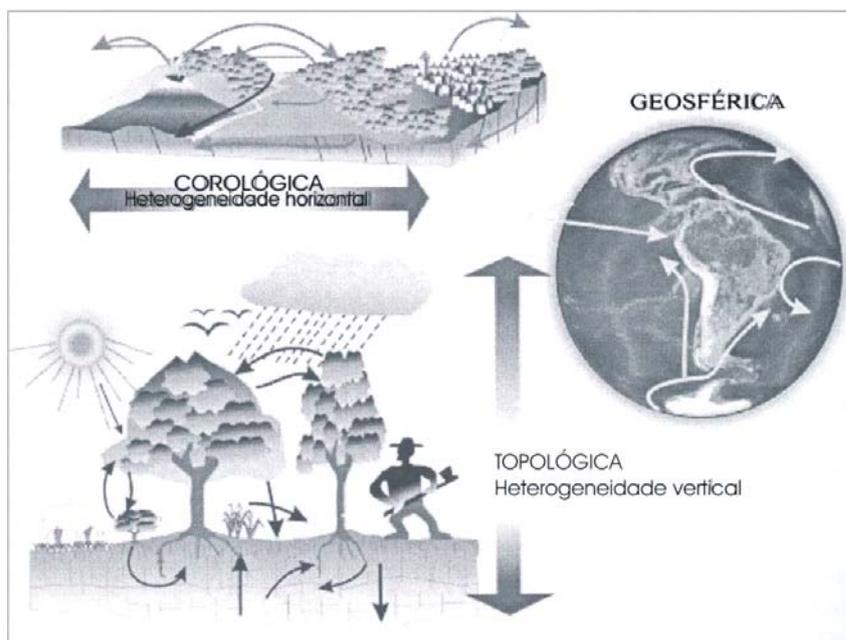


Figura 4 - Heterogeneidade corológica e topológica no estudo da paisagem, de acordo com Neef (1967). A heterogeneidade vertical deve-se aos atributos do lugar e, a horizontal, às unidades de relevo, as quais podem ser distinguidas numa classificação corológica em várias escalas, até a geosférica. Ver definições no Quadro 1 (Fonte: Porto e Menegat, 2004, p. 370).

Quadro 2 – Dimensões no estudo das trocas na paisagem, segundo Neef (1967). (Fonte: Porto e Menegat, 2004, p. 369).

DIMENSÃO	CARACTERÍSTICAS
Topológica	Enfatizando-se o ecótopo e a importância dos conhecimentos geomorfológicos e de vegetação. Esses estudos são a base para as relações corológicas.
Corológica	Os atributos corológicos configuram mosaicos de ecótopos. A combinação de estudos corológicos com topológicos define as características mais relevantes da Ecologia de Paisagem.
Geosférica	Esses estudos definem o relacionamento em escala continental e global. São estudos ecológicos globais como aqueles empreendidos pela Teoria de Gaia

Risser (1984, *apud* USDA, 1995), conceitua a Ecologia de Paisagem como o estudo dos padrões da paisagem. Para tanto, considera as interações entre as manchas num mosaico de paisagem e a forma pela qual esses padrões e interações mudam no tempo, bem como seus efeitos nos processos ecológicos e na gestão da heterogeneidade espacial. Para Farina (2000), tais efeitos podem ser, também, interferidos e modificados pelo homem, por meio da sua percepção da paisagem, definida como a integração entre os processos mentais associados com o mundo real.

A definição de Ecologia de Paisagem baseia-se largamente na idéia de que os padrões dos elementos da paisagem (manchas) influenciam forte e determinantemente as características ecológicas. Assim, poder quantificar a estrutura da paisagem é um pré-requisito para se poder estudar a função e a mudança da paisagem.

Para Turner & Gardner (1991), as paisagens, como outras unidades ecológicas de estudo, são dinâmicas na sua estrutura, função e padrões espaciais. Tais como as comunidades são compostas de espécies e populações, as paisagens são conjuntos de habitats, comunidades e tipos de uso do solo. A configuração espacial desses elementos pode ser atribuída a uma combinação de fatores ambientais e forças humana.

Langer (1960) e Zonneveld (1972) atentam para uma abordagem holística da Ecologia de Paisagem e a mutualidade entre os diferentes elementos e as influências entre si, sendo uma disciplina científica que se debruça sobre as funções internas, organização espacial e relações recíprocas dos sistemas relevantes da paisagem.

Zonneveld também propôs níveis hierárquicos escalares na distribuição das unidades de paisagem no espaço, entendidas em suas relações corológicas conforme Figura 5.

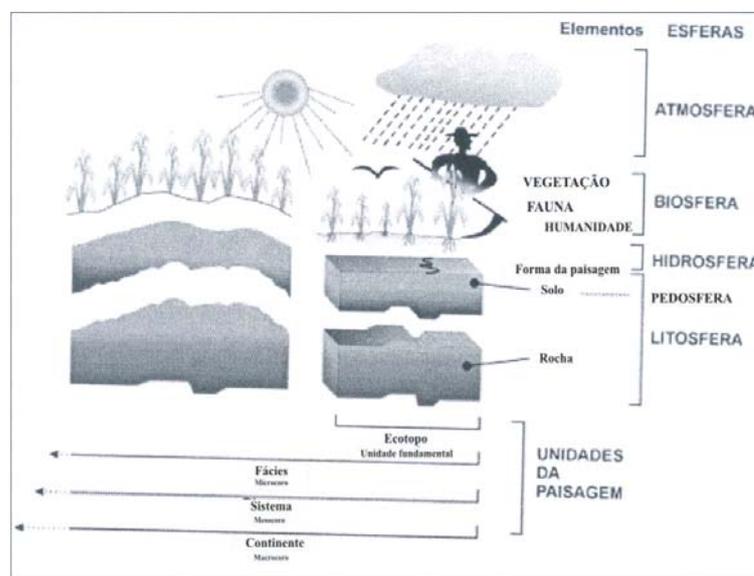


Figura 5 - Hierarquia das unidades de paisagem e esferas planetárias, segundo Zonneveld (1972). (Fonte: Porto e Menegat, 2004, p. 367).

A paisagem é composta em sua estrutura por três tipos de elementos: a) manchas b) corredores e c) matriz. Estes elementos base são, para Dramstad & Forman (1996), a raiz cognitiva que permite a comparação entre paisagens distintas, permitindo desenvolver princípios gerais. De acordo com a linguagem espacial, torna-se evidente quando se considera

como as manchas, corredores e matriz se combinam para formar a heterogeneidade do mosaico da superfície terrestre (*land mosaic*).

2.1.1. Manchas da paisagem

As manchas são definidas por Forman & Godron (1986) como formas não lineares, que diferem em aparência de sua vizinhança. As suas origens podem ocorrer de vários modos (Figura 6):

- a) **Manchas remanescentes (*remnant patches*)** – Causadas por perturbação generalizada em torno de uma pequena área, o inverso do mecanismo das manchas de perturbação. Reminiscência da comunidade anterior (à perturbação) de plantas e animais, alocada na matriz que foi perturbada;
- b) **Manchas de regeneração (*regeneration patches*)** – Um setor integrado numa área de perturbação crônica liberta-se dessa perturbação, permitindo a sua recuperação;
- c) **Manchas introduzidas (*introduced patches*)** – De origem antrópica, por meio da introdução de plantas, animais e formas de uso. Subdividem-se em plantadas (agrícolas, florestais ou jardins), casas e habitações (perturbação que envolve a eliminação parcial ou total do ecossistema nesse ponto);
- d) **Manchas de recurso ambiental (*environmental resource patches*)** – Ao invés da perturbação, algumas manchas estáveis e não relacionadas com a perturbação constituem áreas colonizadoras e de manutenção de espécies;

- e) **Manchas de perturbação (*disturbance patches*)** – Várias perturbações estão na sua origem: deslizamentos, temporais, sobrepastoreio, exploração florestal, queimadas, minas a céu aberto, entre outras;
- f) **Manchas efêmeras (*ephemeral patches*)** – Concentrações sazonais e/ou momentâneas de espécies vegetais/animais (migração, floração, abate de árvores, etc.).

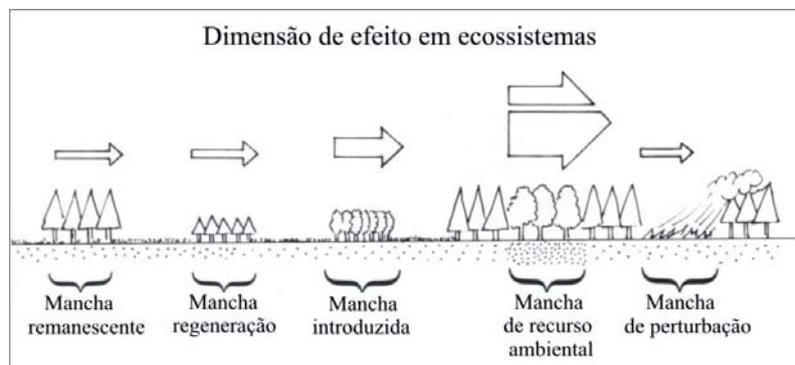


Figura 6 - Tipos de manchas, origem e persistência. A paisagem original era Floresta de Coníferas. A dimensão da seta é proporcional à persistência. (Fonte: Forman, 1995, p. 45).

2.1.2. Corredores

Para Farina (2000), os corredores são estruturas funcionais na paisagem e suas presenças são fundamentais para mitigarem ou incrementarem os efeitos da fragmentação e para aumentar o estabelecimento de diferentes espécies.

Além das funções descritas anteriormente, Forman (1995) diz que os corredores também são utilizados como efeito de transporte, proteção recursos e efeitos estéticos, e encontram-se em quase todas as paisagens de uma forma ou de outra. Como exemplo de

transporte, podemos citar as ferrovias, auto-estradas, caminhos de lazer e outros. Esses tipos promovem o que chamamos de mobilidade de bens e pessoas através da paisagem.

Os corredores promovem, também, a proteção e constituem em si um recurso, pois a vida selvagem (fauna e flora) é aí abundante, como por exemplo, nas linhas d'água. Espacial e cognitivamente, os corredores são ainda consideradas margens e fronteiras. De fato, um corredor é, no contexto da Ecologia de Paisagem, a parte exterior de uma mancha, onde o ambiente difere significativamente do interior da mesma. De acordo com Dramstad & Forman (1996), as margens podem ser políticas ou administrativas, ou seja, divisões artificiais entre o interior e o exterior da mancha, e podem não corresponder a limites ou margens ecológicas.

A estrutura vertical e horizontal, largura, composição de espécies e abundância na margem de uma mancha, diferem das condições interiores e, em conjunto, diferem do efeito da margem. Quer um limite seja curvilíneo ou retilíneo, influencia o fluxo de nutrientes, água, energia e espécies através dele (Figura 7 e 8).

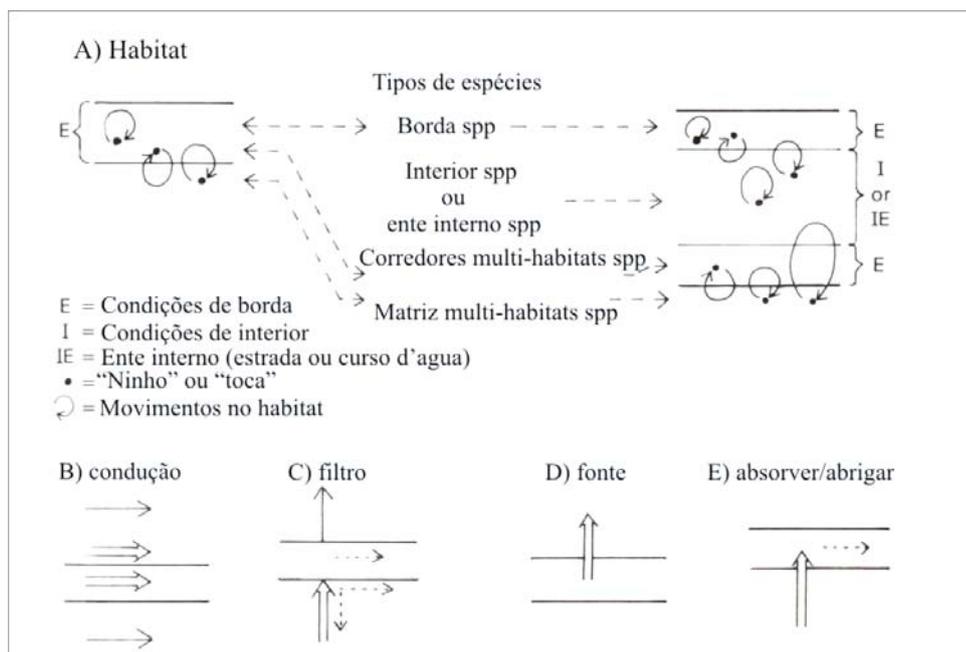


Figura 7 – As cinco funções dos corredores. (a) Corredor estreito à esquerda, corredor largo à direita; espécies multi-habitats (nicho ecológico mais largo), usam 1 ou 2 habitats. (b) probabilidade aumentada de movimento dentro e ao longo das margens do corredor. (c) a (e) movimentos e fluxos entre a matriz e o corredor (efeito de filtro, fonte ou sumidouro). (Fonte: Forman, 1995, p. 149).

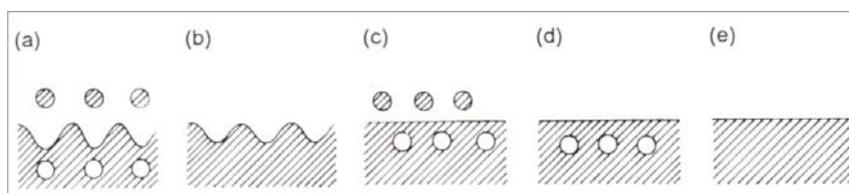


Figura 8 – Padrões de margens entre dois ecossistemas. A margem pode ser curvilínea ou retilínea, com pequenas manchas próximas de um, ou de ambos os ecossistemas. (Fonte: Forman, 1995, p. 83).

Os corredores são classificados por Marsh (1997) quanto a sua estrutura, independentemente de sua origem, uso humano e tipo de paisagem.

- a) **Corredores lineares (*line corridors*)** – Caminhos, estradas, limites de propriedades, valas de drenagem e canais de irrigação dominados por espécies específicas;
- b) **Corredores hídricos/ripários (*stream/riparian corridors*)** – Cursos d'água e margens de linhas d'água, variam em largura consoante a importância da linha hídrica, controlam o fluxo de água, nutrientes minerais, reduzindo assim a probabilidade de cheias, assoreamento e perda da fertilidade do solo;
- c) **Corredores de interflúvio (*interfluve corridors*)** – Topos-interflúvios, organizados em “dedos” e individualizados por entre os corredores de linhas d'água;
- d) **Corredores em grades (*grid corridors*)** – Associados a sebes, limites de estradas, valas de drenagem, decalcam uma estrutura retilínea e, por vezes, ortogonal, com células de diversas dimensões;
- e) **Corredores segmentados (*segmented corridors*)** – Quando um dos tipos anteriores é segmentado, basicamente, por atividade antrópica.

Face à contínua perda de habitats e isolamento das manchas naturais, é necessário e de extrema importância uma conectividade entre os elementos da paisagem. Para Farina (2000), a conectividade é o grau físico de conexão entre as manchas, sobretudo na forma de corredores de deslocamento para a fauna e pontos de apoio para esse movimento (*stepping stones*). Esse conceito baseia-se em pedras que, dispostas num rio, permitem a sua travessia.

Os corredores permitem a amplificação da biodiversidade, mas podem atuar também como barreiras ou filtros ao movimento de espécies. Exemplo disso é a morte de animais de várias espécies ao atravessar as estradas.

2.1.3. Matriz

Para Forman (1995), quando estamos em um lugar qualquer, provavelmente estamos na matriz. Esta recobre uma extensa área conectada e controla a paisagem e a dinâmica regional. A matriz constitui, embora de forma não aparente, o elemento mais importante para uma análise séria e compreensão efetiva da estrutura da paisagem.

A definição de matriz francamente subjetiva deve obedecer aos seguintes critérios (ver Figura 9):

- ▶ **Área relativa** – refere-se ao elemento da paisagem que é consideravelmente mais extenso que outros, parece lógico considerá-lo a matriz;
- ▶ **Conectividade** – a matriz é o elemento mais conectado com o restante dos tipos de manchas (num caso de *bocage*, embora a área seja menor, esse tipo apresenta maior conectividade);
- ▶ **Controle sobre a dinâmica** – a matriz exerce um controle maior na dinâmica da paisagem, dando origem à paisagem futura.

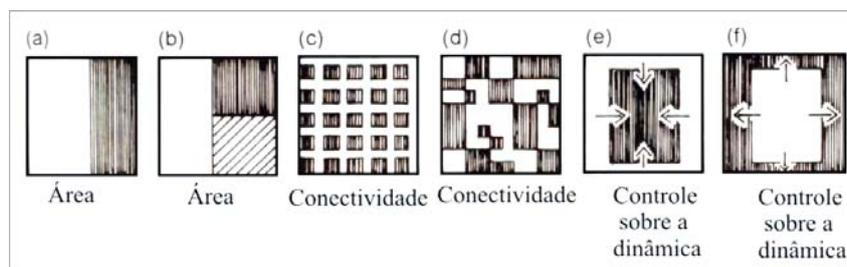


Figura 9 – Características determinantes da matriz da paisagem. A cor branca que indica os tipos de usos do território (*land-use*), é a matriz e cobre 60% de (a), 45% de (b), e 50% de (c), (d), (e) e (f). Em (e) e (f), as setas indicam a direção dos fluxos. O fator chave para a determinação da matriz é indicado para cada grade (área, conectividade, controle sobre a dinâmica). (Fonte: Forman, 1995, p. 277).

As mudanças na paisagem e no uso do solo são fatores de perda da biodiversidade e degradação ambiental, que para Rundel *et al.* (1998), significa:

“a degradação da paisagem é menos produtiva, menos resiliente, menos diversa, ou menos bonita e, normalmente implica na redução dos benefícios da economia. A degradação é a demonstração e mensuração da contínua mudança na paisagem, ou em atributos do ecossistema”.

O monitoramento da paisagem é fator primordial no planejamento racional de utilização da terra, face principalmente à velocidade de ocupação do espaço físico e ao pouco conhecimento dos recursos naturais nele existentes. Diante desse quadro, o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), torna-se cada vez mais essencial, na obtenção não só de informações primárias, mas também no inventário e gerenciamento da paisagem.

2.2 Sistema de Informações Geográficas (SIG)

O termo Sistema de Informações Geográficas (SIG) refere-se àqueles sistemas que efetuam tratamento computacional de dados geográficos. Possui a capacidade de armazenar a

geometria e os atributos de dados georreferenciados, ou seja, alocados na superfície terrestre e em projeções cartográficas.

De acordo com Burrough & McDonnell (1998), o SIG é um poderoso conjunto de ferramentas para coletar, armazenar e visualizar dados sobre o mundo real. É a tecnologia para manipular dados espaciais. Desenvolvido nos últimos anos, Farina (2000) coloca que são aplicados em vários campos, desde a escala local até a global.

Assad & Sano (2003) descrevem três grandes maneiras de utilizar-se um SIG: a) como ferramenta para a produção de mapas b) como suporte para análise espacial e c) como um banco de dados geográficos, com função de armazenamento e recuperação da informação espacial

Portanto, para Sanderson & Harris (2000) e Turner *et al.* (2001) a Ecologia de Paisagem e o SIG, como teoria e ferramenta respectivamente, possibilitam que a investigação possa processar dados conceitualmente coerentes com modelos que descrevem e explicam escalas desde locais, até regionais e continentais.

Para o estudo do zoneamento etno-ambiental, a Ecologia de Paisagem e o SIG, foram aplicados na conceitualização e espacialização dos dados da paisagem da área de Ligeiro.

2.3. Zoneamento ambiental e etno-ambiental

Frente a crescente preocupação da sociedade com a qualidade de vida e proteção ambiental, torna-se essencial o aproveitamento racional das potencialidades naturais oferecidas pela paisagem, visando à produção de alimentos, à preservação e conservação de recursos naturais. Para isso, Brasil (1984) coloca que é de fundamental importância, um planejamento básico adequado, pois toda a modificação introduzida em uma das variáveis do

sistema reflete direta ou indiretamente nas demais, perturbando o estado de equilíbrio do conjunto.

O zoneamento ambiental para PCBAP (1997) deve ter como ponto de partida, a adoção de uma metodologia de trabalho, baseada na compreensão das características e dinâmicas do ambiente natural e, fundamentalmente da sócioeconomia, visando a busca da integração das diversas disciplinas científicas, por meio de uma síntese do conhecimento a respeito da realidade da pesquisa.

O zoneamento ambiental, assim como o planejamento e gestão ambiental são, na realidade, o estudo de um determinado espaço físico da superfície em diferentes escalas, quer seja um país, estado, microbacia ou um município. Para Silva *et. al.* (2000) esse tipo de estudo possibilita avaliar os indicadores ambientais, a fim de estabelecer e conhecer os condicionantes ecodinâmicos que estão em equilíbrio atual, facilitando assim a diagnose e o prognóstico do uso e ocupação do terreno.

Denominamos este estudo de **zoneamento etno-ambiental**, por ser, além do estudo de um espaço físico, também o estudo da relação étnica e cultural do Povo Kaingang com as diferentes unidades ambientais. Por conseguinte, com as diferentes formas de uso dos recursos naturais disponíveis desenvolvidas pelos kaingang.

CAPÍTULO 3

MATERIAIS E MÉTODOS

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo de zoneamento etno-ambiental foi elaborado em quatro etapas: Etapa 1 – planejamento e fundamentação; Etapa 2 – diagnóstico de campo; Etapa 3 – integração e elaboração do modelo e Etapa 4 – conclusiva. Os passos de cada etapa estão ilustrados no fluxograma da Figura 10.

Etapa 1 – Planejamento e fundamentação Nessa etapa foi realizado o levantamento dos dados existentes como mapas, relatórios, bibliografias e obtenção dos materiais necessários ao desenvolvimento do estudo. Envolveu a seleção das informações sobre as características e dinâmica do meio físico, biótico e sócio-econômico e cultural.

Etapa 2 – Diagnóstico de campo Nessa etapa efetuou-se o diagnóstico dos meios físico (solos, hidrografia e geomorfologia), biótico (vegetação), sócio-econômico e cultural (agricultura e artesanato) e uso e ocupação da área. Foram gerados os conhecimentos básicos a serem integrados e interpretados nas fases subsequentes.

Etapa 3 – Integração e elaboração do modelo Essa etapa contou com a realização de análises integradas dos ambientes natural e sócio-econômico a fim de obter mapas derivados. A área de estudo possibilitou a identificação, delimitação e caracterização de distintas unidades de zoneamento da paisagem, baseado nos contrastes físico, biótico e sócio-econômico. Foi um trabalho desenvolvido com enfoque analítico (diagnósticos) e sistêmico (integração dos diagnósticos), não ficando restrito apenas a análises temáticas dos componentes envolvidos no processo, e sim acrescidos da percepção da dinâmica interdependente desses componentes.

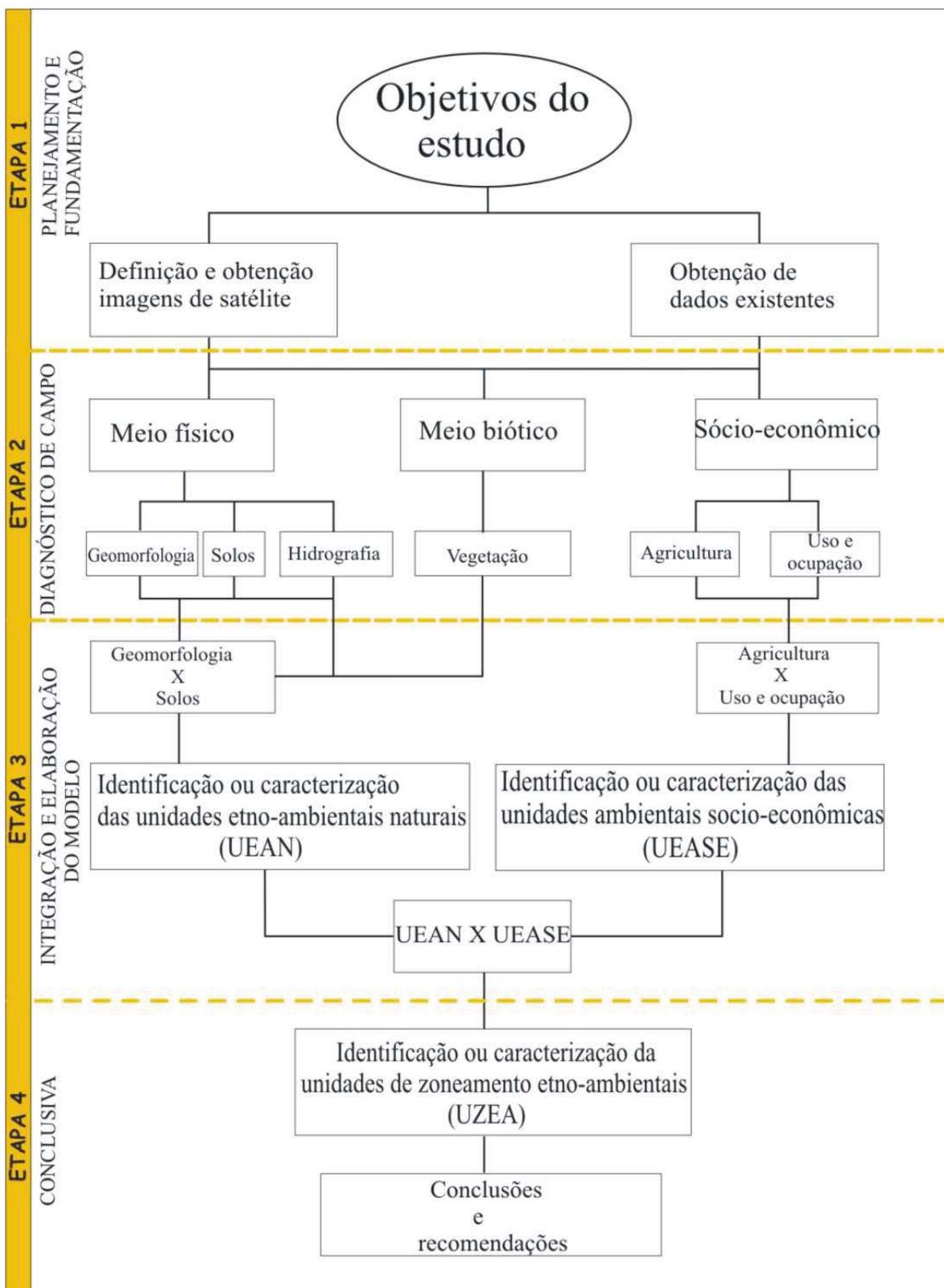


Figura 10 - Fluxograma da metodologia aplicada no estudo. (Adaptado de Silva *et al.*, 2000, p. 12).

Dessa forma, foram gerados mapas temáticos específicos, posteriormente sobrepostos, originando o mapa final das unidades de zoneamento etno-ambiental da T.I. Ligeiro.

Etapa 4 Conclusiva – Essa foi a etapa de conclusão e proposições, onde foram apresentadas algumas propostas de gestão e manejo de cada unidade de zoneamento da paisagem da área de estudo.

3.1. Meio físico

3.1.1. Solos

O levantamento das classes de solos consistiu-se em três fases: a) pré-campo; b) campo e c) pós-campo.

a) Fase pré-campo: Essa fase foi desenvolvida com o auxílio de cartas topográficas do Serviço Geográfico do Exército nas escalas de 1:50.000 e 1:250.000; imagem de satélite Landsat-7 sensor TM com resolução de pixel de 30 metros e composição colorida em falsa cor das bandas 3, 4 e 5 RGB.

b) Fase de campo: Nessa fase procedeu-se a uma vistoria geral da área, para efetuar o levantamento das classes de solos, material de origem, relevo e uso. Durante essa fase, foram descritas de forma preliminar as características físicas e morfológicas de cada classe, por meio de observações de perfis de cortes de estrada e áreas com solo exposto. Foi coletada 1 (uma) amostra composta para cada classe de solo, sendo que cada uma das amostras foi composta por 20 sub-amostras. As amostras foram coletadas nos perfis em profundidades variadas, de acordo com a espessura de cada solo, a fim de efetuar análises em laboratório. Apenas as sub

amostras correspondentes à classe do latossolo foram coletadas em áreas de cultivo, as demais, foram coletadas em áreas sob floresta.

c) Fase pós-campo: Nessa etapa as amostras de cada classe de solo foram encaminhadas para o Laboratório de Análises no Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para efetuar o diagnóstico dos seguintes componentes do solo: fósforo (P), potássio (K), alumínio (Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg), argila, pH, matéria orgânica (MO) e índice SMP. A síntese dos resultados permitiu classificar os solos com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA (1999).

3.1.2. Geomorfologia

Por meio de imagens de satélite Landsat 7, sensor TM, foram realizadas fotointerpretações da área de estudo preliminares ao levantamento de campo. No campo, a geomorfologia foi diagnosticada por meio de transectos com auxílio de GPS, bússola, cartas topográficas de Ibiçá (folha SH.22-V-B-II-1) e Sananduva (folha SG.22-Y-D-V-3) e mapa geológico da região.

As unidades geomorfológicas tiveram suas características morfométricas obtidas a partir de cartas topográficas na escala de 1:50.000. Foram adotados intervalos de declividade de 0-20%, 20- 30%, de 30-40% e declividades maiores de 40%. A partir disso, foi elaborado um mapa que contempla as principais classes de declividade, gerados, espacializados e impressos pelo Sistema de Informações Geográficas (SIG/Idrisi e Cartalinx).

3.1.3. Hidrografia

Para o diagnóstico da hidrografia da T.I. Ligeiro, foram utilizadas cartas topográficas e interpretação de imagens de satélite Landsat 7, sensorTM, combinação das bandas 3, 4 e 5

RGB em falsa cor. De acordo com Cooke & Doornkamp (1990), foi possível classificar os rios quanto a sua morfologia (Figura 11) e Shreve (1966) para a hierarquização dos mesmos, quanto a sua ordem (Figura 12). Além disso, foram feitos levantamentos de campo, onde foram observadas as dimensões e características físicas dos canais dos cursos d'água.

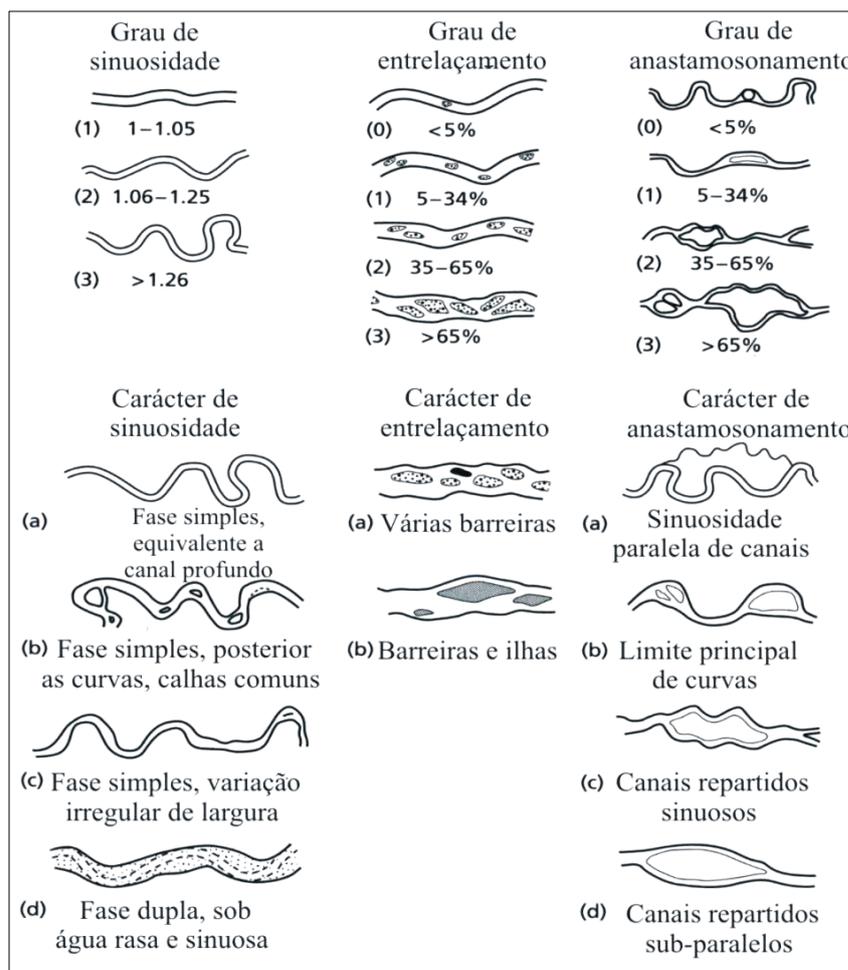


Figura 11 - Características morfológicas de cursos d'água. (Fonte: Leeder, 1990, p. 310).

A Figura 11 ilustra diferentes métodos e autores para classificar e/ou hierarquizar canais de drenagem, quanto a sua ordem. Na T.I. Ligeiro foi utilizado o método ilustrado na Figura 11c de Shreve (1966, apud Cooke and Doornkamp) para classificação da rede hidrográfica local.

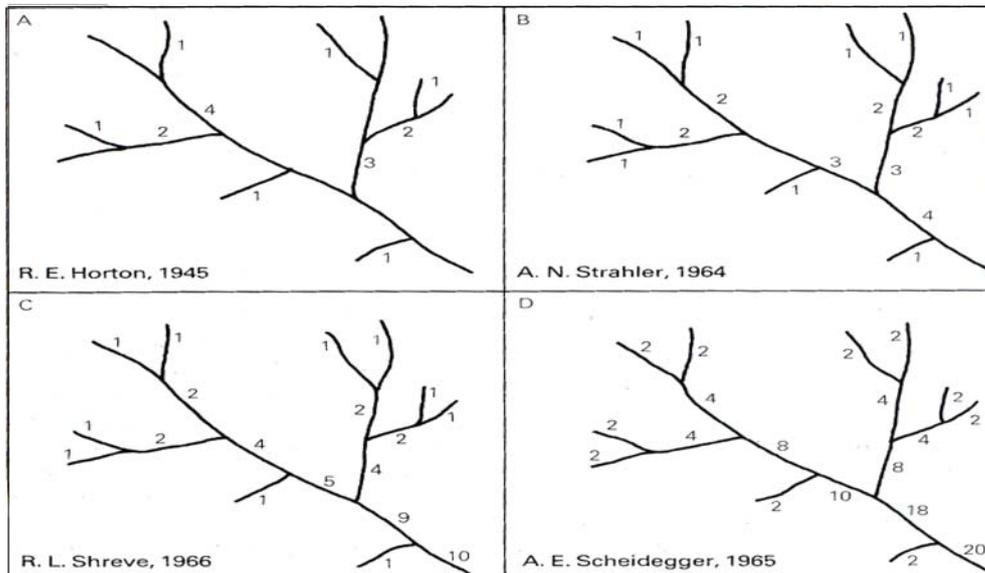


Figura 12- Métodos de hierarquização de canais de drenagem. (Fonte: Cooke & Doornkamp, 1990, p. 180).

3.2. Meio biótico

3.2.1. Levantamento da vegetação

O procedimento inicial do levantamento da vegetação foi desenvolvido por meio de interpretação de imagem de satélite Landsat 7, sensor TM e composição das bandas 3, 4 e 5 RGB em falsa cor. Posteriormente foram determinadas as caracterizações florística, fitofisionômica e fitossociológica para a secção de floresta, e, para a secção de capoeira, apenas a florística.

3.2.1.1. Caracterização florística

A listagem florística foi feita a partir de coletas botânicas. A identificação taxonômica das plantas coletadas contou com o auxílio do herbário do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e bibliografia de espécies catalogadas, como Backes & Nardino (1999) e profissionais da área.

3.2.1.2. Caracterização da fitofisionomia

As informações florísticas permitiram efetuar a caracterização fitofisionômica, junto com verificações de campo e consultas bibliográficas. Por meio de imagens de satélite Landsat 7 – TM, composição colorida das bandas 3, 4 e 5 (RBG) de janeiro de 2004, órbita ponto 222/079, foi possível espacializar as classes de vegetação. A interpretação das imagens foi visual, e os resultados foram armazenados em Sistema de Informações Geográficas, com a finalidade de gerar o mapa da cobertura vegetal.

3.2.1.3. Caracterização da fitossociologia

A caracterização fitossociológica foi realizada por meio de informações de literatura, amostragem, coleta de dados da estrutura da vegetação em campo e imagem de satélite. A escolha das duas formações vegetacionais (floresta e capoeira), foi devido a sua maior expressão fisionômica e geográfica na área avaliada.

As informações obtidas sobre a estrutura da vegetação como o PAP (perímetro a altura do peito), a distância e a altura total dos indivíduos amostrados, possibilitou o cálculo dos seguintes parâmetros fitossociológicos para a secção de floresta: DORi (dominância relativa), FAi (frequência absoluta), FRi (frequência relativa), AB (área basal), DRi (densidade relativa)

e IVI (índice de valor de importância). Para a secção de capoeira foi elaborado apenas o estudo da florística.

3.2.2. Floresta

Inicialmente efetuou-se o levantamento primário da vegetação que, para Cain & Castro (1959), consiste do reconhecimento e descrição das associações de plantas, seguidos da elaboração de lista da composição florística. Posteriormente, foram realizadas saídas de campo com o objetivo de elaborar um levantamento mais detalhado da cobertura vegetal e aplicação do método de amostragem, coleta e identificação das espécies. Outro procedimento aplicado foi a análise supervisionada, ou seja, de acordo com Adeniyi (1985), refere-se ao procedimento de classificação de imagens, e é assim considerado quando existe um conhecimento prévio da área de estudo, o que permite a seleção de amostras de treinamento confiáveis, que possibilitam a espacialização dos diferentes tipos de formação e composição da vegetação em mapas.

O método de amostragem aplicado na área de floresta foi o método do quadrante centrado em um ponto (Barbour, 1987). Cada quadrante possui área de 1 m², e foram dispostos de maneira equidistante ao longo de transeccionais em intervalos de 10 em 10 m (Figura 13), com extensão de 50 metros para cada transecção.

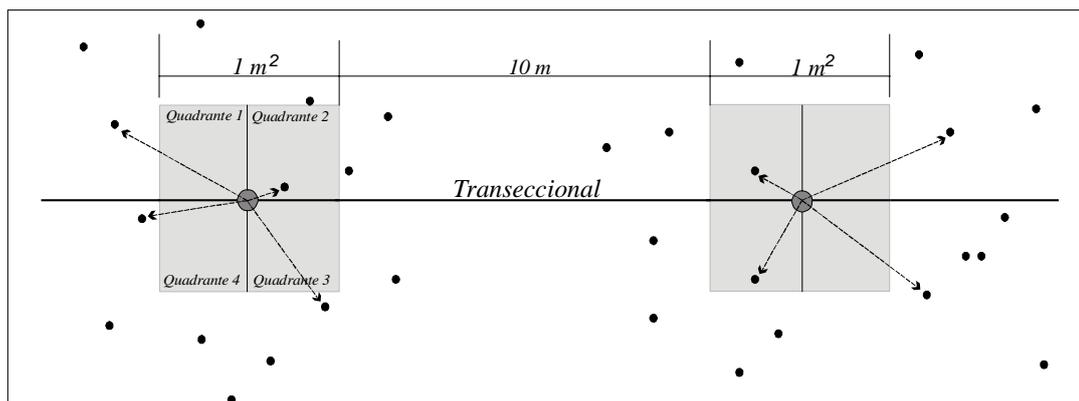


Figura 13 - Ilustração do método do quadrante centrado em um ponto.

Apenas um exemplar para cada quadrante foi amostrado, utilizando-se de dois critérios básicos para a escolha: a) o indivíduo mais próximo do ponto central do quadrante e b) o indivíduo com DAP (Diâmetro a Altura do Peito) acima de 5 cm (centímetros). Também foram registradas as distâncias entre o ponto central e cada exemplar amostrado, além da altura total de cada indivíduo.

3.2.3. Capoeira

A amostragem das formações de capoeira foi efetuada por meio do Método de Pontos (Barbour, 1987). Os pontos foram distribuídos em distâncias de 2 em 2 m entre si, em transeccionais com extensão de 50 m cada. Para cada exemplar localizado em cada ponto da transeccão, foi medida a altura, coletada e identificada a espécie. Foram utilizados como material de apoio: trena, fita métrica, cartas topográficas, GPS, bússola e jornal para preparação das exsiccatas.

3.3. Meio sócio-econômico

3.3.1. Área cultivada

O diagnóstico das áreas cultivadas foi previamente elaborado por meio de imagens de satélite Landsat 7, sensor TM, composição colorida das bandas 3, 4 e 5 RGB, que possibilitou a identificação e caracterização das áreas de cultivo. Visitas ao local do estudo possibilitaram diagnosticar e classificar os sistemas de manejo agrícola e o tipo de espécies cultivadas.

3.3.2. Uso e ocupação

Por meio de imagens de satélite Landsat 7, sensor TM, e composição das bandas 3, 4 e 5 RGB, realizou-se uma classificação prévia das formas de uso e ocupação da área.

No campo foram desenvolvidos diagnósticos das diferentes unidades ambientais que compõem o local de estudo. Entrevistas com membros da comunidade indígena de Ligeiro auxiliaram e acrescentaram informações sobre as atividades desenvolvidas no local, principalmente das sócio-econômicas e cultural, como a atividade agrícola e a confecção e comercialização de artesanatos.

3.3.3. Uso cultural das unidades etno-ambientais

A T.I. Ligeiro possui uma paisagem diversificada, cujas unidades etno-ambientais coincidem com as formas de dissecação do Planalto Meridional, que estruturam domínios específicos de solos, geomorfologia e composição florística (Inácio, 2003).

Para determinar as formas de uso das diferentes unidades, foram realizadas entrevistas direcionadas e entrevistas com membros da T.I. Foi necessário um período de convivência

com os Kaingang em Ligeiro, a fim de observar como e com que fins específicos cada unidade é explorada.

3.4. Geoprocessamento dos dados

O geoprocessamento foi utilizado neste estudo com o objetivo de fornecer ferramentas computacionais, a fim de avaliar e determinar as evoluções espaço-temporais de fenômenos geográficos e as interações entre esses fenômenos. Ao avaliar a área geográfica da T.I. Ligeiro para fins de zoneamento se fez necessário a escolha de variáveis explicativas, nesse caso, os tipos de solos, vegetação, geomorfologia e uso do solo da área estudada, além de determinar quais as contribuições de cada uma delas para a obtenção de mapas temáticos resultantes. Os mapas temáticos são conceituados por Assad & Sano (1998) como sendo mapas que descrevem, de forma qualitativa, a distribuição espacial de uma grandeza geográfica, por exemplo: os mapas de solos, geomorfologia, vegetação e uso do solo de uma determinada área. Para espacializar os dados em mapas foram utilizados os *softwares* Idrisi 32 e Idrisi Kilimanjaro e Cartalinx.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÕES

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Utilizando a metodologia prescrita no capítulo anterior, procedeu-se ao levantamento dos parâmetros ambientais do meio físico, biótico e sócio-econômico, a seguir descritos. Inicialmente foi realizado o diagnóstico das classes de solos, seguido da geomorfologia, hidrografia e da vegetação. Por fim, apresenta-se o diagnóstico sócio-econômico, e mapa final das zonas etno-ambientais (Figura 37), resultante da sobreposição dos seguintes *layers* (camada/estrato): vegetação, uso agrícola, e hidrografia. Os *layers* sobrepostos são subunidades de duas grandes unidades etno-ambientais que são: a) unidade de patamares elevados. Constituem os patamares P3 e P4 na área avaliada, localizados entre as altitudes com valores de cotas entre 600 metros e 730 metros. B) unidade de patamares menos elevados. São os patamares P1 e P2, situados entre as cotas 480 metros e 600 metros, predominantemente em áreas de encostas e próximas aos cursos d'água (Figura 35).

4.1. Geomorfologia e distribuição das classes de solos

Embora as unidades da paisagem zoneadas resultam de vários processos dinâmicos, tais como os de origem biótica, pedológica, clima, elas são principalmente condicionadas pela geomorfologia. Essa se expressa por meio das formas da superfície, dos materiais e das relações de processos e é pertinente para muitos aspectos da gestão do ambiente envolvendo esses fenômenos.

A área de estudo esta inserida na Bacia do Paraná, que constitui as terras altas do Planalto Meridional. Mais especificamente, nos terrenos dissecado pelo vale do Rio Uruguai, na região de interface entre o Planalto das Araucárias e o das Missões, os quais são subdomínios do Planalto Meridional no Rio Grande do Sul (Hermann & Rosa, 1990). Nessa

região predominam as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. Essa unidade estratigráfica pode alcançar até 1.500 m de espessura e é constituída de vários derrames de rochas vulcânicas ácidas e intermediárias. Segundo Milani (2000), essas rochas da Bacia do Paraná decorrem de derrames de lavas com idades entre o Neordoviciano e o Neocretáceo.

Conforme Menegat & Siviero (2002), são identificados na T.I. Ligeiro, pelo menos, três derrames de rochas olivina-basalto, intercalados por depósitos de rochas piroclásticas.

As características litológicas e estruturais do topo dos derrames controlaram a dissecação, que resultou na formação de patamares estruturais superpostos em diferentes altitudes. A esculturação desses patamares por canais fluviais encaixados em falhas geológicas gerou vales de diferentes profundidades, espigões de distintos comprimentos e grau de dissecação, mesetas e morros isolados na forma de cones.

O diagnóstico da T.I. Ligeiro identificou a organização da geomorfologia em quatro patamares estruturais, denominados por algarismos arábicos de 1 a 4, em ordem crescente das altitudes inferiores para as superiores. A distribuição e associação de quatro classes de solo – latossolo vermelho aluminoférrico, nitossolo vermelho aluminoférrico, cambissolo húmico e hístico e neossolo litólico eutrófico – está condicionada pelos patamares e declividade das vertentes entre os mesmos. A forma com que se associam, permitiu a identificação de cinco unidades de solos (ver Figura 14), como segue: cambissolo húmico e hístico, neossolo litólico eutrófico, nitossolo vermelho aluminoférrico, latossolo vermelho aluminoférrico e associação entre cambissolo e neossolo litólico.

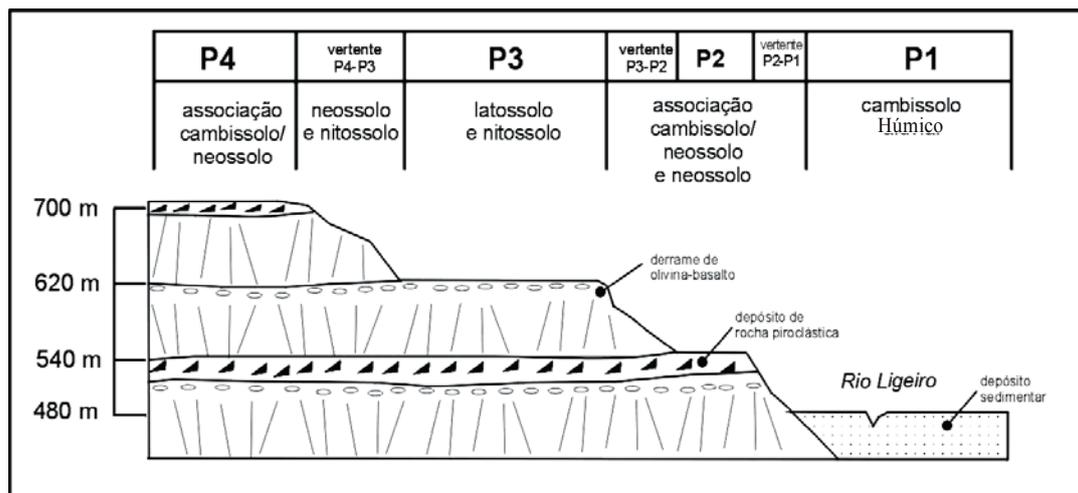


Figura 14 – Seção esquemática oeste-leste da geomorfologia e distribuição das classes de solos da Terra Indígena de Ligeiro. (Fonte Inácio *et. al*, 2003, p. 187).

O patamar 1 (P1) identifica as terras planas de mais baixa altitude relativa da área, em torno de 480 m. Ele é formado por depósitos sedimentares dos terraços fluviais do vale do Rio Ligeiro e segmento final do Rio dos Índios. Esse patamar apresenta como principal classe de solo o cambissolo húmico, que se distribui em terreno plano a suave ondulado, geralmente apresenta a seqüência de horizontes A e Bi (B incipiente) sobre depósitos aluviais e fluviais, dispostos ao longo das margens dos cursos de água. Apresenta elevado grau de preservação das matas ciliares, ao contrário das áreas de entorno da Terra Indígena (ver Figura 2).

O patamar 2 (P2), localizado em altitudes entre 520 m a 560 m, representa terrenos com pouca continuidade lateral que ocorrem como degraus na encosta do vale do Ligeiro. Nesses terrenos, distribui-se a associação cambissolo/neossolo litólico, que também ocorre na vertente entre o patamar 3 e 2 e entre esses e o patamar 1. Exibe, entre outras, a seqüência de horizontes A e R, A, C e R, A ou H, Bi e C ou R, R em terreno ondulado a forte-ondulado, onde o sistema de cultivo mais utilizado é o da coivara, embora não seja apto ao cultivo. O sistema de coivara, devido a sua grande necessidade em ter quantidades de massa seca, utilizada como material de combustão para limpar o local de cultivo é desenvolvido em áreas

com vegetação do tipo capoeira grossa e floresta, prejudicando o restabelecimento ou a permanência da cobertura vegetal. Esse sistema de cultivo de subsistência ainda é praticado devido a sua importância cultural, principalmente para o cultivo do feijão e milho. No entanto, não é mais desenvolvido em forma de rodízio ou pousio e, sim, em local permanente, dificultando a regeneração da cobertura originária.

A grande importância cultural do sistema de cultivo de coivaras, além da própria produção de milho e feijão, é o de propiciar um ambiente adequado ao estabelecimento de espécies silvestres comestíveis no local. São espécies de fácil colonização em ambientes perturbados pela ação do fogo, como o fuá (Figura15), a mandioca brava (*Manihot grahamii*), o dente-de-leão –(*Taraxacum officinale cf*) (Figura16) e outras de importância cultural para a culinária Kaingang.



Figura 15 –Espécime de fuá (Foto: Rualdo Menegat/Júlio C. Inácio).



Figura 16 – Espécime de dente-de-leão (*Taraxacum officinale*) (Foto: Rualdo Menegat/Júlio C. Inácio).

O patamar 3 (P3), o mais extenso, situa-se em altitude média de 620 m. Esse patamar estrutural é resultante da dissecação do vale do Ligeiro, e marca o limite entre derrames de rochas vulcânicas. Quando ocorre na vertente do Rio Ligeiro, possui a forma de pequenos espigões orientados na direção nordeste (NE) ladeado por arroios com extensão máxima de 8 km. Quando ocorre na vertente do Rio dos Índios, o terreno é suave ondulado, pois os talwegues dos afluentes desse rio estão menos dissecados do que os do Rio Ligeiro. Nesses terrenos suave ondulados emergem isolados feições mesiformes e coniformes, sendo o Morro Branco o mais alto da área com 713 m. Essas feições são morros testemunhos da dissecação do patamar. Nesse patamar, ocorrem as classes de latossolo vermelho e nitossolo vermelho, ambos aluminoférricos com excelente aptidão agrícola, as quais apresentam horizontes O, A, Bw (B latossólico) e C, além das disposições de horizontes O, A, Bn (B nítico) e C, respectivamente. A vegetação predominante é de porte arbóreo nas áreas das vertentes entre esse patamar e o patamar 4 (P4), e capoeira em locais próximos a áreas cultivadas. Nas zonas de cabeceira dos afluentes, em terreno plano, são comuns banhados com vegetação higrófila e outras espécies de grande importância cultural como o caraguatá (*Eryngium sp.*).

Nas áreas mais altas, em altitudes de 740 m, está o patamar 4 (P4), que marca a superfície de topo dos morros isolados e dos espigões orientados a nor-nordeste. O cambissolo ocorre no patamar 4, podendo ainda estar associado ao neossolo litólico nesse patamar em terreno ondulado a suave ondulado, com horizontes A, Bi (B incipiente) e C, ou R, R.

Entre um patamar e outro se dispõem as vertentes P4-P3, P3-P2 e P2-P1, cujo gradiente pode variar desde 20% a 70%, sendo ocasionalmente vertical (Figura 17).

O neossolo litólico possui ocorrências isoladas distribuídas nas vertentes com terreno montanhoso a forte ondulado, entre os patamares P4-P3 e, com maior extensão, entre os patamares P3-P2 e P2-P1. Apresenta a seqüência de horizontes A, R, e, ocasionalmente, A, C e R, ou A, C. Essa unidade admite diferentes tipos de horizontes superficiais, incluindo o orgânico O e o hístico H.

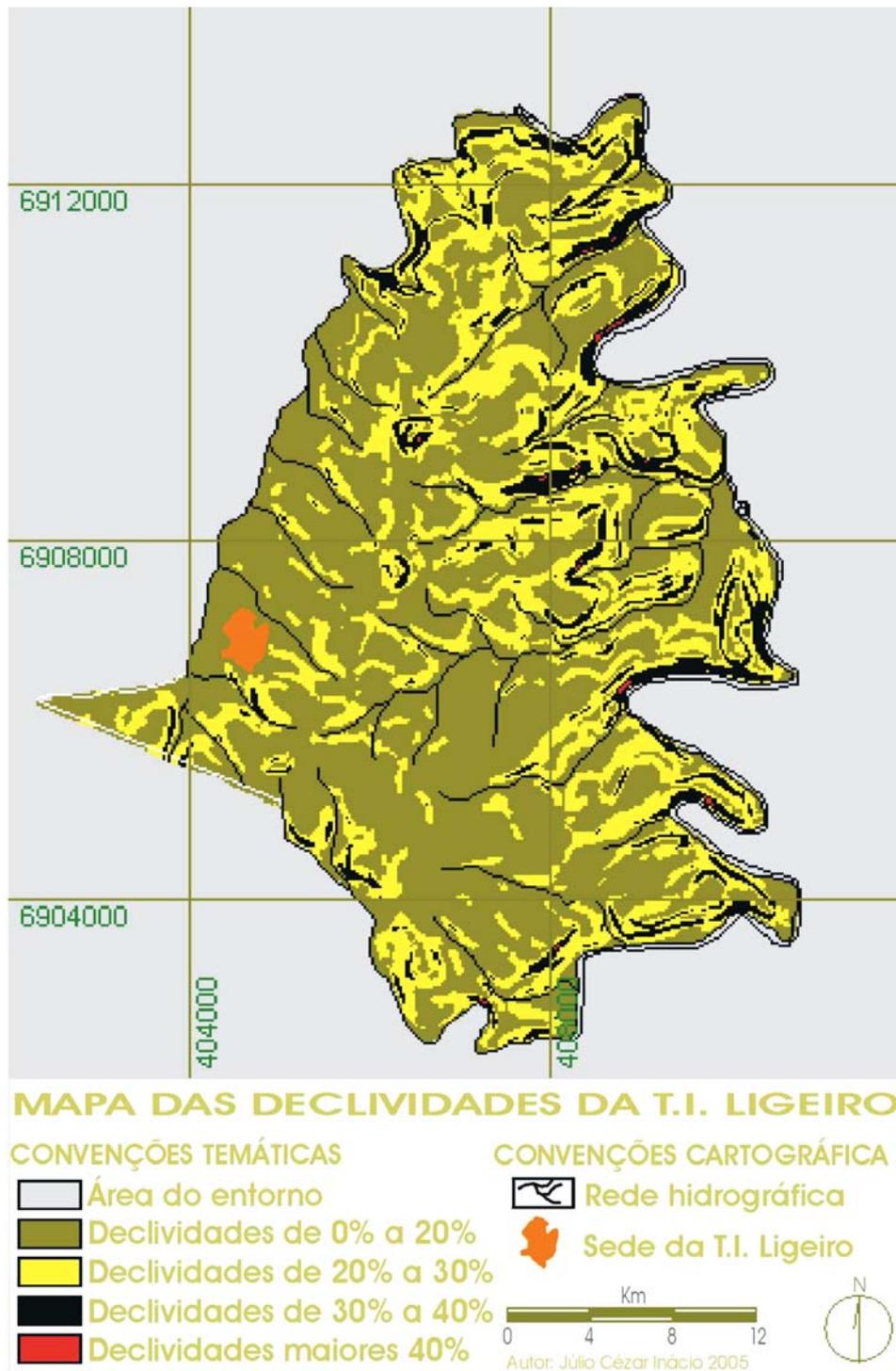


Figura 17 – Mapa das declividades da T.I. Ligeiro.

4.1. Mapeamento do solo

O solo, assim como qualquer outro recurso natural, necessita de profundo conhecimento de suas limitações e potencialidades, para ser aproveitado de forma sustentável (Silva *et al.*, 2002). O solo pode ser classificado como um conjunto de corpos naturais, constituído por partes sólidas líquidas e gasosas Streck *et. al.* (2000).

O mapeamento do solo constituiu um conjunto de informações que, aliados às peculiaridades locais, permitiu planejar e recomendar atividades compatíveis com suas potencialidades e restrições. O mapeamento forneceu subsídios à elaboração do zoneamento etno-ambiental da T.I. Ligeiro, onde foi produzido um mapa de solos na escala de 1:50.000, cujas classes definidas estão descritas e ilustradas a seguir, bem como espacializadas na figura 18.

4.1.1. Definição e caracterização das classes de solos

4.1.1.1. Latossolo vermelho aluminoférrico (LVaf)

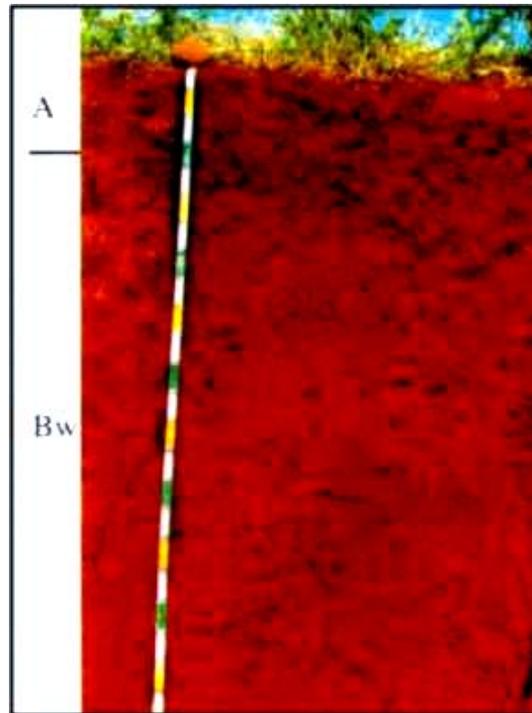


Figura 18 –Latossolo vermelho aluminoférrico – Unidade de mapeamento Erechim. (Fonte: Streck *et al.*, 2002).

Os latossolos independentemente de sua subdivisão, são solos extremamente desenvolvidos, profundos e bem drenados. São solos minerais não hidromórficos, cuja característica mais marcante é a presença de um horizonte B latossólico¹ (horizonte diagnóstico subsuperficial). Geralmente, apresentam a seqüência de horizontes A, Bw e C, onde o horizonte Bw é do tipo B latossólico. Apresentam pouca diferenciação de horizontes, com transição normalmente difusa ou gradual. Em distinção às cores mais escuras do A, o

¹ É um horizonte B sem gradiente textural em relação ao horizonte A. Argila de baixa atividade (<17 cmol_c/KG de argila); baixo teor de minerais intemperizáveis (< 4%) e de fragmentos de rochas (<5%), com textura franco arenosa ou mais argilosa. É o horizonte diagnóstico dos latossolos.

horizonte B tem aparência mais viva, as cores variam desde amarelas e bruno-acinzentadas até vermelho-escuro-acinzentadas, nos matizes 2,5YR a 10YR².

Ocorrência

Os latossolos ocorrem no estado do Rio Grande do Sul, em áreas da região do Alto Uruguai, bem como na região dos Campos de Cima da Serra, Planalto Médio e das Missões.

Na área de estudo, os latossolos aluminoférricos se distribuem em sua maior parte na unidade geomorfológica do patamar 3 (P3), o mais extenso, situado em altitude média de 620 m, em terreno suave ondulado, tendo como material de origem o basalto.

Aptidão ao uso agrícola

Devido as suas propriedades físicas oferecerem condições ideais, os latossolos aluminoférricos possuem uma boa aptidão agrícola. Mesmo assim, esse tipo de solo apresenta limitações ao cultivo. Devido ao alto teor de alumínio trocável (Al^{+++}) presente no perfil, o pH apresenta-se baixo, entre 5,0 e 5,8. Diante desse nível de pH, faz-se necessário a aplicação de determinada dosagem de carbonato de cálcio ($CaCO_3$), com o objetivo de neutralizar o Al^{+++} , a fim de evitar o antagonismo em relação a outros nutrientes e a intoxicação das plantas pela absorção desse elemento. A aplicação de $CaCO_3$, também tem o objetivo de elevar o pH próximo ao valor 7,0.

Em ligeiro os latossolos são utilizados com culturas anuais de inverno e verão sob o sistema de plantio direto. Eventualmente, também são cultivadas pequenas áreas isoladas com sistema convencional de cultivo.

² Refere-se a valores atribuídos às cores dos solos, ou seja, cada cor é representada por um valor, e são obtidos de tabelas utilizadas na classificação dos solos.

4.1.1.2. Neossolo litólico eutrófico (RLe)

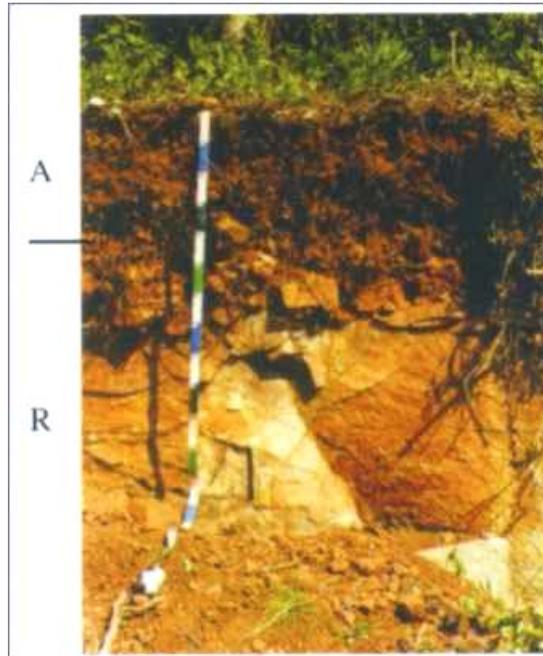


Figura 19 – Neossolo litólico – Unidade de mapeamento Charrua. (Fonte: Streck *et al.*, 2002).

Os neossolos são solos pouco desenvolvidos e rasos, podem apresentar no perfil, uma seqüência de horizonte A-R, A-C-R, O (orgânico)³-R ou H (hístico)⁴-C. São solos com formação muito recente, podendo ser encontrados em diversas condições de relevo e drenagem.

³ Horizonte O (orgânico) é um horizonte diagnóstico superficial onde os materiais (restos vegetais e animais) encontram-se em estágio avançado de decomposição.

⁴ Horizonte H (Hístico): é um horizonte diagnóstico superficial onde os materiais (restos vegetais e animais) encontram-se em estágio inicial de decomposição.

A classificação neossolo litólico, é designada quando este tipo de solo apresenta um horizonte A ou O assentado diretamente sobre a rocha parcialmente alterada (horizonte C) ou a rocha inalterada (horizonte R).

Ocorrência

É uma classe de solo que ocorre nas regiões da Encosta Inferior do Nordeste e no Vale do Uruguai, ocupando as encostas de relevo mais acentuadas. Também há ocorrência de neossolos litólicos em relevo ondulado a forte ondulado da Serra do Sudoeste, Encosta Superior do Nordeste e Campos de Cima da Serra (Streck *et al.*, 2002).

Na área avaliada, entre um patamar geomorfológico e outro se dispõem as vertentes dos patamares P4-P3, P3-P2 e P2-P1 (Figura 19), cujo gradiente pode variar entre 20° e 70°, sendo, ocasionalmente, vertical.

O neossolo litólico possui ocorrências isoladas distribuídas nas vertentes com terreno montanhoso a forte ondulado, entre os patamares P3-P4 e com maior extensão entre os patamares P3-P2 e P2-P1.

Aptidão ao uso agrícola

Devido a sua pequena espessura e por ocorrer, geralmente, em áreas com relevo forte ondulado e montanhoso, e, ainda, por terem baixa tolerância a perdas de solo causadas principalmente pela erosão hídrica, os neossolos litólicos apresentam fortes restrições ao cultivo de plantas anuais. No entanto, quando apresentam perfil com seqüência de horizontes A-C e contato sobre a rocha em estágio avançado de alteração e declividade menor que 15%, podem ser cultivados mediante práticas conservacionistas intensivas, com o mínimo possível de perda do solo. Com as práticas conservacionistas, pode-se cultivar o solo sem depauperá-lo significativamente (Lepsch, 2002).

Em algumas áreas isoladas na T.I. Ligeiro, ocorre a prática de um sistema de plantio muito antigo, o sistema de coivaras. Esse sistema consiste em derrubada da mata para produção de massa seca, a qual posteriormente é queimada para limpar o local de cultivo. Essa pratica é realizada totalmente manual, em relevo forte ondulado, onde são cultivados o feijão e o milho para subsistência.

Os locais de ocorrência dos neossolos litólicos onde não há cultivo, estão sob a mata preservada, as quais são exploradas apenas para coleta de material para a confecção de artesanato, medicina e coleta de espécies comestíveis.

4.1.1.3. Cambissolo húmico alumínico (CHa)

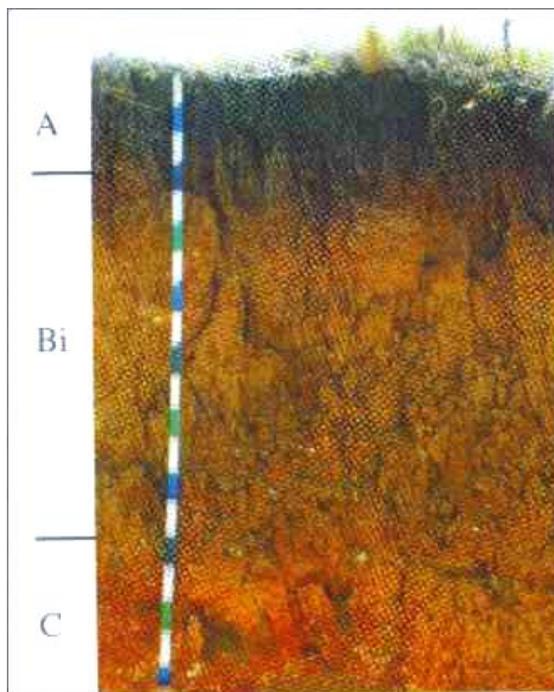


Figura 20 – Cambissolo húmico alumínico – Unidade de mapeamento Farroupilha. (Fonte: Streck *et al.*, 2002).

Os cambissolos compreendem solos constituídos por material mineral, apresentando no perfil uma seqüência de horizontes A-Bi-C ou O-A-Bi-C, onde o horizonte Bi é do tipo incipiente⁵. Essa classe de solo pode apresentar espessuras variadas, desde rasos a profundos, podendo estar sujeitos a drenagens imperfeitas ou boas, dependendo da posição que ocupam na paisagem.

Esse tipo de solo encontra-se em processo de formação, razão pela qual apresenta características insuficientes para serem enquadrados em outras classes de solos mais desenvolvidos.

A denominação cambissolo húmico alumínico é em função do elevado teor de matéria orgânica (MO) e da presença de um horizonte superficial do tipo “A” húmico. São solos extremamente ácidos devido a presença do hidrogênio “H” e, significativa toxidez às plantas pela presença do alumínio “Al”.

Ocorrência

Os cambissolos húmicos são solos que ocorrem em ambientes com índice pluviométrico elevado e temperaturas baixas, possibilitando a acumulação de matéria orgânica.

Nos Campos de Cima da Serra, esse tipo de solo é encontrado em associação com os neossolos litólicos em relevo ondulado a forte ondulado. Na região da Encosta Superior do Nordeste, os cambissolos húmicos estão associados com os alissolos e neossolos litólicos em relevo ondulado (Streck *et. al.*, 2002).

⁵ Horizonte B incipiente: é um horizonte B em formação, mas com desenvolvimento de cor e estrutura suficiente para ser distinguido do horizonte A e C. pode apresentar fragmentos de rochas (< 50 % do volume). É o horizonte diagnóstico dos Cambissolos.

Em Ligeiro, essa classe de solo distribui-se em áreas de várzeas, podendo ser facilmente confundido com neossolos flúvicos. Embora a sua formação nessas áreas seja originada de sedimentos aluviais mais antigos, os conhecimentos atuais de solos no Brasil são suficientes para mostrar que parte desses solos se enquadra como cambissolos, tendo em vista a presença de horizontes subsuperficiais identificados como horizonte B incipiente.

O cambissolo húmico alumínico também está presente na área de estudo, ao longo das margens do Rio Ligeiro e segmento final do Rio dos Índios, sob mata ciliar bem preservada, além de estar presente em menor proporção nas maiores altitudes do patamar geomorfológico P4, associado ao neossolo.

Aptidão ao uso agrícola

Os cambissolos húmicos da região dos Campos de Cima da Serra sofrem limitações climáticas como geadas e baixa insolação. Apresentam aptidão restrita para culturas de verão e melhor condições para fruticultura de clima temperado, como macieiras e pereiras, além de silvicultura e pastagens. Na região da Encosta Superior do Nordeste, incluindo a área de estudo, apresentam aptidão para culturas anuais e fruticultura de pequena extensão. Devido ao alto grau de acidez e a restrita disponibilidade de nutrientes, o uso agrícola desses solos exige práticas intensivas de conservação e aplicação de elevados níveis de corretivos e fertilizantes.

Na área de estudo, são utilizados pequenos espaços dessa classe de solo para prática de atividades agrícolas, principalmente nas margens do Rio Ligeiro e Rio dos Índios, e eventualmente no patamar P4.

4.1.1.4. Nitossolo vermelho latossólico (NVI)

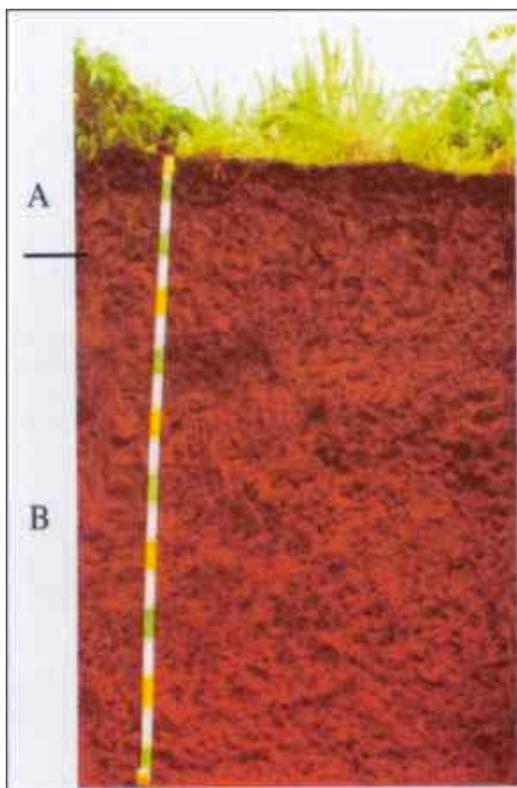


Figura 21 – Nitossolo vermelho latossólico – Unidade de mapeamento Estação. (Fonte: Streck *et al.*, 2002).

Os nitossolos são solos bem desenvolvidos e profundos e apresentam uma seqüência de horizontes A, B e C, onde o horizonte B é do tipo nítico⁶. Essa classe de solo é muito semelhante aos latossolos, pois possuem pouco incremento de argila em profundidade no perfil e transição difusa ou gradual entre horizontes. A distinção dos horizontes se torna difícil devido à homogeneidade ao longo do perfil. Os nitossolos se distinguem pela estrutura mais

⁶ Horizonte B nítico é um horizonte com baixo gradiente textural em relação ao horizonte A, apresenta estrutura bem desenvolvida com agregados brilhantes pela serosidade. É o horizonte diagnóstico dos nitossolos.

desenvolvida do horizonte B, que apresentam estruturas brilhantes (cerosidade), característicos do horizonte B nítico. Os nitossolos vermelhos latossólicos apresentam baixa saturação por bases (< 50%), altos teores de ferro (15 – 36%) e horizonte B latossólico logo abaixo do horizonte B nítico.

Ocorrência

A ocorrência dos nitossolos se dá preferencialmente em relevo suave ondulado a ondulado. Essa classe de solo pode ser encontrada em regiões do Planalto, Missões até o Alto Uruguai, geralmente associados com os latossolos. A T.I. Ligeiro é um exemplo desse tipo de associação, onde na vertente entre os patamares geomorfológicos P4-P3 os nitossolos estão associados aos neossolos litólicos, e, no patamar P3, em relevo suave ondulado, se associam aos latossolos (Figura 16). Podem ser registradas também as presenças dos nitossolos na transição da Encosta Inferior do Nordeste para a região da Depressão Central, geralmente associados com chernossolos e neossolos litólicos eutróficos.

Aptidão ao uso agrícola

Em função das condições de relevo em que ocorrem e suas propriedades físicas (profundos, bem drenados, bem estruturados, etc.), os nitossolos apresentam boa aptidão ao uso agrícola. No entanto, devido às características químicas, como baixo pH e baixa capacidade de troca catiônica (CTC), os nitossolos necessitam de correção da sua fertilidade química a fim de oferecer melhores condições de produtividade.

4.1.2. Análise química do solo

A formação dos solos, a partir de diferentes materiais de origem e fatores ambientais distintos, ocorre mediante vários processos químicos, físicos e biológicos. A interação entre

alguns desses processos, dão origem a solos com diferentes características, principalmente químicas.

Na análise química realizada dos componentes da fertilidade do solo da T.I. Ligeiro, um dos parâmetros observados como diferenciador para a classificação das classes de solos foi o teor de argila (%). De acordo com o Manual de adubação e calagem (2004) podem ser definidas até 5 classes diferentes de solos que são:

- **Classe 1**, são solos com mais de 55% de argila. Enquadra-se nessa classe o latossolo vermelho distroférico (>56% de argila) e o nitossolo vermelho distroférico (>56% de argila), ambos presentes na T.I. Ligeiro (ver Tabela 1).
- **Classe 2**, são solos que apresentam teores de argila entre 41% e 55%. Estão incluídos nessa classe os cambissolos húmico e hístico (46% e 53% de argila respectivamente) e o neossolo litólico eutrófico (47% de argila), também estão presentes em Ligeiro (Tabela 1).
- **Classe 3**, são solos pertencentes a essa classe os que apresentam teores de argila entre 26% e 40%. Na área de estudo não foi identificado nenhum tipo de solo que pudesse ser incluído nessa classe.
- **Classe 4**, são solos dessa classe aqueles com teores entre 11% e 25% de argila. Não foram encontrados em Ligeiro solos que se enquadrassem nessa classe.
- **Classe 5**, são solos que apresentam teores abaixo de 10% de argila. Também não foram encontrados na T.I. Ligeiro solos com esse teor de argila.

Tabela 1 - Análise química das classes de solos

Classe	Argila (%)	pH (H ₂ O)	Índice SMP	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	MO (%)	Al _{troc}	Ca _{troc}	Mg _{troc}
RLe	47	6.2	6	11	221	7.4	5.8	24.8	4.4
LVaf	>56	4.9	5.6	4.5	244	5	0.8	5.8	1.9
CHa	46	5.6	5.8	9.3	>400	7.6	0	11.8	3.7
Cla	53	5.5	5.9	2.9	62	3.4	0	8	2.8
NVdf	>56	6.2	6.6	5	153	3.9	0	8.6	4
					% SAT da CTC		RELAÇÕES		
Classe	AL+H (cmol _c /dm ³)	CTC (cmol _c /dm ³)		Bases	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	
RLe	4.4	34.1		87	0	6	44	8	
LVaf	6.9	15.2		55	5.3	3.1	9	3	
CHa	5.5	22.3		75	0	3.2	9	2.9	
Cla	4.9	15.8		69	0	2.9	50	18	
NVdf	2.2	15.2		86	0	2.2	22	10	

Onde:

RLe - Neossolo litólico eutrófico

LVaf - Latossolo vermelho aluminoférrico

CHa - Cambissolo húmico

Cla - Cambissolo hístico

NVdf - Nitossolo vermelho distroférrico

P - Fósforo

K - Potássio

MO - Matéria orgânica

Al - Alumínio

Ca - Cálcio

Mg - Magnésio

H - Hidrogênio

CTC - Capacidade de troca de cátions

cmol_c - Centimol de carga

dm³ - Decímetro cúbico

mg - Miligrama

% - Percentual

troc - Trocável

Para cada classe de solo também foram determinados os níveis críticos de pH, MO, Ca e Mg (Tabela 2). O valor do nível crítico corresponde, ao início da faixa suficiente na interpretação da análise. Os teores de nutrientes no solo, inferiores ao nível crítico são classificados nas seguintes faixas de interpretação: limitante, muito baixo, baixo e médio.

Tabela 2 – Valores padrão para a interpretação de análise de pH, MO, Ca e Mg. (Modificado de Gianello *et.al.*, 1995, p. 45).

Interpretação	pH	MO -----%-----	Ca -----cmol/dm ³ -----	Mg
Muito baixo	<5.0	=====	=====	=====
Baixo	5.0-5.5	<2.5	<2.0	<0.5
Médio	5.6-6.0	2.5-5.0	2.0-4.0	0.5-1.0
Alto	>6.0	>5.0	>4.0	>1.0

Ao comparar-se os valores da Tabela 2, em relação a Tabela 1, pode-se observar que o valor de pH para o latossolo vermelho aluminoférrico, atingiu o nível crítico com o valor de 4,9 de pH, lembrando que essa classe de solo foi a única amostrada em área de cultivo intensivo (plantio direto). Essa pode ser a causa do baixo valor de pH, devido a alta concentração de fertilizantes utilizados na adubação para a produção de grãos, principalmente aqueles fertilizantes a base de Nitrogênio como os nitratos e a uréia. Os valores de alumínio (Al) e alumínio associado ao hidrogênio (Al+H), também são maiores para o latossolo em relação às outras classes de solos, a alta concentração desses elementos no solo são indicadores de acidez, e justificam o baixo valor de pH de 4,9, registrada para essa classe por meio do laudo de análise química do solo.

Os cambissolos húmico e hístico apresentam valores de pH que correspondem entre baixo e médio, com 5,6 e 5,5 respectivamente. As amostras dessa classe de solo foram coletadas em área de floresta, onde não ocorre influencia antrópica nos níveis de fertilidade do solo.

O neossolo litólico eutrófico e o nitossolo vermelho aluminoférrico apresentaram igual valor de pH de 6,2, considerado como alto, ou seja, mais próximo ao pH alcalino.

A matéria orgânica (MO) apresentou valores altos para as classes de solos neossolo, latossolo e cambissolo húmico. Por outro lado, o nitossolo e o cambissolo hístico demonstram valores médios. Os teores de MO são influenciados por fatores ambientais, como temperatura, altitude e umidade. Esses fatores podem servir de parâmetros para explicar a variação nos teores de MO entre as classes de solos na T.I. Ligeiro.

Como exemplo, o cambissolo hístico com teores de MO de 3,4 %, está presente no Patamar 1 em locais de menores altitudes e maior umidade, porém, as terras baixas sofrem pouca incidência de luz solar e, conseqüentemente, apresentam temperaturas menores, o que, por sua vez, diminui a aceleração do processo de produção da MO. O latossolo com valores de 5%, está presente no patamar 3, com umidade, temperatura e altitude favoráveis. Deve-se ressaltar que o latossolo está sob um sistema de manejo agrícola, o qual é feito de forma que todo resíduo da cultura anterior permaneça na superfície, contribuindo para a rápida decomposição e produção de MO.

O cálcio (Ca) apresenta os maiores valores para o neossolo e o cambissolo húmico com 24,8 cmol/dm³ e 11,8 cmol/dm³, respectivamente. Isso pode ser explicado pelo tipo de material de origem e grau de intemperização do mesmo, assim como por vários outros fatores ambientais, como o nível de precipitação e lixiviação de nutrientes. Dessa forma, se ocorrerem maiores precipitações, a lixiviação tende também a ser maior. Porém, o nível de magnésio (Mg) para o latossolo é muito baixo em relação às demais classes de solos, podendo ser

conseqüência da falta de utilização de calcário dolomítico (rico em Mg), nas áreas de produção agrícola.

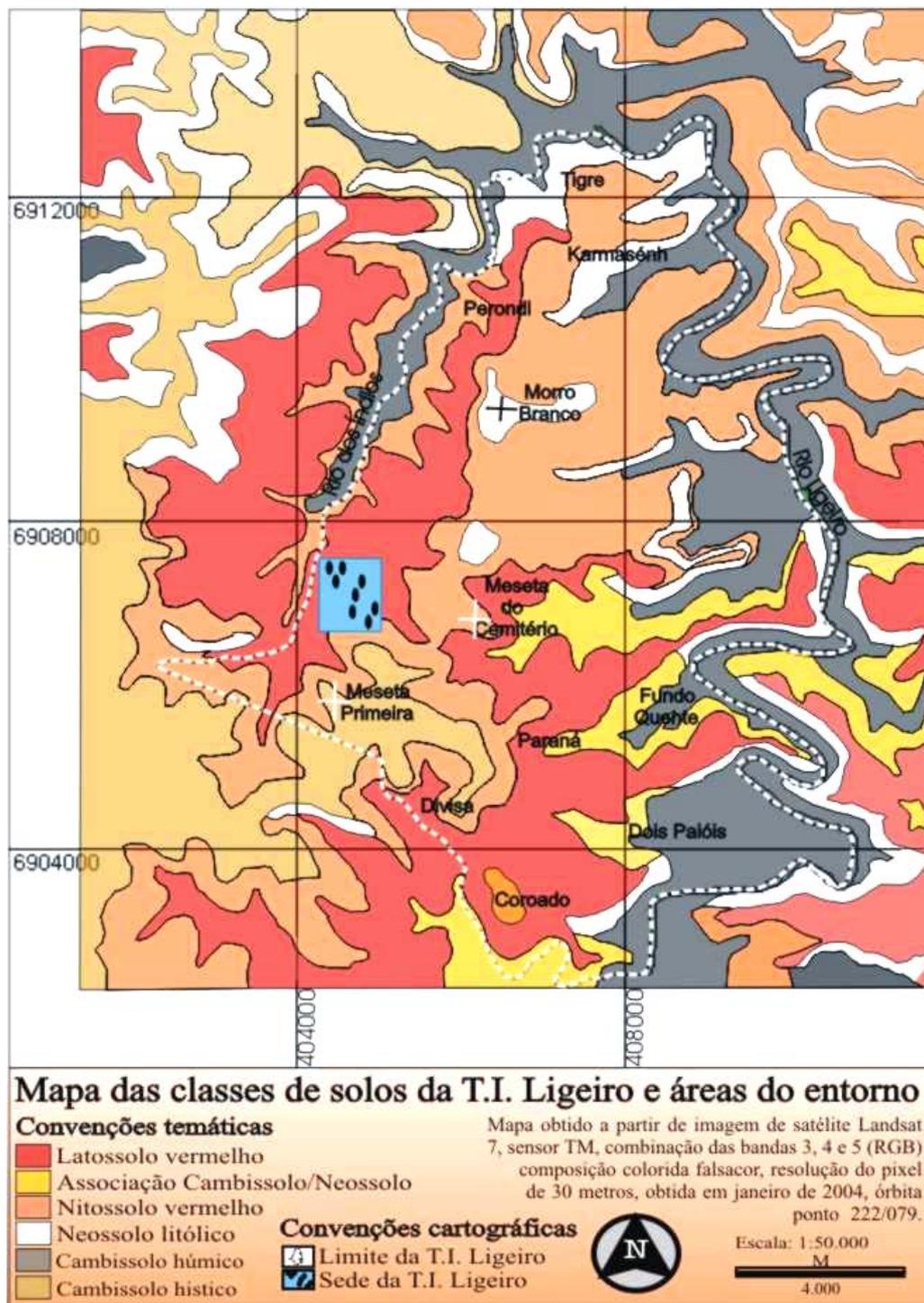


Figura 22 - Mapa das classes de solos da T.I. Ligeiro e áreas do entorno.

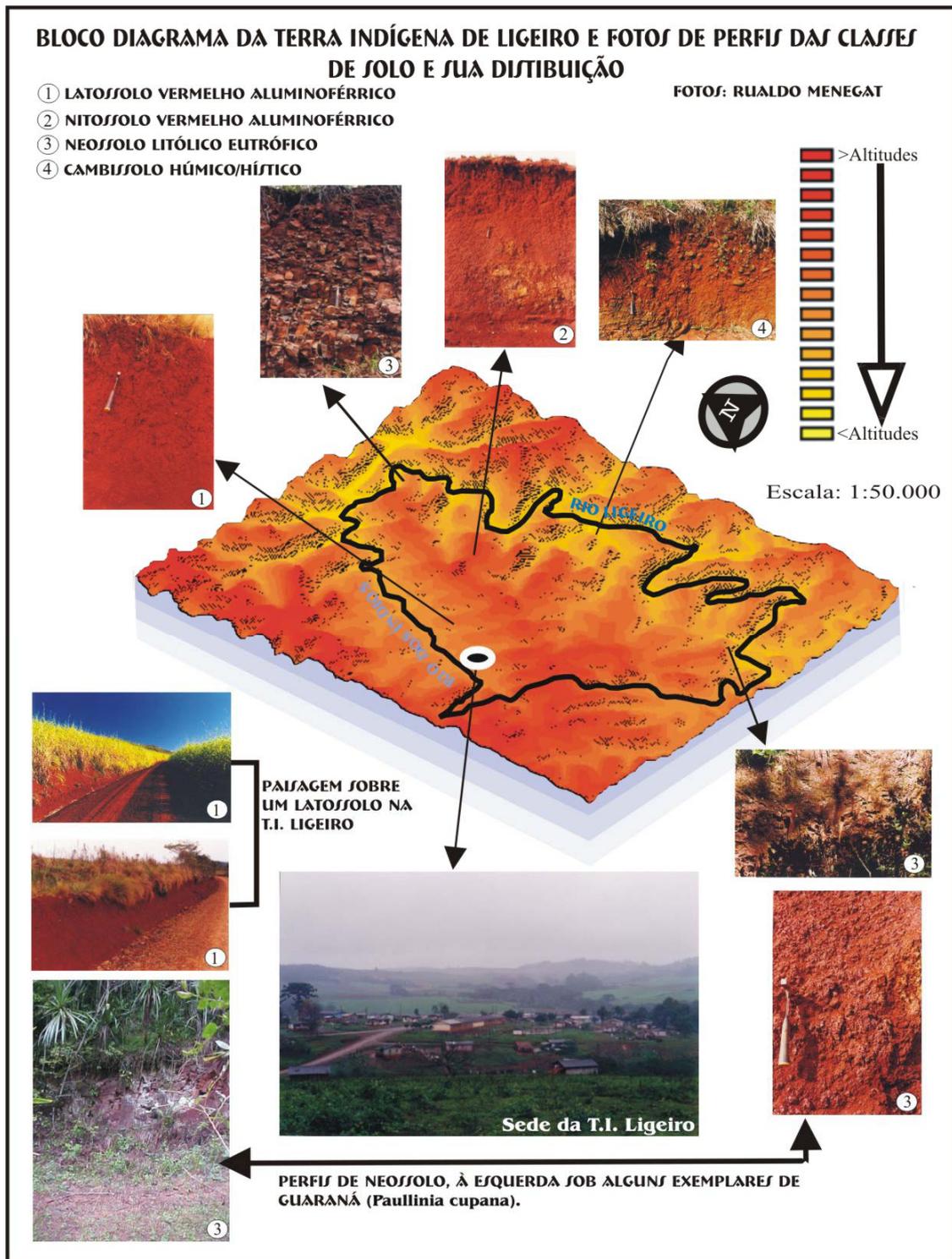


Figura 23 - Bloco-diagrama da morfologia da T.I. Ligeiro e distribuição das classes de solos.

4.2. Hidrografia

A análise da hidrografia em subsistemas de canais que compõem os sistemas de drenagem requer, por vezes, a delimitação da área de contribuição de águas para um determinado ponto, ou seja, o traçado dos divisores de drenagem, cuja linha de contorno define os limites da área da bacia que convergem para um determinado ponto da bacia de drenagem.

A T.I. Ligeiro faz parte dos terrenos dissecados do vale do Rio Ligeiro, afluente do Rio Uruguai na região de interface entre o Planalto das Araucárias e o das Missões. Em Ligeiro, os cursos d'água compreendem canais fluviais que não ultrapassam 8 km de extensão, com exceção do Rio Ligeiro. Este apresenta uma morfologia que compreende, de acordo com Leeder (1999), um grau de sinuosidade $> 1,26$, grau de entrelaçamento $< 5\%$ e grau de anastomose também $< 5\%$. Isso caracteriza o Rio Ligeiro como um rio meandrante encaixado, com leito cascalhoso a rochoso, onde as barras arenosas longitudinais estão ausentes, bem como venulações laterais. Vários afluentes do Rio Ligeiro nascem dentro da própria T.I. (Figura 23) até desaguar nele.

A hidrografia foi definida como um dos mais importantes componentes das unidades etno-ambientais, devido a grande importância cultural. A pesca, uma das atividades principais da cultura Kaingang, ainda é muito praticada, na qual utiliza-se um instrumento confeccionado pelos próprios indígenas, é o *parj* (pronuncia-se [p'óri]). Esse artefato de pesca é feito pelos Kaingang com uso da taquara como matéria-prima). Além da pesca, as fontes d'água (nascentes), possuem particular importância na cosmovisão Kaingang, as quais são consideradas sagradas. A água das fontes é utilizada em rituais de bencimento,

principalmente com crianças. É usada ainda por pessoas que apresentam algum tipo de enfermidade, como uma forma de tratamento. Essas águas também são armazenadas em *runja* (pronuncia-se [ˈrunia]), uma espécie de recipiente feito com porongo ou cabaça (*Lagenaria vulgaris*), para fins de dessedentação humana.

Além da importância cultural, as águas representam papel político importante para a T.I. Ligeiro, são elas que delimitam as divisas entre esta e as áreas do entorno, propiciando maior segurança ao território indígena.

Foi incluída junto a este componente das unidades etno-ambientais, as áreas de banhado, as quais desempenham papel fundamental para a culinária e a medicina Kaingang devido a ocorrência de espécies vegetais típicas (Figura 24).

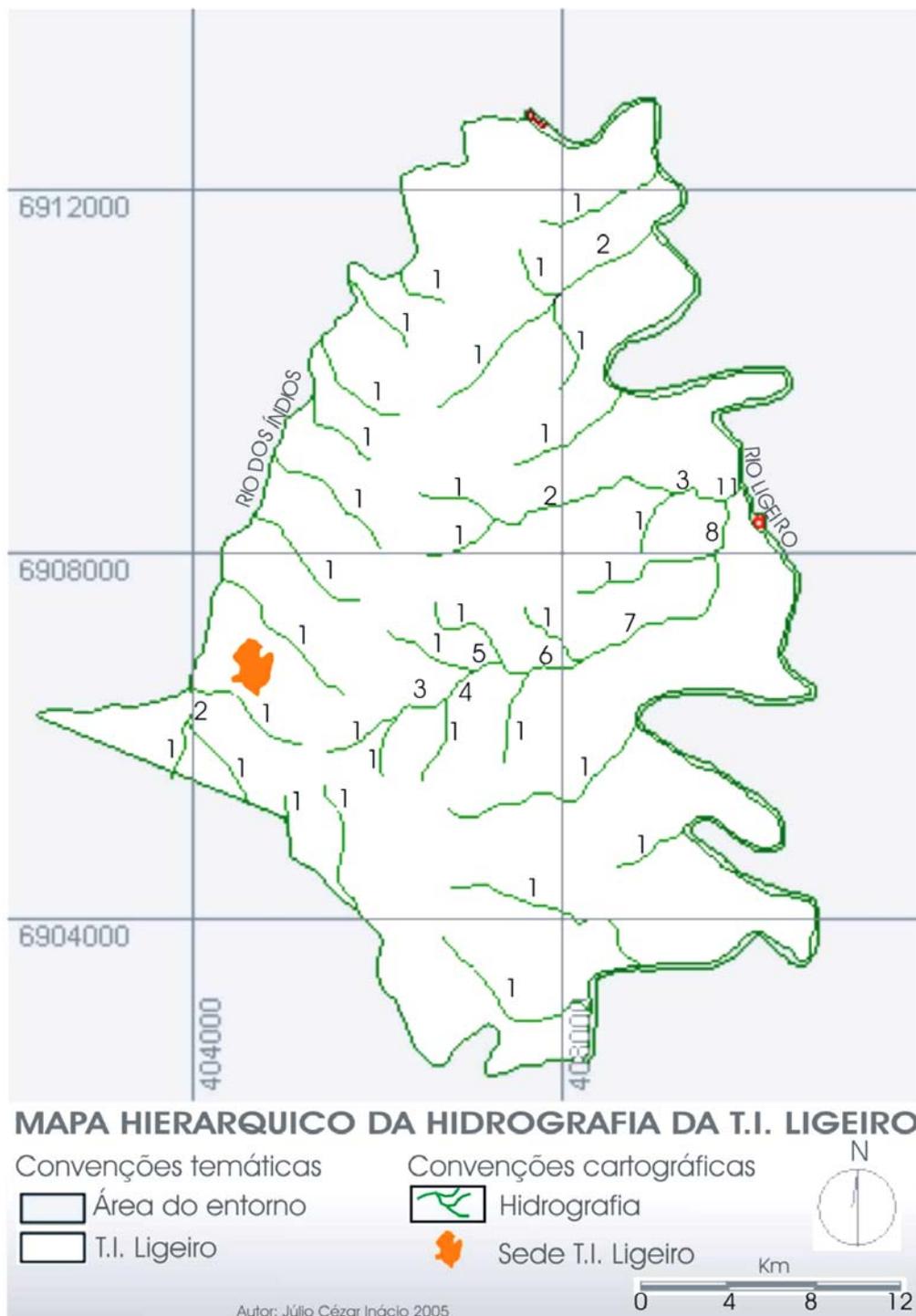


Figura 24 – Mapa de hierarquização dos canais fluviais da T.I. Ligeiro.

Os banhados, de acordo com a legislação ambiental brasileira, são áreas de preservação permanente (APPs), mas nem sempre há o cumprimento dessas leis. Na maioria das vezes os banhados são drenados para dar lugar ao estabelecimento de atividades agrícolas, ou sofrem represamento para a prática da piscicultura.

Em Ligeiro, não há registro de nenhuma dessas atividades. Nas áreas de banhado, a única prática desenvolvida é a coleta de espécies vegetais utilizadas para prática medicinal e na culinária Kaingang, sem que haja qualquer tipo de distúrbio ao ecossistema.

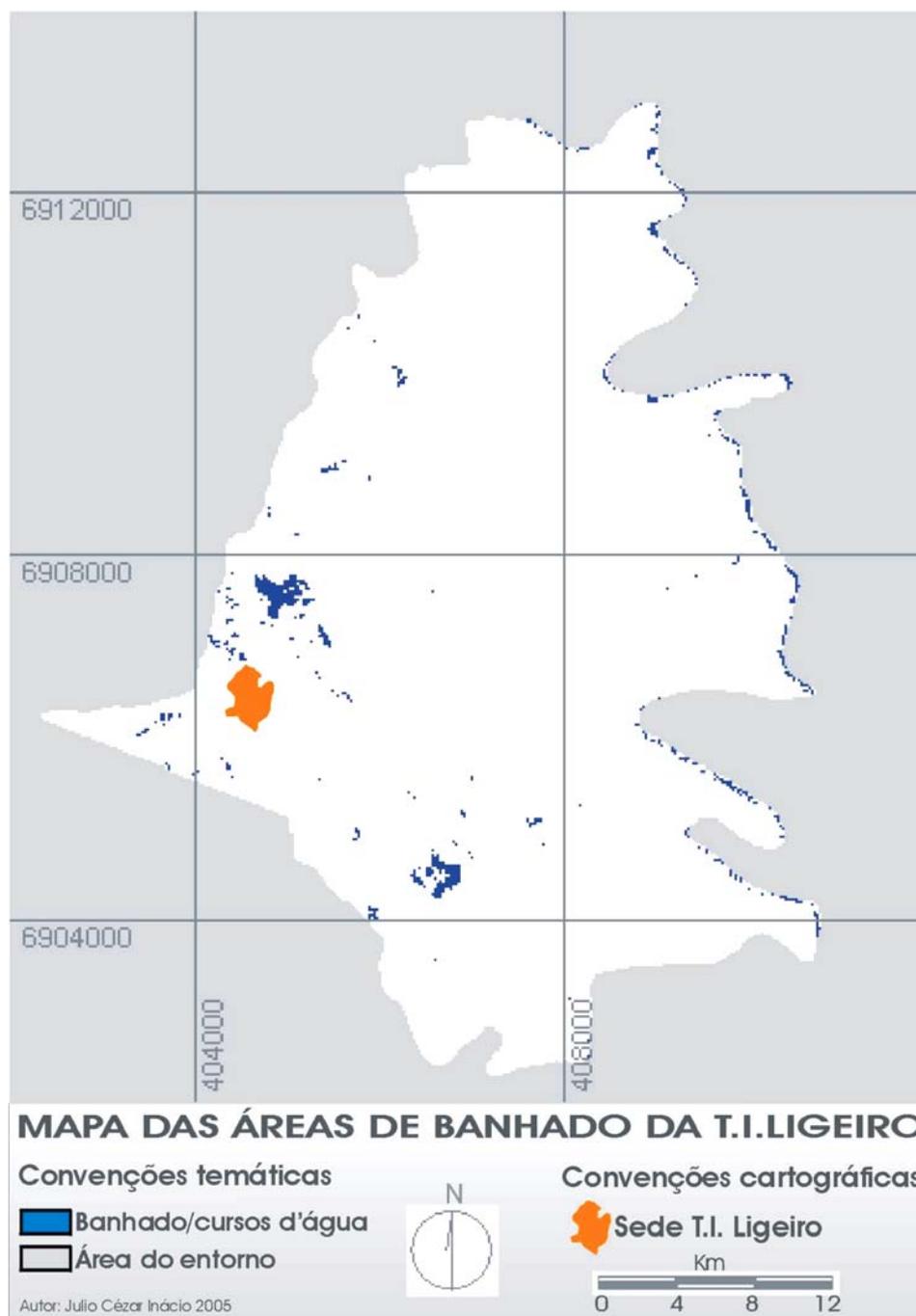


Figura 25 – Mapa da distribuição das áreas de banhado da T.I. Ligeiro.

4.3. A vegetação

De acordo com a classificação fitogeográfica de Rizzini (1997), a área de estudo está inserida na formação vegetacional conhecida como Complexo dos Pinhais, com espécies aciculadas e latifoliadas. Apresenta um extrato superior formado pela *Araucária angustifolia* (pinheiro brasileiro). De acordo com Reitz *et al.* (1983), possui também um denso sub-bosque, constituído principalmente por Lauráceas, como canela preta (*Nectandra megapotamica*), canela branca (*Nectandra rigida*), canela guaicá (*Ocotea puberula*); Mirtáceas, como guamirins (*Myrcia bombycina*), camboim (*Myrceugenia euosma*), araçazeiro (*Myrciantes gigantea*); Aquifoliáceas, como erva mate (*Ilex paraguariensis*), caúnas (*Ilex dumosa*, *I. brevicuspis*, *I. theezans*); Sapindáceas, como camboata vermelho (*Cupania vernalis*); Mimosácea, como angico vermelho (*Parapiptadenia rigida*).

Conforme Porto *et al.* (2002), a Região das Araucárias não constitui uma formação homogênea, mas sim um complexo com várias expressões fisionômicas e de composição variada. Destacam-se formações de floresta de araucária e campo; araucária e espécies pioneiras; araucária com árvores de grande porte e araucária com alguns elementos de Mata Atlântica. As formações arbóreas de grande porte com Araucária são dominantes nos estados de Santa Catarina, Paraná e parte do Rio Grande do Sul, formando os pinhais densos. Araucárias com elementos de Mata Atlântica são encontrados junto aos vales de alguns rios ou em pequenas elevações, constituindo ecótonos de vegetação.

O Complexo dos Pinhais se distribui fundamentalmente no Planalto Meridional, que corresponde aos estados de Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul e sul do estado de São Paulo. Podem ser observadas mudanças fisionômicas estruturais dessa formação, de acordo com as circunstâncias superficiais do terreno. Na T.I. Ligeiro foram constatadas essas mudanças em relação aos fatores ambientais de geomorfologia e solos.

O levantamento da vegetação na área de estudo, foi realizado para os estratos arbóreo (Figura 26) e herbáceo (capoeira).

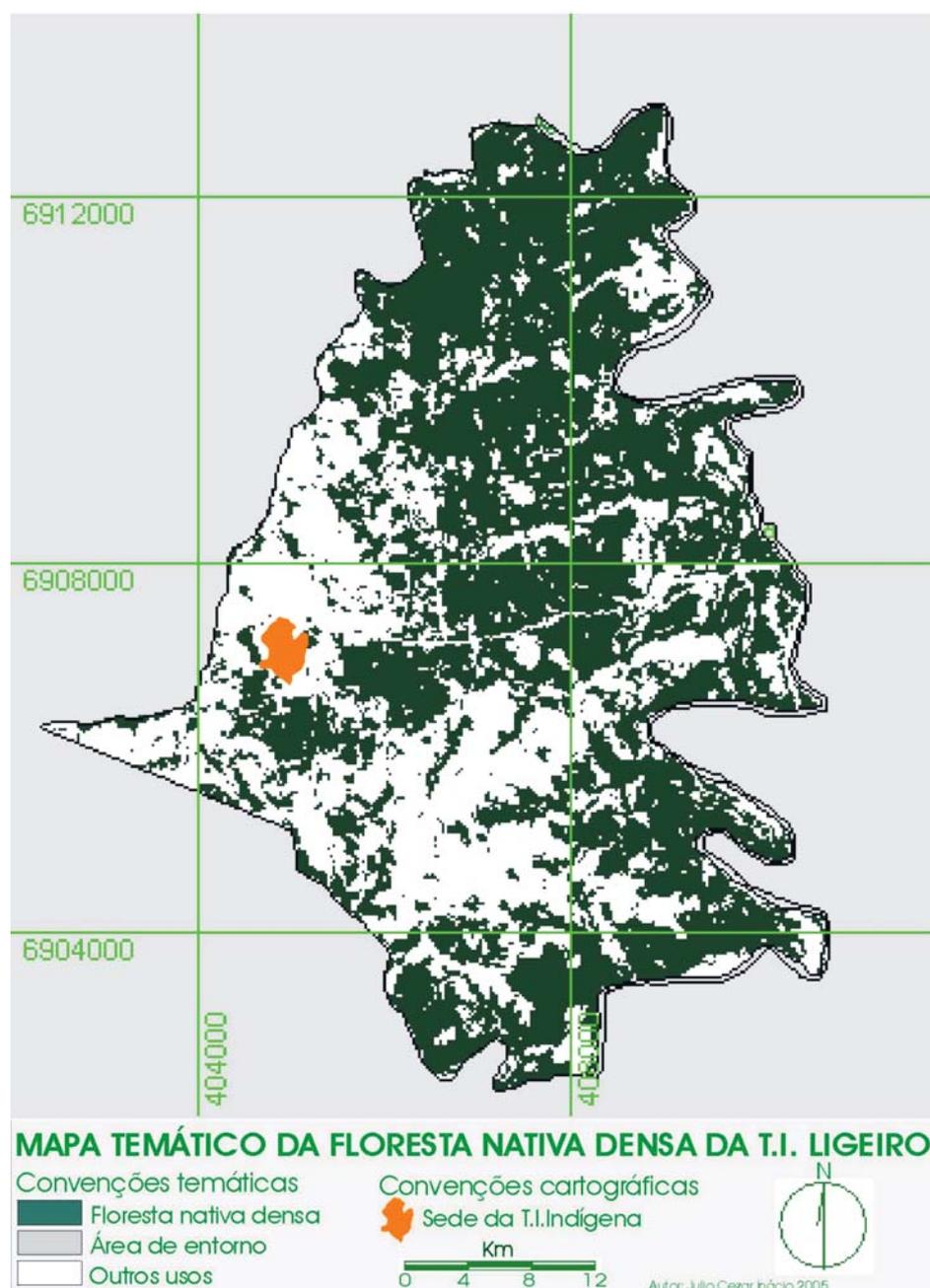


Figura 26 – Mapa da floresta nativa densa da T.I. Ligeiro

4.3.1. Caracterização florística da vegetação arbórea

O levantamento do estrato arbóreo da vegetação para as transecções sul e norte (Figura 26.), constam de 38 espécies diferentes, 16 famílias (Quadro 3) e 144 espécimes, dispostos em 36 unidades amostrais, divididas em 2 transecções, sul e norte. As famílias apresentaram os seguintes números para espécimes, considerando os valores totais das 2 transecções: Myrtaceae e Lauraceae (31), Sapindaceae (29), Fabaceae (11), Anacardiaceae e Mimosaceae (6), Aquifoliaceae (8), Annonaceae, Meliaceae, Tiliaceae e Euphorbiaceae (2), Ulmaceae e Araucariaceae (4), Erythroxylaceae e Rutaceae (1), além de duas não identificadas (desconhecidas). As famílias apresentaram a seguinte diversidade de espécies: Myrtaceae (8), Lauraceae e Sapindaceae (4) e Fabaceae (3), foram as de maior presença em número de espécies.

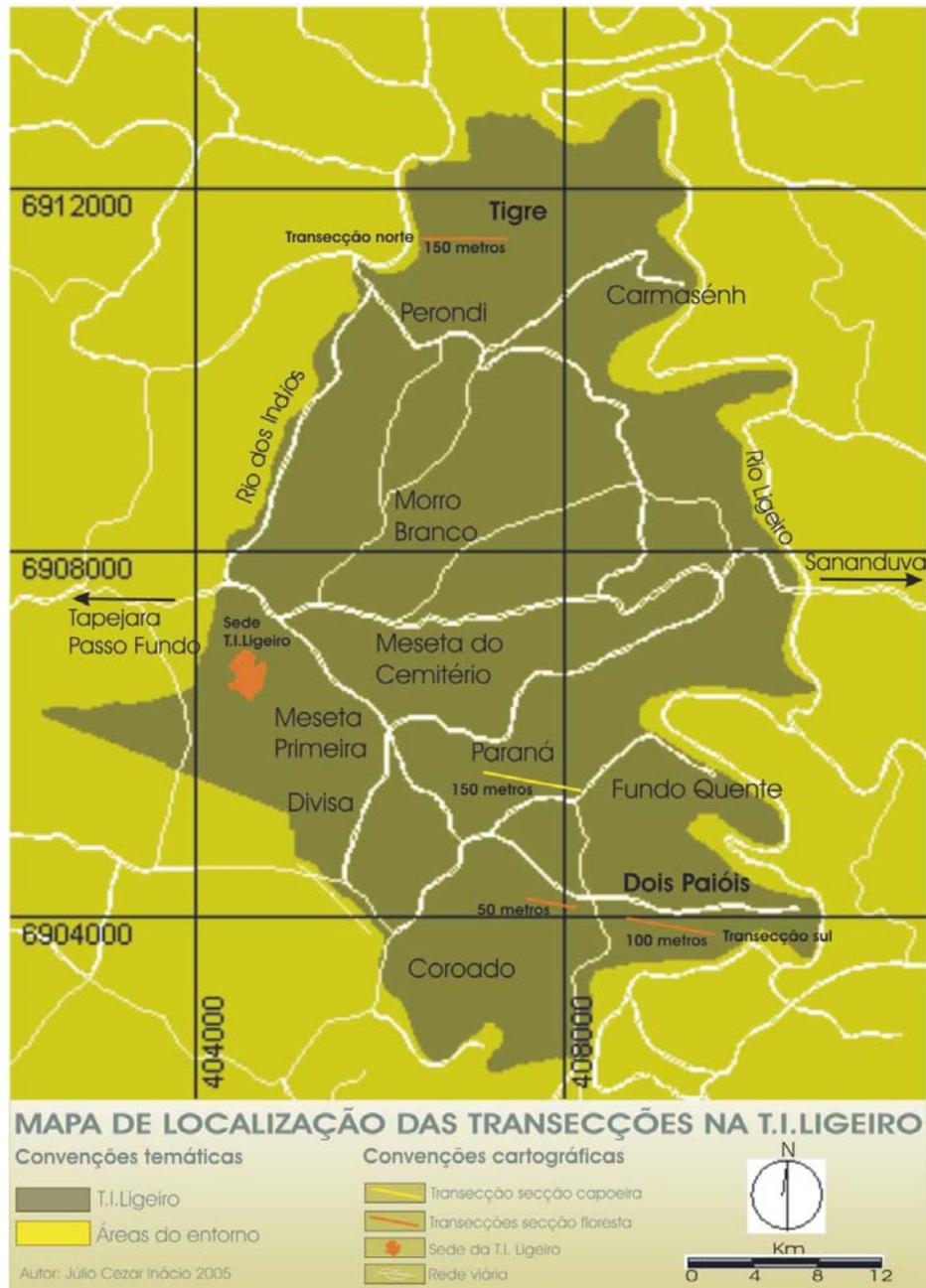


Figura 27 – Mapa de localização das transecções para amostragem da vegetação arbórea (floresta) e herbácea (capoeira).

As Myrtaceas apresentaram maior diversidade de espécies em relação as demais famílias, bem como maior número de espécimes junto com as Lauráceas.

Quadro 3 – Relação de espécies e respectivas famílias para a transecção sul e norte da vegetação arbórea.

Espécies	família
<i>Albizia sp</i>	Mimosaceae
<i>Allophylus edulis</i> Radlk	Sapindaceae
<i>Araucaria angustifolia</i> Kuntze	Araucariaceae
<i>Ateleia glazioviana</i> Baill	Fabaceae
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Meliaceae
<i>Campomanesia guazumifolia</i> Berg	Myrtaceae
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> L. R Landrum.	Myrtaceae
<i>Cedrela fissilis</i> -Vell.	Meliaceae
<i>Celtis sp.</i>	Ulmaceae
<i>Cupania vernalis</i> Camb.	Sapindaceae
<i>Desconhecida 1</i>	=====
<i>desconhecida 2</i>	=====
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk	Sapindaceae
<i>Erythroxylum sp</i>	Erythroxylaceae
<i>Eugenia piriformis</i> Camb.	Myrtaceae
<i>Eugenia sp</i>	Myrtaceae
<i>Eugenia uniflora</i> Linn. f.	Myrtaceae
<i>Ilex kleinii</i> Edwin	Aquifoliaceae
<i>Ilex dumosa</i> Reiss.	Aquifoliaceae
<i>Ilex paraguariensis</i> St. Hil.	Aquifoliaceae
<i>Lithrea brasiliensis</i> March	Anacardiaceae
<i>Lonchocarpus sp</i>	Fabaceae
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Tiliaceae
<i>Machaerium sp</i>	Fabaceae
<i>Myrcianthes gigantea</i> C.D. Legrand	Myrtaceae
<i>Myrcianthes pungens</i> Lerg.	Myrtaceae
<i>Myrciaria sp</i>	Myrtaceae
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees & Mart.	Lauraceae
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.	Lauraceae
<i>Nectandra megapotamica</i> Mez	Lauraceae
<i>Nectandra rigida</i> Nees	Lauraceae
<i>Parapiptadenia rigida</i> Brenan	Mimosaceae

<i>Patagonula americana</i> Linn.	Boraginaceae
<i>Paullinia cupana</i> Camb.	Sapindaceae
<i>Rollinia</i> sp	Annonaceae
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae
<i>Sebastiania commersoniana</i> Muel. Arg	Euphorbiaceae
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Rutaceae

A distribuição e o número de espécies acumuladas nas unidades amostrais, estão representadas graficamente na Figura 28, apenas para a transecção sul da secção floresta.

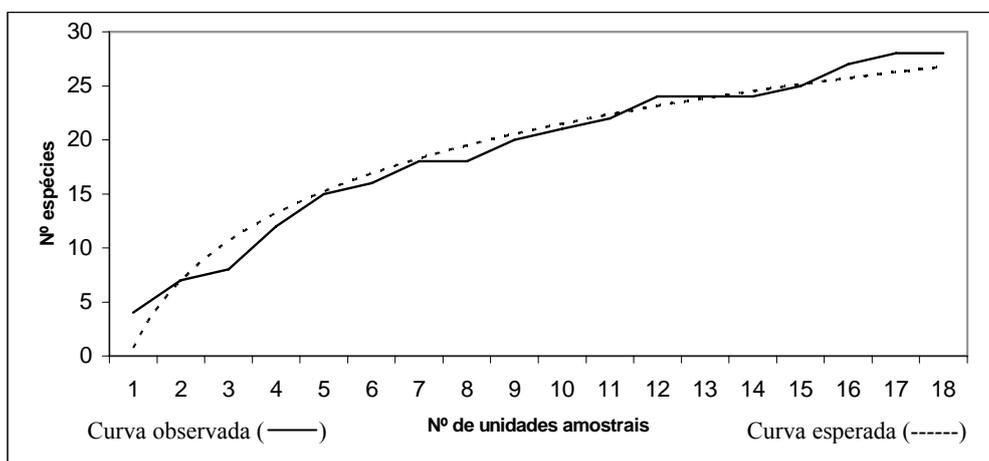


Figura 28 – Curva de suficiência de amostragem para as espécies do estrato arbóreo da transecção sul.

O número de espécies arbóreas presentes nas unidades amostrais é, uma pequena amostra da composição florística da vegetação da T.I. Ligeiro. Este trabalho traz apenas uma noção dessa composição. Estudos futuros direcionados especificamente para o estudo da vegetação, provavelmente encontrarão várias outras espécies além das relacionadas neste estudo.

Ao observar o comportamento da curva de suficiência amostral, nota-se vários momentos de estabilização da mesma, no entanto a medida em que se aumenta o número de unidades amostrais, a curva se comporta de forma ascendente, demonstrando uma relação direta e proporcional entre o número de novas espécies e o número de unidades amostrais. A curva de suficiência de amostragem demonstra que não seria necessário o dispêndio de grande esforço para serem identificadas mais espécies. Porém, devido ao tamanho da área de estudo (4.521 hectares) e o objetivo do trabalho, a amostragem foi considerada adequada, principalmente quanto ao número de unidades amostrais e de espécies e o comportamento da curva.

A transecção sul, localizada na região de Dois Paióis, demonstrou claramente a presença de um grupo bem definido de espécies da família das Lauráceas, sendo a *Nectandra megapotamica*, aquela com maior frequência nessa transecção. Foram identificados 16 espécimes em 18 unidades amostrais (Tabela 3). A segunda família com maior frequência foi a Sapindácea, com 10 espécimes de *Cupania Vernalis*, distribuídos também em 18 unidades amostrais.

O comportamento da curva de suficiência de amostragem, representando a transecção norte da região denominada Tigre (Figura 29), se comporta de maneira semelhante à curva da transecção sul. A família das Myrtaceas foi a mais expressiva para a transecção norte, com 11 espécimes de *Myrciaria sp* (Tabela 4)

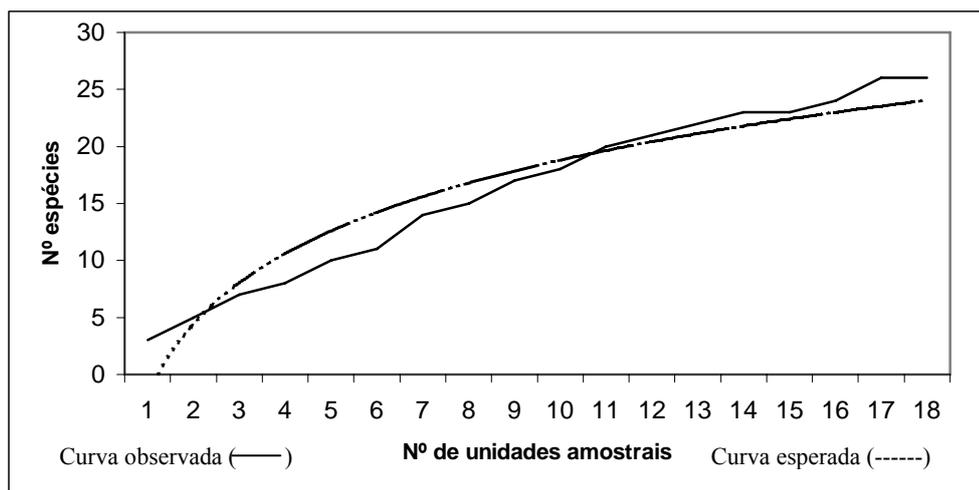


Figura 29 Curva de suficiência de amostragem para as espécies do estrato arbóreo da transecção norte.

A grande frequência com que ocorre a família das Myrtaceas na transecção norte pode ser explicada pelo local onde foram realizadas as amostragens, são áreas de mata ciliar bastante úmidas, sobre solos aluviais do tipo cambissolo.

4.3.2. Caracterização florística da vegetação herbácea (capoeira)

A capoeira é uma comunidade arbustivo-arbórea que ocorre em locais originalmente florestais, desmatados e posteriormente abandonados. A fase sucessional, ou regenerativa natural, varia consideravelmente conforme a proximidade com o fragmento florestal remanescente e outras condições ambientais, determinando, por conseguinte, a estrutura e a composição florística desse estágio vegetacional.

São áreas cuja madeira foi extraída e destinada às madeireiras para fins comerciais, numa escala hierárquica de valores estabelecidos pelos próprios exploradores, onde em primeiro lugar foram retiradas as árvores de *Araucária angutifolia* (pinheiro brasileiro) seguido de *Cedrela sp* (cedro), *Patagonula americana* (guajuvira), *Ocotea porosa* (imbúia),

Myrocarpus frondosus (cabreúva), *Apuleia leiocarpa* (grápia/pau-marfim), *Luehea divaricata* (açoita cavalo), *Parapiptadenia rigida* (angico vermelho) e outras espécies de importância econômica.

No processo de regeneração natural das capoeiras, predominam desde herbáceas, arbusto até arbóreas com até 5 m de altura. Nas formações de capoeiras na T.I. Ligeiro, ocorre com grande frequência a interferência antrópica nessas áreas, por meio do fogo. Esse fator contribuiu grandemente para a seleção das espécies que ocorrem nesses locais, diminuindo significativamente a diversidade específica e favorecendo o estabelecimento e permanência daquelas espécies mais tolerantes ao fogo.

O Quadro 3 ilustra claramente a pouca diversidade de espécies encontradas em Ligeiro nas áreas de capoeira. Devido a grande dificuldade para identificar as espécies que ocorrem nas capoeiras, muitas amostras coletadas foram classificadas apenas em nível de família.

Quadro 4 – Relação de espécies e respectivas famílias para a transecção sul da secção capoeira.

	espécie	família		espécie	família
1	<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	Fabaceae	27	<i>Cf Baccharidastrum</i>	Asteraceae
2	<i>Cf Baccharidastrum</i>	Asteraceae	28	<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	Fabaceae
3	<i>Erianthus trinii</i> Hack.	Poaceae	29	<i>Erianthus trinii</i> Hack.	Poaceae
4	<i>Erianthus trinii</i> Hack.	Poaceae	30	<i>Asteraceae</i>	Asteraceae
5	<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	Fabaceae	31	<i>Asteraceae</i>	Asteraceae
6	<i>Andropogon sp</i>	Poaceae	32	<i>Cf Eupatorium</i>	Asteraceae
7	<i>Cf Eupatorium</i>	Asteraceae	33	<i>Cf Baccharidastrum</i>	Asteraceae
8	<i>Andropogon sp</i>	Poaceae	34	<i>Asteraceae</i>	Asteraceae
9	<i>Pterocaolum sp</i>	Asteraceae	35	<i>Pteridium aquinifolium</i> Kunh var.	Pteridaceae
10	<i>Erianthus trinii</i> Hack.	Poaceae	36	<i>Erianthus trinii</i> Hack.	Poaceae
11	<i>Amarantaceae</i>	Amarantaceae	37	<i>Pteridium aquinifolium</i> Kunh var	Pteridaceae
12	<i>Asteraceae</i>	Asteraceae	38	<i>Atteleia glazioviana</i> Baill.	Fabaceae

13	<i>Lonchocarpus sp</i>	Fabaceae	39	<i>Pteridium sp</i>	Pteridaceae
14	<i>Fabaceae</i>	Fabaceae	40	<i>Pteridium sp</i>	Pteridaceae
15	<i>Cf Baccharidastrum</i>	Asteraceae	41	<i>Pteridium sp</i>	Pteridaceae
16	<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	Fabaceae	42	<i>Pteridium sp</i>	Pteridaceae
17	<i>Fabaceae</i>	Fabaceae	43	<i>Pteridium sp</i>	Pteridaceae
18	<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	Fabaceae	44	<i>Pteridium sp</i>	Pteridaceae
19	<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	Fabaceae	45	<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	Fabaceae
20	<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	Fabaceae	46	<i>Pteridium aquinifolium</i> Kunh var	Pteridaceae
21	<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	Fabaceae	47	<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	Fabaceae
22	<i>Asteraceae</i>	Asteraceae	48	<i>Pteridium aquinifolium</i> Kunh var	Pteridaceae
23	<i>Baccharis sp</i>	Asteraceae	49	<i>Pteridium aquinifolium</i> Kunh var	Pteridaceae
24	<i>Cf Baccharidastrum</i>	Asteraceae	50	<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	Fabaceae
25	<i>Cf Baccharidastrum</i>	Asteraceae	51	<i>Asteraceae</i>	Asteraceae
26	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC	Asteraceae	52	<i>Cf Baccharidastrum</i>	Asteraceae

A família de maior expressão foi a Asteraceae, seguida pela Fabaceae. Para a secção de capoeira não foi possível elaborar o gráfico de suficiência de amostragem, devido a dificuldade na identificação das espécies, portanto, os resultados podem ser aperfeiçoados com trabalhos de coleta e identificação, em estudos futuros.

4.3.3. Caracterização fitossociológica da vegetação arbórea

Os parâmetros fitossociológicos nos permitem visualizar a estrutura da vegetação por meio de dados numéricos, como altura, PAP (perímetro a altura do peito) e área basal. A partir desses dados preliminares, pode-se calcular os demais parâmetros fitossociológicos apresentados na Tabela 03. Os valores obtidos referem-se ao estrato arbóreo da transecção sul, desenvolvida na localidade de Dois Paióis.

Tabela 3 – Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas, apenas para a transecção sul, onde: ni- número de indivíduos, DRi-densidade relativa por indivíduo, UAi-indivíduos por unidade amostral, FAi-frequência absoluta por indivíduo, FRi-frequência relativa por indivíduo, ABi- área basal (individual), DORi- dominância relativa e IVI- índice de valor de importância.

Espécies	ni	DRi	UAi	FAi	FRi	ABi (m)	DORi	IVI
<i>Albizia sp</i>	1	1.39	1	5.56	1.6	0.016	0.48	3.50
<i>Allophylus edulis</i>	3	4.17	3	16.67	4.9	0.038	1.12	10.20
<i>Araucaria angustifolia</i>	4	5.56	4	22.22	6.6	0.414	12.24	24.35
<i>Ateleia glazioviana</i>	1	1.39	1	5.56	1.6	0.006	0.17	3.20
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	2	2.78	2	11.11	3.3	0.089	2.63	8.69
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	1	1.39	1	5.56	1.6	0.012	0.36	3.39
<i>Celtis sp.</i>	1	1.39	1	5.56	1.6	0.018	0.52	3.55
<i>Cupania vernalis</i>	10	13.89	9	50.00	15	0.391	11.54	40.18
<i>Desconhecida 1</i>	1	1.39	1	5.56	1.6	0.007	0.20	3.23
<i>desconhecida 2</i>	1	1.39	1	5.56	1.6	0.010	0.29	3.32
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	2	2.78	2	11.11	3.3	0.231	6.83	12.88
<i>Eugenia piriformis</i>	1	1.39	1	5.56	1.6	0.031	0.90	3.93
<i>Eugenia sp</i>	1	1.39	1	5.56	1.6	0.007	0.21	3.24
<i>Lithrea brasiliensis</i>	3	4.17	1	5.56	1.6	0.112	3.30	9.10
<i>Lonchocarpus sp</i>	1	1.39	1	5.56	1.6	0.005	0.15	3.17
<i>Luehea divaricata</i>	1	1.39	1	5.56	1.6	0.052	1.54	4.57
<i>Machaerium sp</i>	5	6.94	2	11.11	3.3	0.050	1.47	11.69
<i>Myrcianthes gigantea</i>	1	1.39	1	5.56	1.6	0.026	0.76	3.79
<i>Myrciaria sp</i>	2	2.78	2	11.11	3.3	0.015	0.43	6.49
<i>Nectandra grandiflora</i>	1	1.39	1	5.56	1.6	0.011	0.32	3.35
<i>Nectandra lanceolata</i>	2	2.78	2	11.11	3.3	0.090	2.65	8.71
<i>Nectandra megapotamica</i>	16	22.22	11	61.11	18	1.231	36.36	76.61
<i>Nectandra rigida</i>	2	2.78	2	11.11	3.3	0.083	2.44	8.49
<i>Parapiptadenia rigida</i>	3	4.17	3	16.67	4.9	0.040	1.19	10.28
<i>Patagonula americana</i>	2	2.78	2	11.11	3.3	0.369	10.90	16.95
<i>Paullinia cupana</i>	2	2.78	2	11.11	3.3	0.010	0.29	6.35
<i>Rollinia sp</i>	1	1.39	1	5.56	1.6	0.008	0.23	3.25
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	1.39	1	5.56	1.6	0.016	0.48	3.50
TOTAL	72			338.89		3.385	100	299.98

A Tabela 03 destaca 3 espécies que foram mais significativas na transecção sul: a *Nectandra megapotamica* apresentou altos valores em todos os parâmetros em relação às demais espécies, principalmente o índice de valor de importância (IVI). A *Cupania vernalis*, também obteve valores altos, principalmente de frequência absoluta (FAi) e índice de valor de importância (IVI). A *Araucária angustifolia* (pinheiro brasileiro), possui alguns valores baixos, como o de densidade relativa (DRi) e frequência relativa (FRi), no entanto, a dominância relativa (DORi) é alta, isso ocorre devido a área basal da araucária ser sempre alta, mesmo com a presença de poucos espécimes na transecção.

A Tabela 04 apresenta 4 espécies que se destacam entre as demais: a *Myrciaria sp* com valores altos em todos os parâmetros é a mais significativa com valor de índice de valor de importância (IVI) de 71,27 %, seguido pela *Paulínia cupana*, *Nectandra lanceolata* e *Cupania vernalis*.

Tabela 4 –Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas, apenas para a transecção norte, onde: ni- número de indivíduos, DRi-densidade relativa por indivíduo, UAi-indivíduos por unidade amostral, FAi-frequência absoluta por indivíduo, FRi-frequência relativa por indivíduo, ABi- área basal (individual), DORi- dominância relativa e IVI- índice de valor de importância.

Espécies	ni	DRi	UAi	FAi	FRi	ABi (m)	DORi	IVI
<i>Allophylus edulis</i>	2	2.778	1	5.556	1.5	0.012	2.45	10.79
<i>Ateleia glazioviana</i>	2	2.778	2	11.11	3	0.014	2.97	16.86
<i>Cabrela canjerana</i>	1	1.389	1	5.556	1.5	0.010	2.14	9.08
<i>Cedrela fissilis</i>	1	1.389	1	5.556	1.5	0.013	2.78	9.72
<i>Celtis sp.</i>	3	4.167	3	16.67	4.6	0.016	3.27	24.10
<i>Cupania vernalis</i>	5	6.944	5	27.78	7.6	0.026	5.47	40.20
<i>Erythroxylum sp</i>	1	1.389	1	5.556	1.5	0.005	1.12	8.06
<i>Eugenia pyriformis</i>	1	1.389	1	5.556	1.5	0.010	2.02	8.97
<i>Eugenia uniflora</i>	3	4.167	3	16.67	4.6	0.012	2.53	23.36
<i>Ilex cleinii</i>	3	4.167	3	16.67	4.6	0.015	3.12	23.95
<i>Ilex dumosa</i>	3	4.167	3	16.67	4.6	0.015	3.02	23.85
<i>Ilex paraguariensis</i>	2	2.778	2	11.11	3	0.013	2.64	16.53
<i>Lithrea brasiliensis</i>	2	2.778	2	11.11	3	0.012	2.59	16.48
<i>Lonchocarpus sp</i>	2	2.778	2	11.11	3	0.011	2.24	16.12
<i>Luehea divaricata</i>	1	1.389	1	5.556	1.5	0.020	4.13	11.07
<i>Myrcianthes gigantea</i>	4	5.556	4	22.22	6.1	0.024	4.94	32.72
<i>Myrcianthes pungens</i>	4	5.556	3	16.67	4.6	0.035	7.33	29.55
<i>Myrciaria sp</i>	11	15.28	8	44.44	12	0.056	11.55	71.27
<i>Nectandra grandiflora</i>	2	2.778	2	11.11	3	0.015	3.07	16.96
<i>Nectandra lanceolata</i>	5	6.944	4	22.22	6.1	0.048	9.98	39.15
<i>Nectandra megapotamica</i>	3	4.167	3	16.67	4.6	0.033	6.82	27.66
<i>Parapiptadenia rigida</i>	2	2.778	2	11.11	3	0.014	2.87	16.76
<i>Paullinia cupana</i>	5	6.944	5	27.78	7.6	0.032	6.54	41.27
<i>Rollinia sp</i>	1	1.389	1	5.556	1.5	0.005	1.12	8.06
<i>Schinus terebinthifolius</i>	1	1.389	1	5.556	1.5	0.004	0.87	7.82
<i>Sebastiania commersoniana</i>	2	2.778	2	11.11	3	0.011	2.34	16.23
TOTAL	72			366.7		0.482	100	567

4.3.4. Caracterização fitofisionômica da vegetação arbórea

A fisionomia da vegetação arbórea de Ligeiro, classificada de acordo com RADAM-BRASIL (1986) e Pillar & Quadros (1997), é caracterizada no patamar 1 (P1), em menores altitudes, como Floresta estacional decidual aluvial, e apresenta um extrato superior composto por Lauraceas (canelas) e um denso sub-bosque constituído principalmente por Myrtaceas (camboim, pitangueiras, araçá e guamirim). São florestas que ocorrem, geralmente, em áreas planas sujeitas à inundação em margens de cursos d'água.

No patamar 2 e 3 (P2, P3), a fitofisionomia é definida como Floresta estacional decidual, bem como nas vertentes P1-P2 e P2-P3. O extrato superior constitui-se também pelas Lauraceas (canelas), e no sub-bosque estão presentes espécies como *Ilex sp*, *rollinia sp*, *Allophylus sp* e outras espécies características de sub-bosque.

Na vertente P3-P4 e no patamar 4 (P4) predomina a Floresta com Araucária ou ainda denominada de Mata de Pinhais, uma das mais importantes unidades etno-ambientais da T.I. Ligeiro. No extrato superior está o pinheiro brasileiro e no sub-bosque as canelas e outras espécies com características específicas, como a *Luehea divaricata* (açoita cavalo) e o *Allophylus edulis* (chal-chal), podendo ser denominada de interface entre a floresta decidual e a floresta ombrófila mista.

4.4. Uso e ocupação

A T.I. Ligeiro apresenta várias formas de uso do seu território (Figura 35). Destacando-se a agricultura e usos tradicionais/culturais dos recursos naturais disponíveis.

4.4.1. Sócio-economia

As principais atividades que compõem a base econômica da T.I. Ligeiro são a produção agrícola de grãos e a produção e comercialização de artesanatos. Há também o comércio sazonal de produtos silvestres como o pinhão.

A atividade agrícola é considerada de maior importância econômica, pelo seu maior poder de agregar valor. Essa atividade ocupa, aproximadamente, 1.067 hectares (ha) de área, cerca de 23,6 % da área total (Figura 30).

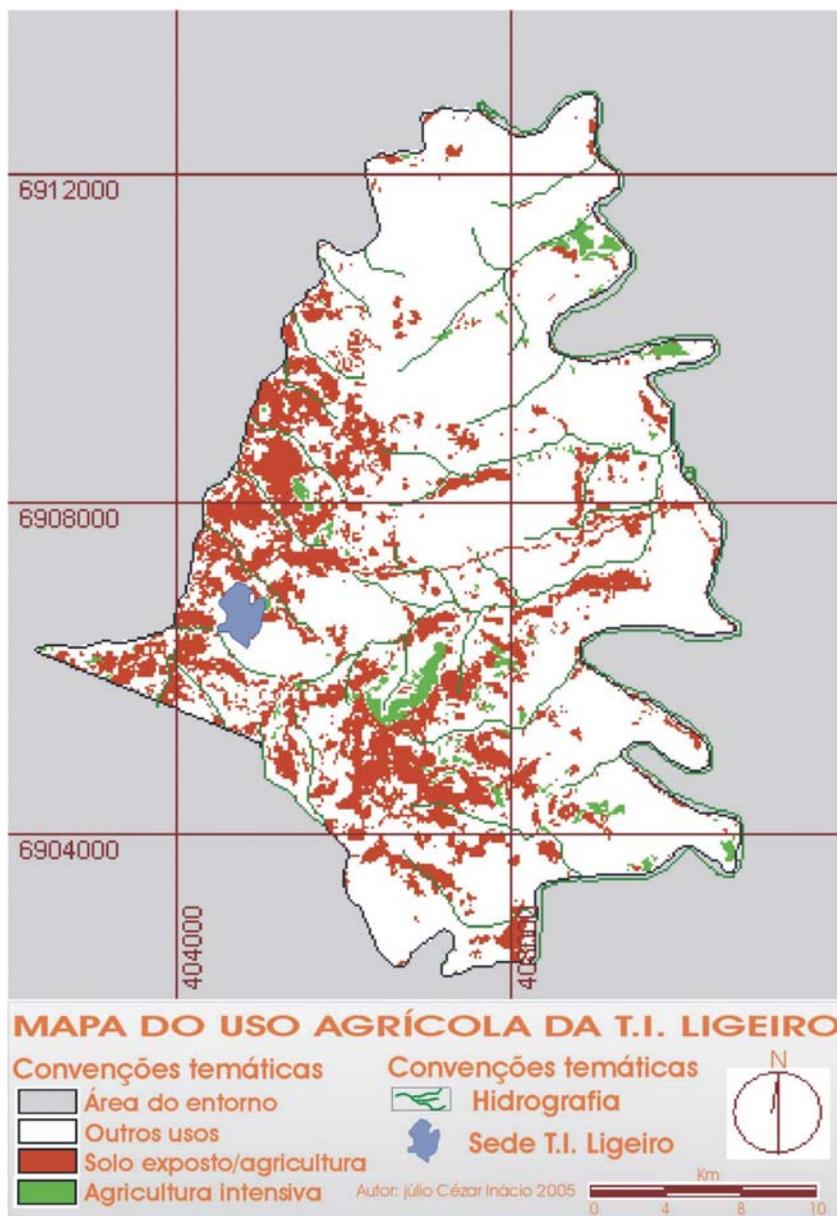


Figura 30 – Mapa de uso agrícola do solo da T.I. Ligeiro.

A atividade agrícola é dividida em duas classes de produção: a de subsistência (Figuras 31 e 33) e a comercial (Figura 32). Os sistemas de manejo das Unidades de Produção (UP) são três: o Plantio Direto, o Plantio Convencional e o Sistema de Coivaras. Como atividade agrícola comercial de verão, a soja aparece em primeiro lugar em termos de volume de produção e de área utilizada, seguida pelo milho, ambas estabelecidas sob o Sistema de Plantio Direto⁷. Essas atividades também são desenvolvidas sob Sistema de Plantio Convencional⁸, em menor extensão.



Figura 31 –Cultivo de milho para subsistência em sistema convencional de plantio.

⁷ Sistema de Plantio Direto é o tipo de manejo do solo desenvolvido em sistemas de produção agrícola, no qual o cultivo fica restrito à linha das sementes, ou seja, praticamente não há revolvimento do solo.

⁸ Sistema de Plantio Convencional é o tipo de manejo do solo desenvolvido em sistemas de produção agrícola, no qual o solo é totalmente revolvido, geralmente constituído de três estágios: 1- aração do solo; 2- gradagem e 3- semeadura.



Figura 32 –Área comercial de cultivo sob o sistema de plantio direto.



Figura 33 –Cultivo de milho para subsistência em sistema de coivaras

A produção agrícola destinada à subsistência no período de verão envolve as atividades produtivas de feijão, mandioca, batata doce e milho. Esses produtos são cultivados

em áreas menores, sem o emprego de tecnologias, são estabelecidos em Sistemas de Coivaras⁹, geralmente em locais com declividade acentuada e solos mais rasos. No inverno, a atividade agrícola de maior importância é o cultivo do trigo e da cevada em escala comercial, ambos em Sistema de Plantio Direto.

Outra atividade sócio-econômica que se destaca, mesmo sendo praticada sazonalmente no período de inverno, é a coleta e comercialização do pinhão, que além de ser fonte de renda, é também de extrema importância cultural para os Kaingang nessa estação do ano, pois se constitui numa das principais fontes de alimento.

O artesanato indígena, embora não tendo uma geração de renda tão alta quanto a atividade agrícola, é considerado de fundamental importância para a economia. Devido a sua integralidade no mercado, pode ser produzido e comercializado o ano todo, sem restrição de clima ou outros fatores ambientais aos quais a atividade agrícola, por exemplo, está sujeita.

Além da atividade agrícola, e do artesanato, muitas famílias indígenas de Ligeiro sobrevivem do trabalho vinculado a órgãos públicos das esferas municipais, estadual e federal. São em geral profissionais das áreas da saúde e educação, como professores bilíngües¹⁰ e agente comunitário de saúde. Há também os que sobrevivem da venda de mão-de-obra, trabalhando como diaristas fora da Terra Indígena, geralmente para os agricultores do entorno.

⁹ Sistema de Coivaras: É o tipo de manejo tradicional do solo desenvolvido pelos Kaingang, que consiste em derrubada e queimada da vegetação presente no local escolhido para o cultivo, a fim de limpar o local para facilitar o plantio.

¹⁰ Professor bilíngüe é o profissional indígena com formação específica para trabalhar no aprendizado da grafia da Língua Materna (o kaingang), na tradução Português - Kaingang e vice versa.

4.4.2. Uso cultural

O que dizer sobre a relação índio-natureza? Talvez seja melhor começar com o que dizem sobre tal relação. O senso comum revela a razão etnocêntrica e preconceituosa que cerca a realidade dos povos indígenas, e nos mostra dois extremos: por um lado, o senso comum, na sua versão *hardcore*, tacha os índios de vagabundos e exploradores da natureza. Na sua versão mais *light*, o senso comum vê os índios como excluídos, genéricos credores de uma dívida histórica que, como tantas outras, jamais será paga. Portanto, aquilo que muitos chamam de fronteira étnica entre índios e “brancos” é, do ponto de vista dos “brancos”, sobretudo, uma fronteira cultural.

Para melhor entender a relação índio-natureza, esse estudo aborda em seguida, as formas específicas de uso cultural desenvolvidas pelos Kaingang na T.I. Ligeiro.

Na T.I. Ligeiro, as diferentes unidades ambientais são exploradas de maneira distinta. Nas áreas com florestas aluviais no patamar 1 (P1), são coletados materiais como os cipós, para a confecção de artesanatos, frutas silvestres e caça. Na Floresta Estacional Semi-decidual no patamar 2 (P2) e, na vertente P2-P3, são coletadas as taquaras (*Merostachys sp*), bem como algumas espécies de lenhosas como o Camboatá vermelho (*Cupania vernalis*), também utilizadas como matéria prima no fabrico de artesanatos.

Na vertente P3-P4 e no patamar 4, em maiores altitudes, ocorre a presença da Floresta com Araucária, de grande importância cultural, principalmente na alimentação, e as áreas de agricultura intensiva. Essas unidades da paisagem ilustram claramente a interface entre cultura autóctone e alóctone. De um lado as florestas que oferecem o pinhão, a caça, o material para a produção do artesanato, etc. De outro, a agricultura intensiva, onde são cultivadas plantas comerciais como a soja, milho e trigo, atividade essa que requer a

utilização de agroquímicos, que na maioria das vezes são utilizados de forma incorreta, causando danos ao meio ambiente e as pessoas.

A medicina tradicional e algumas comidas típicas também dependem de espécies vegetais que se distribuem pelos patamares da T.I. Ligeiro. Espécies como a carqueja (*Baccharis sp*) e a marcela (*Achyrocline saturoides*) são utilizadas na elaboração de chás medicinais. Algumas espécies que ocorrem em banhados como os caraguatás (*Eryngium pandanifolium*) são muito utilizados na culinária tradicional dos Kaingang.



Figura 34 –Coleta de Caraguatá (*Eryngium pandanifolium*) para ser utilizado na culinária tradicional Kaingang. (Foto: Rualdo Menegat).

A coleta do caraguatá é realizada na estação do verão, preferencialmente durante a fase vegetativa da planta. Ao iniciar o período reprodutivo, a planta encontra-se com concentrações maiores de fibras não digeríveis, tornando-se inviável para o consumo.

De acordo com a figura 35, pode-se visualizar a área de estudo de forma geral, identificando as diferentes formas de uso do território. Com uma área total de 4.521 ha. A área está dividida e ocupada da seguinte forma: 2.625,21 ha, cerca de 58,07 % da área total, estão sob mata nativa densa, denominada pelos Kaingang em sua língua materna como “Nén mág”(significa mata fechada). Esta é uma das unidades etno-ambientais que mais dispõe de materiais utilizados na confecção de artesanatos, como a taquara (vãn), e o cipó (mrur), ervas medicinais (venhkagta), e caça como o tatu (fãfãn), o veado (kâme), a capivara (krygnyg), alimentos como o pinhão (fåg), a tansagem (égoro) e a prática de várias outras atividades culturais como a coleta sazonal de frutos silvestres como a pitanga (jymi) guabiroba (pénva), o guaviju (kané Sá), etc.

A área ocupada com atividade agrícola é de aproximadamente 1066 ha cerca de 23,47 % da área total. As roças/lavouras (épy), são desenvolvidas em dois níveis diferentes, classificadas em função da intensidade e quantidade de produção, são elas: roças/ lavouras de subsistências e lavoura comercial ou intensiva.

As roças/ lavouras de subsistências é onde a produção total é designada para o consumo da própria família. Nesse tipo de lavoura, geralmente são produzidos feijão (rãgró), mandioca (manioca), milho (gãr), abóbora (pého), batata-doce (pén'ó) e amendoim (minui).

O sistema de produção comercial está relacionado a uma escala maior de produção em relação à lavoura de subsistência. A lavoura intensiva é cultivada exclusivamente com a finalidade de comercializar a produtividade, onde geralmente são cultivados a soja, milho e trigo.

A área de capoeira representa 6,83 % do total da Terra Indígena de Ligeiro, cerca de 308,98 ha. As capoeiras são pouco utilizadas, eventualmente se estabelecem sobre elas pequenas lavouras de subsistência. A capoeira é uma comunidade arbustivo-arbórea que

ocorre em locais originalmente florestais, desmatados e posteriormente abandonados. A fase sucessional, ou regenerativa natural, varia consideravelmente conforme a proximidade com o fragmento florestal remanescente e outras condições ambientais, determinando, por conseguinte, a estrutura e a composição florística desse estágio vegetacional.

As matas que sofrem maior impacto (mata nativa impactada), são áreas exploradas com muita frequência, talvez devido a grande variedade de matéria prima disponível utilizada para o artesanato ou, devido a intensa exploração de madeiras. A mata impactada ocupa uma área de cerca de 317,71 ha o equivalente a 7,03 % da área total.

A hidrografia, incluindo banhados e cursos d'água, ocupa 75,55 ha cerca de 1,7 % da área total. Constituem uma das mais importantes unidades etno-ambientais devido a sua importância cultural para os índios.

A figura 34, foi obtida a partir de imagem de satélite Landsat TM, com resolução de pixel de 30 m. Devido a posição da imagem obtida pelo satélite, algumas áreas do mapa apresentam sombreamentos, as quais também foram medidas e correspondem aos seguintes valores: 126,62 ha que correspondem a 2,80 % da área total.

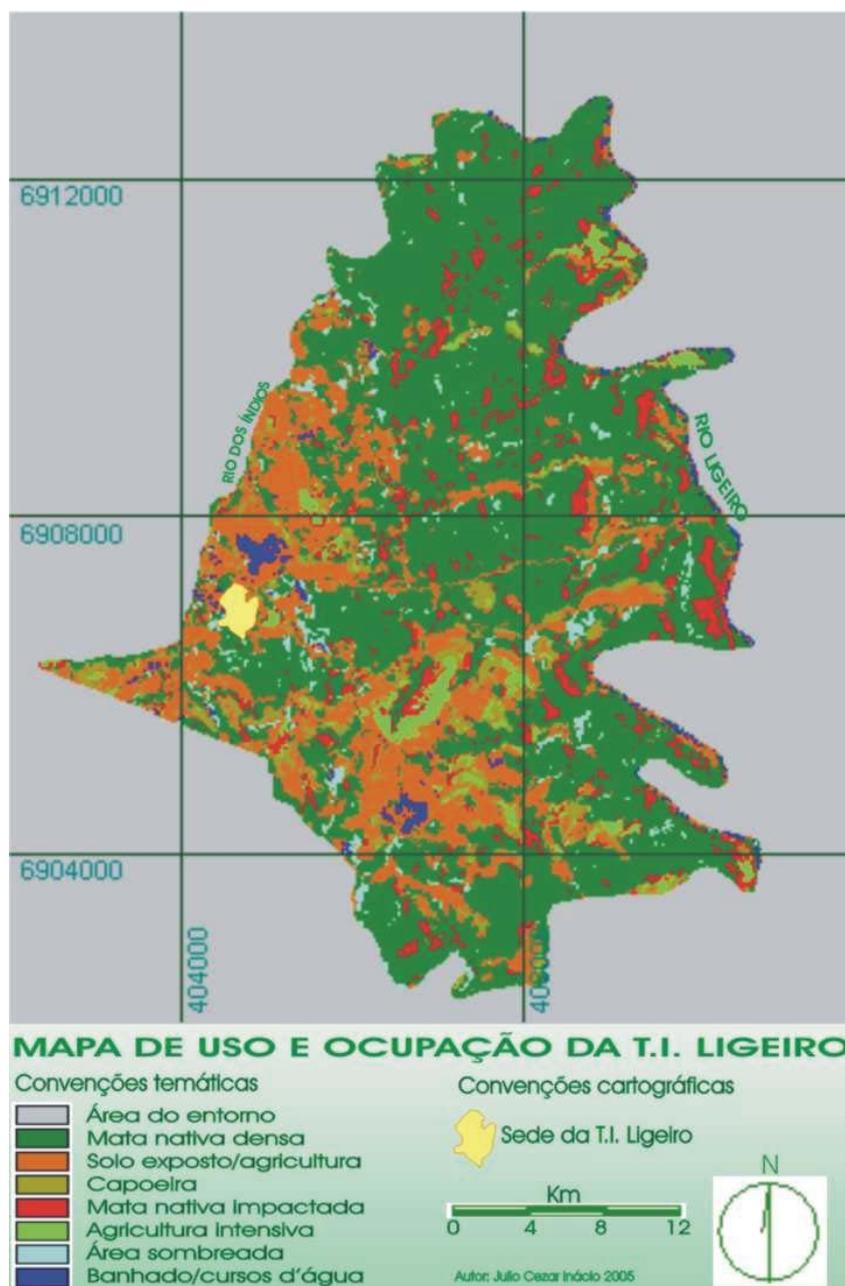


Figura 35 –Mapa de uso e ocupação da T.I. Ligeiro.

4.5. Síntese dos resultados

Os resultados obtidos nesse estudo estão descritos de forma sintetizada nos Quadros 5 e 6 a seguir. Bem como espacializados no mapa final das unidades etno-ambientais da Terra Indígena de Ligeiro, na figura 36.

Quadro 5 – Síntese dos resultados obtidos no estudo de zoneamento etno-ambiental.

<i>Patamar (P)</i>	<i>Classes de solos</i>	<i>Características geomorfológicas</i>	<i>Tipo de vegetação</i>	<i>Tipos de usos do solo</i>
P1	Cambissolo formado a partir de depósitos aluviais.	Relevo plano a suave ondulado	Predominância de floresta estacional semi-decidual aluvial de terras baixas.	Pequenas áreas de agricultura e, extração de matéria prima p/ confecção de artesanato.
P2	Associação cambissolo/neossolo, sobre derrames de olivina-basalto	Relevo ondulado a forte ondulado na vertente P1-P2.	floresta estacional semi-decidual sub-montana.	Pequenas áreas de agricultura e, extração de matéria prima p/ confecção de artesanato e culinária.
P3	Latossolo e Nitossolo de origem basáltica.	Relevo ondulado a suave ondulado	Extensas áreas com agricultura, capoeira e pequenas áreas com floresta estacional semi-decidual montana.	Agricultura intensiva, estabelecida sob Sistema de Plantio Direto.
P4	Associação cambissolo/neossolo de origem basáltica.	Marca a superfície de topo dos morros isolados e dos espigões orientados a nor-nordeste.	Floresta estacional semi-decidual alto montana, com presença de araucária.	Pequenas áreas de agricultura e coleta sazonal de pinhão.

As duas grandes unidades etno-ambientais que são: a) unidade etno-ambiental de patamares elevados (em maiores altitudes) e b) unidades etno-ambientais de patamares em menores altitudes estão espacializadas na figura 36 a seguir.



Figura 36 –Mapa das duas grandes unidades etno-ambientais da T.I. de Ligeiro

4.5.1. Unidade etno-ambiental Mata Densa (Floresta Estacional Decidual)

Essa unidade etno-ambiental recobre grande parte da área avaliada, cerca de aproximadamente 58%. Esse percentual equivale a uma total de 2.622 hectares. A área ocupada pela mata densa estende-se desde os patamares em menores altitudes como o P1 e P2, até os patamares mais elevados P3 e P4. Ocupa também principalmente local de encostas e vertentes nas dissecções do vale do Rio Ligeiro em declividades íngremes, onde predominam os solos mais rasos (neossolos). Em solos mais desenvolvidos (latossolos e nitossolos), e relevo pouco ondulado, essa formação é mais esparsa, devido a grande fragmentação sofrida ao longo do tempo em função da expansão da atividade agrícola e da extração madeireira. Apesar da fragmentação das áreas com mata densa, essa apresenta uma boa conectividade por meio de corredores entre as manchas, garantindo dessa forma, o bom desenvolvimento das funcionalidades ecológicas desse ecossistema.

A unidade etno-ambiental Mata Densa ou Floresta Ombrófila Densa, possui particular importância cultural para os Kaingang da Terra Indígena de Ligeiro, nessa, devido a grande diversidade de recursos naturais, principalmente de espécies vegetais e animais, possibilita a coleta de matéria prima utilizada na confecção de artesanatos como as cestarias, bem como espécies de valor medicinal. Outra atividade cultural de grande importância é a caça, desenvolvida com frequência nessa área.

4.5.2. Unidade etno-ambiental Floresta com araucária (Floresta Ombrófila Mista)

Essa formação ocorre em altitudes elevadas, em Ligeiro, predomina entre as cotas de 580 metros a 730 metros no patamar 4 (P4). Apresenta como principal espécie o pinheiro

brasileiro (*Araucária angustifolia*), culturalmente imprescindível aos Kaingang, fornece sazonalmente o pinhão, um dos componentes mais importantes na dieta alimentar desse povo. Além de a importância alimentar, é uma das bases econômicas da comunidade indígena de Ligeiro, junto com o artesanato e a atividade agrícola. Ocorre sobre tipos de solos variados, desde os mais rasos, até solos mais desenvolvidos e profundos, bem como em relevo plano até os mais declivosos.

4.5.3. Unidade etno-ambiental Área com banhado/hidrografia

São pequenas áreas que ocorrem geralmente próximas ou juntas as áreas de nascentes. Os banhados possuem características muito peculiares, apresentam solos hidromórficos (presença de grande quantidade de água), e ocorrem em locais com relevo plano. Essas áreas possuem fundamental importância cultural aos Kaingang, devido a ocorrência de espécies vegetais e animais, muito utilizadas principalmente na culinária e na medicina tradicional indígena.

Além de fornecer a água, elemento vital ao homem, possibilita desenvolver atividade cultural tal como a pesca. Essa atividade é feita de forma artesanal, na qual é utilizado um artefato confeccionado com bambu pelos Kaingang de Ligeiro, denominado *Pãrj*, uma espécie de armadilha utilizada para capturar os peixes.

4.5.4. Unidade etno-ambiental Áreas sob atividade agrícola

A atividade agrícola é a principal base econômica da T.I. Ligeiro. São desenvolvidos três tipos de sistemas de cultivo que são: a) plantio direto (cultivo intensivo); b) plantio convencional (cultivo extensivo) e c) sistema de coivaras (sistema de pousio/roçada e queimada). O sistema de plantio direto está estabelecido no patamar 3 (P3), o mais extenso, em relevo suave ondulado e solos profundos e bem drenados (latossolos e nitossolos). Nesse

sistema são cultivados no período de verão as culturas de milho e soja, e no inverno a cultura do trigo. No sistema de plantio convencional são cultivados no período de verão o milho e a soja, como atividade comercial e, mandioca, feijão, e batata-doce como atividades de subsistência. No inverno raramente são utilizadas essas áreas. O sistema de plantio convencional está estabelecido em relevo suave ondulado a forte ondulado, com presença de solos do tipo latossolos e neossolos respectivamente.

O sistema de coivaras é o sistema tradicional de cultivo dos Kaingang, consiste na derrubada e queimada da vegetação, no qual o fogo é utilizado como instrumento para limpeza do local de cultivo. Esse sistema de cultivo é desenvolvido em relevo forte ondulado e áreas com presença de vegetação abundante, geralmente em áreas de vertentes onde ocorrem solos rasos e pouco desenvolvidos (neossolos). A principal atividade produtiva é a cultura do feijão e do milho, utilizados para a subsistência.

A atividade agrícola na T.I. Ligeiro ocupa aproximadamente 1.000 hectares de área produtiva, o equivalente a 22,2 % do da área total.

Quadro 6 – Síntese dos resultados obtidos para as duas grandes unidades em relação a: hidrografia, vegetação, tipo de uso do solo e geomorfologia.

UNIDADE ETNO-AMBIENTAL	Hidrografia	Cobertura Vegetal	Tipo de uso do solo	Geomorfologia
Patamares elevados (maiores altitudes)	Áreas de nascentes e cursos d'água.	Floresta com araucária, Ombrófila Densa e capoeira.	Cultivo intensivo e extensivo, coleta de matéria prima para confecção de artesanatos e coleta sazonal de pinhão e espécies vegetais comestíveis.	Relevo suave ondulado a ondulado, marcado pelos topos de morros e espigões. Eventualmente apresenta áreas declivosas.
	Banhado.	Espécies de macrófitas e de uso cultural, como o caraguatá (<i>Eryngium pandanifolium</i>), muito utilizado na culinária Kaingang.	Cultivo intensivo e Sistema de Coivara, além de eventual coleta material para artesanato. Em áreas de banhado são coletadas espécies de vegetais utilizadas na culinária e na medicina Kaingang.	Ondulado a suave ondulado.
Patamares elevados (menores altitudes)	Cursos d'água	Floresta estacional semi decidual aluvial de terras baixas	Eventuais cultivos. Essa unidade é muito utilizada para atividade de caça e pesca.	Plano a suave ondulado. Em áreas de encostas eventualmente ocorrem paredões verticais.
	Banhado	Espécies de macrófitas e de uso cultural, como o caraguatá, muito utilizado na culinária Kaingang.	Coleta de espécies vegetais utilizadas na alimentação. Além de possibilitar a atividades de caça, devido a ocorrência de espécies faunísticas também utilizadas pelos Kaingang na sua alimentação.	Relevo plano

A sobreposição dos layers hidrografia, vegetação, classes de solos e uso agrícola estão espacializados na figura 37, ilustrando as 4 unidades etno-ambientais, resultantes do zoneamento da Terra Indígena de Ligeiro.

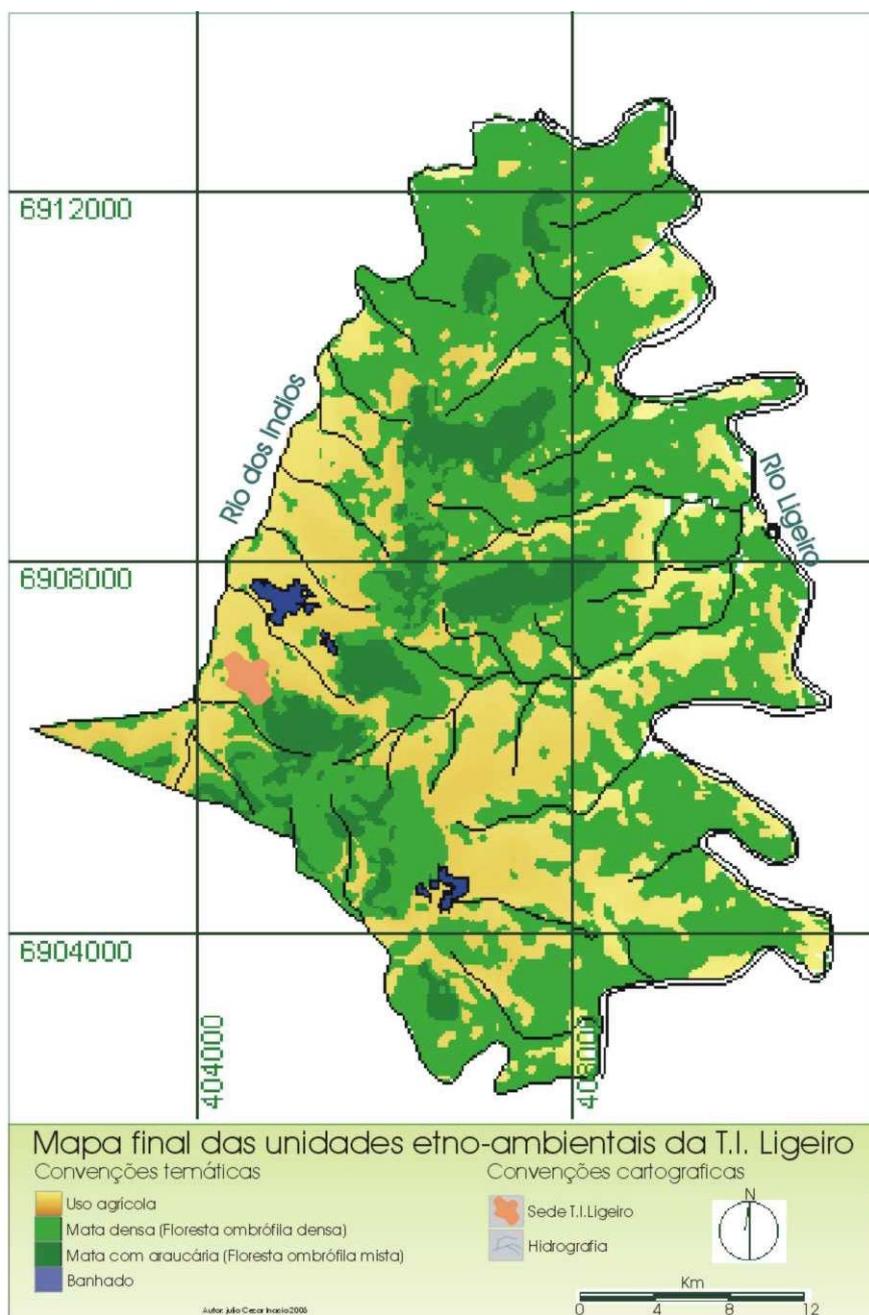


Figura 37 –Mapa final das unidades etno-ambientais da T.I. de Ligeiro

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES

5. CONCLUSÕES

O desenvolvimento etno-sustentável da Terra Indígena de Ligeiro requer um adequado conhecimento do solo, suas aptidões e potencialidades, da cobertura vegetal, cujas características e distribuição são controladas pela geomorfologia. Além disso, esse conhecimento deve considerar a importância de preservar os costumes e as tradições da cultura Kaingang e o adequado manejo das unidades de zoneamento etno-ambiental. Embora essa Terra Indígena apresente maior cobertura vegetal e ocorrência de espécies faunísticas do que as áreas do seu entorno, como indica a análise da imagem de satélite e levantamento de campo, mesmo assim persistem problemas ambientais resultantes de práticas inadequadas de manejo, principalmente da atividade agrícola.

Neste trabalho, objetivou-se elaborar o zoneamento etno-ambiental da T.I. ligeiro. Para tanto foram utilizados os conceitos de Ecologia de Paisagem e integradas a várias técnicas de análise.

O diagnóstico das classes de solos demonstrou em sua distribuição uma estreita relação com a geomorfologia. Em linhas gerais solos rasos e pouco desenvolvidos tendem ocorrer em áreas de encostas e altitudes elevadas. Na área avaliada os neossolos ocorrem com maior frequência nas vertentes e encostas entre os patamares, principalmente entre P1 e o P2. No entanto solos mais profundos e bem desenvolvidos tendem a ocorrer em terrenos mais planos ou com pouca variação. Na T.I. Ligeiro os latossolos se fazem presente no patamar P3, com pouca ondulação do relevo.

A análise da hidrografia identificou três tipos de cursos d'água: a) o Rio Ligeiro, com canal meandrante inciso em vale bem profundo, b) o Rio dos Índios, bem mais retilíneo e em vale pouco escavado e c) os afluentes dos canais anteriores, em sua maioria, com nascentes em

áreas de banhados nos patamares intermediários, preferencialmente no P3 dentro da própria Terra Indígena. Os rios e banhados constituem-se ainda em importante elemento cultural na cosmovisão Kaingang.

O diagnóstico da vegetação mostrou que a T.I. Ligeiro por ser uma área cujas atividades extrativistas de madeira e agricultura vem de longo tempo, em sua matriz perturbada, demonstrou que a matriz original era formada por Floresta Aluvial Decidual, nos vales incisos e patamares mais baixos, por Floresta Ombrófila Mista nos patamares mais elevados e por Floresta Ombrófila Densa nas escarpas e patamares intermediários. Dessa matriz, ocorrem ainda manchas remanescentes, sendo a mais perturbada aquela referente à Floresta Ombrófila Mista.

A caracterização fitossociológica feita por meio de transeccionais, mostra que a *Nectandra megapotamica*, apresentou os maiores valores em relação as demais espécies, com maior ocorrência nas manchas da Floresta Ombrófila Densa.

Esse procedimento de caracterização demonstrou ainda que existem três grupos de espécies nitidamente definidos:

- a) Myrtaceae (*Eugenia sp*, *Eugenia piriformis*, *Myrciantes gigantea*, etc.), predominantes na Floresta Aluvial Semidecidual;
- b) Lauraceae (*Nectandra megapotamica*, *Nectandra lanceolata*, *Nectandra rígida*, etc.), predominantes na Floresta Ombrófila Densa;
- c) Araucariaceae (*Araucaria angustifolia*), embora não predominante e com baixa frequência, confere a fitofisionomia do extrato superior da Floresta Ombrófila Mista. Essa formação apresenta um sub-bosque denso com a ocorrência de espécies como as *Nectandras*, o *Allophylus edulis*, *Cedrela fissilis*, *Cupania vernalis*, entre outras.

Os tipos de uso diagnosticados mostram que ocorrem várias formas de ocupação e uso da área. De um lado há o uso agrícola, que utiliza técnicas como o sistema de coivaras e o plantio direto. De outro lado, existe o uso cultural dos recursos naturais disponíveis, que confere a cada mancha remanescente uma característica etno-ambiental. Esses usos se constituem na principal base sócio econômica da população aí residente.

Com base nisso, poder-se-á reorientar certas práticas inadequadas de uso do solo, como a prática do sistema de coivaras. Esse sistema é desenvolvido em áreas de vertentes entre os patamares, onde há maior aptidão para práticas de conservação florestal. Mesmo que haja a disponibilidade de áreas mais planas e pouco utilizadas para o plantio, como as do patamar P4, há uma insistência em cultivar áreas de encosta, onde estão concentradas as maiores áreas de florestas. Isso se deve à práticas antigas que ainda não puderam ser melhor refletidas pela comunidade. Além disso, a definição de áreas propícias à conservação florestal pode aumentar a disponibilidade de materiais naturais utilizados no fabrico de artefatos típicos da cultura indígena, como os das cestarias. Esses artefatos, eventualmente comercializados, podem constituir-se em fonte de renda compensatória às eventuais perdas resultantes do abandono do cultivo pelo sistema de coivara. A gestão etno-sustentável de terras indígenas pode colocar-se assim, como vetor fundamental para a afirmação da cultura indígena, pois garante a existência de materiais naturais utilizados pela tradição cultural Kaingang e, também, de exemplo de uso ambiental sustentável.

5.1. Recomendações

- Reorientação de práticas inadequadas de plantio, como exemplo o Sistema de Coivaras, que além de ser estabelecido em áreas de floresta, é utilizado o fogo para limpar o local, oferecendo risco de incêndio constante às áreas do arredor;
- Estabelecer um sistema de controle das queimadas principalmente em áreas de capoeira no período de verão, através de palestras e oficinas de conscientização da comunidade indígena;
- Estabelecer um plano de manejo de coleta dos materiais utilizados para a confecção dos artesanatos;
- Implantação de um plano de gestão etno-ambiental para cada unidades zoneada, tomando como subsídios às informações contidas no presente estudo.

CAPÍTULO 6

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADENIYI, P. O, **Digital analysis of multitemporal Landsat data for land-use/land cover classification in semi-arid area of Nigeria.** *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v.51, n11, p.1761-1774, 1985.

ASSAD, E. D., SANO, E. E. **Sistema de Informações Geográficas. Aplicação na agricultura.** 2 ed., rev. e ampl. – Brasília : Embrapa SPI/ Embrapa – CPAC, 1998, 434 p. :il.

BACKES, A., NARDINO, M., **Nomes populares e científicos das plantas do Rio Grande do Sul,** São Leopoldo: UNISINOS, 1999, 202 p.

BRASIL, Ministério das Minas e Energia. **Proposta metodológica para estudos integrados do potencial geoambiental em escala de semidetalhe.** 1984. 16 p. (Projeto RADAMBRASIL, grupo de estudos integrados).

BURROUGH, P. A., McDONNELL, R. A. **Principles of Geographical Information Systems,** Oxford University Press Inc., New York, 1998.

CAIN, S. A., CASTRO G. M. O. **Manual of vegetation analysis,** Harper & Brothers, Publishers, New York, p. 104, 1959.

COOKE R. U., DOORNKAMP J. C., **Geomorphology in environmental management: A new introduction,** 2nd ed., Clarendon Press, Oxford, p. 18, 1990.

DIEGUES, A.C. **Etno-conservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos.** São Paulo : EDUSP, 2000, 290 p.

DRAMSTAD, O., FORMAN, R. T. **Landscape Ecology: Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning,** Inland Press, 1996, 80 p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999, 412p.

FARINA, A. **Landscape Ecology in Action**, Kluwer Academic Publishers, 2000, 317 p.

FARINA, A. **Principles and Methods in Landscape Ecology**, Kluwer Academic Publishers, 2000, 235 p.

FORMAN, R. T., GODRON, M. **Landscape Ecology**, John Willey, New York, 1986, 619 p.

FORMAN, R. T.T. **Land mosaic: The ecology of landscape and regions**, Cambridge University Press, New York, 1995, 632 p.

FUNAI, Fundação Nacional do Índio: Levantamento fundiário das terras indígenas do Rio Grande do Sul, 2003.

GIANELLO, C., BISSANI, C. A., TEDESCO, M. J. **Princípios de fertilidade do solo**. Porto Alegre : UFRGS, 1995, 276 p.

HERRMANN, M.L. DE P., ROSA, R. DE O. Relevô. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil, Região Sul**. Rio de Janeiro : IBGE, 1990, v. 2., p. 55-84

INÁCIO, J.C. Relatório de Agronomia. In: MENEGAT, R. (coord.). **Desenvolvimento etno-sustentável dos Povos Kaingang e Guarani no Sul do Brasil: Terra Indígena de Ligeiro; Relatório Técnico**. Porto Alegre : STCAS; UFRGS; Brasília : MMA/FNMA, 2002.

INÁCIO, J.C., MENEGAT, R., PORTO, M. L. **Unidades de Paisagem como instrumento para a gestão ambiental da Terra Indígena de Ligeiro, RS**. In: CLAUDINO-SALES, V. de, TONINI, I.M., DANTAS, E.W.C. (eds.). Anais de trabalhos completos do VI Congresso de Ecologia do Brasil. Fortaleza, p. 119-121, 2003.

INÁCIO, J.C., MENEGAT, R., PORTO, M. L., SIVIERO, R. S. **Geomorfologia, solos, e sua aptidão para fins de recuperação florestal e desenvolvimento etno-sustentável: um estudo integrado na Terra Indígena de Ligeiro.** In: COELHO, G. C., LUCCHESI, O. A. (org.). Anais do 2. Seminário Estadual de Reflorestamento e Recuperação Ambiental. Ijuí, p. 184-191, 2003.

INSTITUTO SÓCIOAMBIENTAL - ISA, **Povos Indígenas no Brasil**, São Paulo, 2000

LANGER, H. Die Ökologische Gliederung der Landschaft und ihre Bedeutung für die Fragestellung der Landschaftspflege. **Landschaft + Stadt**, 3:2-29. 1970.

LEEDER, M. **Sedimentology and sedimentary basins; from turbulence to tectonics.** Oxford : Blackwell Science, 1999.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**, São Paulo: Oficina de textos, 2002, 178 p.

MANUAL DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA OS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de química e fertilidade do solo.**-10. ed., Porto Alegre, 2004.

MARSH, W.M. **Landscape Planning: Environmental Applications**, 3rd ed., John Willey, New York, 1997, 434 p.

MENEGAT, R. (coord.). **Desenvolvimento etno-sustentável dos Povos Kaingang e Guarani no Sul do Brasil: Terra Indígena de Ligeiro**; Relatório Técnico. Porto Alegre : STCAS; UFRGS; Brasília : MMA/FNMA, 2002.

MENEGAT, R., ALMEIDA, G. (coords.). **Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades; estratégias a partir de Porto Alegre**, Porto Alegre, Editora da UFRGS, 2004, 422 p.

MENEGAT, R., KIRCHHEIM, R. E. Lagos, rios e arroios: as doces águas da superfície. In: MENEGAT, R., PORTO, M.L., FERNANDES, L.A.D., CARRACO, C.C. **Atlas Ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre : Edufrgs, 1998, p. 35-40.

MENEGAT, R., SIVIERO, R.S. Relatório de Geologia. In: MENEGAT, R. (coord.). **Desenvolvimento etno-sustentável dos Povos Kaingang e Guarani no Sul do Brasil: Terra Indígena de Ligeiro; Relatório Técnico**. Porto Alegre : STCAS; UFRGS; Brasília : MMA/FNMA, 2002.

MILANI, E. J., Geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental e a evolução geológica da Bacia do Paraná. In: HOLS, M., DE ROS L. F., (eds). **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS/CIGO, p 275-302, 2000.

NEEF, E. **Die theoritischen Grundlagen der Landschaftslehre**. Gotha, Leipzig: Haack, 1967. ROBBINS, C.R. Northern Rhodesia: an experimentin the classification of land with the use of aerial photography. *Journal of Ecology*, 22:88-105. 1934.

PCBAP-PLANO DE CONSERVAÇÃO DA BACIA DO ALTO PARAGUAI, Programa Nacional do Meio Ambiente. **Metodologia do plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai**. Brasília: PNMA, v.1, 1997, 76 p.

PILLAR, V. D.; QUADROS, F. L. F. **Grassland-Forest Boundaries in Southern Brazil**. C.E.T.A. Gorizia-Italy, *COENOSES*, 12 (2-3): 119-126, 1997

PORTO, M.L., KUBO, R.R., MAGALHÃES, R.G. Relatório de Botânica. In: MENEGAT, R. (coord.). **Desenvolvimento etno-sustentável dos Povos Kaingang e Guarani no Sul do Brasil: Terra Indígena de Ligeiro; Relatório Técnico**. Porto Alegre : STCAS; UFRGS; Brasília : MMA/FNMA, 2002.

PORTO, M.L., MENEGAT, R. Ecologia de paisagem: um novo enfoque na gestão dos sistemas da Terra e do homem. In: MENEGAT, R., ALMEIDA, G. (orgs.),

Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades; estratégias a partir de Porto Alegre, Porto Alegre, Editora da UFRGS, 2004, 422 p.

REITZ, R., KLEIN, R. M., REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**, Itajaí/SC, 525 p, 1983.

RIZZINI, C. T., **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. Âmbito Cultural Edições, p. 314, 1997.

RUNDEL, P. W.; MONTENEGRO, G.; JAKSIC, F. M. eds. **Landscape Disturbance and Biodiversity in Mediterranean-Type Ecosystems: Ecological Studies Vol. 136**, Springer-Verlag, Berlin, 1998, 447 p.

SANDERSON, J., HARRIS, L. D. **Landscape ecology: A top-down approach**; Lewis publishers, New York, p. 3-18, 2000.

SHREVE, R. L., Statistical law of stream numbers, J. Geol. 74, 1966.

SILVA, J. S. V. (org.), **Zoneamento Ambiental da borda Oeste do Pantanal: maciço do Urucum e adjacências**, Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.

STRECK, E. V., KÄMPF, N., DALMOLIN, R. S. D., KLAMT, E., NASCIMENTO, P. C., SCHEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**, EMATER/RS; UFRGS, 2002.

TURNER, G. T., GARDNER, R. H. “**Quantitative methods in landscape ecology**”, Ecological Studies Vol. 82, Springer-Verlag, Berlin, 1991, 536 p.

TURNER, G. T., GARDNER, R. H., O’NEILL, R. V. **Landscape ecology In theory and practice; pattern and process**, Springer- Verlag, New York, 2001, 401 p.

USDA – United States Department of Agriculture. “**Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure**”, General Technical Report – Pacific Northwest Research Station N° 351, 1995. 122 p.

ZONNEVELD, I. S. **Textbook of Photo-Interpretation**, vol. 7 (chapter 7: Use of aerial photointerpretation in geography and geomorphology). Enschede: ITC, 1962.