

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

DINÂMICA DO USO DA TERRA E NATURALIDADE DO ENTORNO DA
FLORESTA NACIONAL DE IRATI

Dayana Almeida

SÃO CARLOS
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

DINÂMICA DO USO DA TERRA E NATURALIDADE DO ENTORNO DA
FLORESTA NACIONAL DE IRATI

Doutoranda: Dayana Almeida

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo dos Santos

Co-orientador: Prof. Dr. Jan Bogaert

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Ciências, Área de Concentração em Ecologia e Recursos Naturais.

SÃO CARLOS
2017

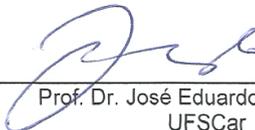


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

Folha de Aprovação

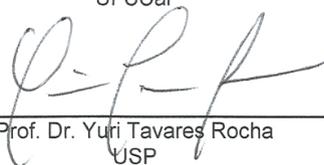
Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Tese de Doutorado da candidata Dayana Almeida, realizada em 19/05/2017:



Prof. Dr. José Eduardo dos Santos
UFSCar



Profa. Dra. Angela Terumi Fushita
UFSCar



Prof. Dr. Yuri Tavares Rocha
USP



Profa. Dra. Elisabete Maria Zanin
URI



Profa. Dra. Maria Cristina Medeiros Mazza
Embrapa

*Dedico à nossa família, em especial aos meus pais,
Joanna e Darcy (in memoriam),
ao Lincoln e ao nosso filho.*

À memória de Dr. Carlos A. S. Mazza, que juntamente com a Dr.^a M.^a Cristina M. Mazza idealizaram o Conservabio e toda a amplitude desse projeto, chegando até à concretização desta tese.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Dr. José Eduardo dos Santos por todo apoio, atenção e dedicação, mesmo nos momentos mais delicados da vida. Agradeço também pela oportunidade concedida de trabalhar no Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental (Lapa), pelos incentivos e pela confiança ao longo destes anos.

Ao Professor Dr. Jan Bogaert por ter acolhido meu pedido de cooperação, pela atenção dada ao trabalho e pela receptividade em sua equipe.

Aos pesquisadores Dr^a. M.^a Cristina M. Mazza e Dr. Carlos Alberto S. Mazza (*in memoriam*) por toda atenção ao longo desses anos e pela concretização do Projeto Conservabio.

À Professora Dr^a. Elisabete Maria Zanin agradeço pela confiança e apoio ao longo dos anos desde o período do mestrado.

Ao Professor Dr. Yuri Tavares Rocha agradeço pela convivência no Lapa e por instigar uma visão mais holística e geográfica das nossas pesquisas.

À Dr^a. Angela Terumi Fushita agradeço pela afetuosa receptividade desde as minhas primeiras visitas ao Lapa, ainda em 2012, até as atividades atuais.

Aos companheiros do Lapa, em especial à Eliziane Scariot e Mayra Moraes, minhas companheiras do Conservabio. À Eduarda Romanini, Ivan Rovani, Camila Gonçalves, Imyra Souza, Rodrigo Rufino, Rômulo Costa e Flor Magali, pela agradável convivência.

Aos técnicos Osmar de Almeida e Luiz Aparecido Joaquim, sempre muito prestativos e atenciosos, agradeço por todo auxílio.

Aos servidores da secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais pela atenção e presteza em auxiliar nas mais diversas questões.

Aos colegas da *Unité Biodiversité et Paysage*, em especial ao Prof. Dr. Grégory Mahy, Prof. Dr. Marc Dufrière, Dr. Arnaud Monty; aos técnicos Catherine Monfort e Cynthia Thomas; e aos colegas Dr^a Marie André, Dr^a Julie Lebeau, Laura Maebe, Dr. Sylvain Boisson, William Ortmans, Aurélie Hick, Carline Pitz e Dr^a Soizig Le Stradic.

À equipe do ICMBio, Lilian Vieira Miranda Garcia, João Heitor Faraco Jr, Jorge Marques e Márcio Ferla pelo acompanhamento em campo e disponibilização de informações.

À Professora Dr.^a Renata Peres, ao Prof. Dr. Frederico Hanai, à Prof. Dr.^a Sônia Buck, à Prof. Dr.^a Adriana Catojo, ao Eng. Agrônomo Dr. Carlos Augusto de S. Martins Filho (*in memoriam*) e ao Prof. Dr. Luiz Eduardo Moschini, por toda atenção e cooperação ao longo desses anos.

Aos professores, Dr. Carlos Hugo Rocha e Dr. Pedro Henrique Weirich Neto, tenho muita gratidão por toda orientação durante os primeiros anos acadêmicos. Aos companheiros do Lama, em especial à Nátali Maidl de Souza, ao Kássio Okuyama, ao Diógenes Ribeiro e à Tânia Zanlorensi, onde juntos pudemos conviver com famílias agricultoras e conhecer um pouco da realidade das mesmas. Ao Átila C. Santana, agradeço à disponibilização de dados do estado do Paraná no início do trabalho.

Ao Professor Dr. Mário Sérgio de Melo e à Professora Dr.^a. Rosemeri S. Moro por me proporcionar conhecer mais sobre os Campos Gerais e me fascinar por essa região.

Às queridas amigas Eliziane C. Scariot e Nátali Maidl de Souza por todo carinho, atenção e companheirismo mesmo que à distância.

Aos amigos Roseli M. dos Santos e Luiz Eduardo Moschini que com muito carinho acolheram nossa família.

Ao Jérémy Brisbois e à Elodie Herens por ter nos acolhido tão calorosamente no frio belga.

Ao Ricardo A. Angélico, Maycon Motta e Wilson A. Ortiz pelos valiosos conselhos.

Agradeço à Capes e ao CNPq pelo financiamento da bolsa durante os quatro anos de pesquisa e ao Programa Ciência sem Fronteiras pela oportunidade concedida de desenvolver parte da pesquisa na Universidade de Liège.

Agradeço à toda família, em especial à Anna Maria dos Santos, ao Luiz e à Lindalva, por todo carinho e atenção, mesmo que à distância. Ao Lincoln, meu querido companheiro de sonhos, de projetos e de vidas, agradeço por todo apoio e carinho ao longo de todos esses anos! E aos meus pais, Joanna e Darcy (*in memoriam*), por todo incentivo, amor, dedicação e atenção. Não há palavras para descrever minha eterna gratidão a vocês!

Lista de Figuras

1	Localização da Floresta Nacional de Irati limitada pelos municípios de Fernandes Pinheiro, Teixeira Soares, Imbituva e Irati (Paraná, Brasil); zona de entorno (10 km). Fonte dos dados: Mazza (2006), ITCG (2009).	7
2	Ilustração da fitogeografia do estado do Paraná. Fonte: Reinhard Maack / ITCG (2009). Em detalhe os municípios do entorno da Floresta Nacional de Irati (PR).	9
3	Localização da Flona de Irati limitada pelos municípios de Fernandes Pinheiro, Teixeira Soares, Imbituva e Irati (Paraná, Brasil). Em detalhe: Zona de entorno (10 km) e as Unidades de Conservação: Estação Ecológica de Fernandes Pinheiro e a Reserva Biológica das Araucárias. Fonte: ITCG (2009).	11
4	Diagrama baseado nos procedimentos metodológicos.	15
5	Localização da Flona de Irati na estrutura geológica do relevo do estado do Paraná, Brasil. Siglas: Cidades - PAR: Paranaguá; CTB: Curitiba; PGR: Ponta Grossa; GUA: Guarapuava. Escarpas: SM: Serra do Mar; ED: Escarpa Devoniana; SG: Serra Geral. Adaptado de Melo et al. (2007).	17
6	Tipos de formações geológicas do entorno da Floresta Nacional de Irati. Fonte dos dados brutos: ITCG (2009).	18
7	Tipos de solos do entorno da Floresta Nacional de Irati. Fonte dos dados brutos: ITCG (2008).	19
8	Carta hipsométrica do entorno da Floresta Nacional de Irati. Fonte dos dados brutos: SRTM / USGS (2005).	20
9	Carta de declividade do entorno da Floresta Nacional de Irati. Fonte dos dados brutos: SRTM / USGS (2005).	21
10	Carta de hidrografia do entorno da Floresta Nacional de Irati. Fonte dos dados brutos: SRTM e Cartas Topográficas (USGS, 2005).	22
11	Formações fitogeográficas do entorno da Flona de Irati. Fonte: Reinhard Maack / ITCG (2009).	23
12	Óleo sobre tela, representando a queimada dos campos nativos intitulada “Queimada” de Alfredo Andersen (1860-1935), (ANDERSEN, sem data).	27

13	Gravura retratando tropa com carregamento de erva-mate descendo a Serra, intitulada “Tropa Carregada de Erva-Mate descendo a Serra” de João Leão Pallière (1823-1887), Pallière (sem data).	28
14	Distribuição espacial dos sistemas faxinais Arroio Grande, Lagoa, Papuã e Pinho de Baixo, e distribuição original das fitofisionomias no entorno da Floresta Nacional de Irati, PR. Fonte: ITCG (2013).	35
15	Cartas temáticas do uso e cobertura da terra do entorno da Floresta Nacional de Irati (PR) para os anos 1986 (a), 1997 (b), 2011 (c), 2016 (d); Áreas (%) ocupadas pelos diferentes tipos de uso e cobertura da terra no entorno da Floresta Nacional de Irati para os anos 1986, 1997, 2011, e 2016 (e). . .	38
16	Área plantada (ha) das principais espécies agrícolas temporárias cultivadas em cada município do entorno da Floresta Nacional de Irati, PR. A seleção dos anos foi efetuada com base na proximidade dos anos analisados neste trabalho (1986, 1997, 2011, e 2016). Fonte dos dados: IBGE (2012).	43
17	Produção de erva-mate para os municípios do entorno da Flona de Irati. Fonte dos dados: IBGE (2017).	45
18	Produção de pinhão para os municípios do entorno da Flona de Irati. Fonte dos dados: IBGE (2017b).	46
19	Distribuição das propriedades rurais registradas no Cadastro Ambiental Rural de acordo com a classificação dos módulos fiscais no entorno da Floresta Nacional de Irati, PR. Fonte: Brasil (2017).	52
20	Histograma referente aos números de módulos fiscais de cada propriedade rural do entorno da Floresta Nacional de Irati, PR, considerando a frequência e a área dos mesmos.	53
21	Distribuição das Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal registradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) no entorno da Floresta Nacional de Irati (PR). Fonte: BRASIL (2017).	54
22	Trajatória relacionada à dinâmica de usos da terra para a região do entorno da Floresta Nacional de Irati (PR), entre os anos de 1986-1997, 1997-2011, 2011-2016 e 1986-2016. Em destaque, os Quadros da Transição apresentando os percentuais de mudanças de usos da terra do entorno da Floresta Nacional de Irati, para cada intervalo de análise.	57
23	Trajatória relacionada à dinâmica de uso e cobertura da terra para a região do entorno da Floresta Nacional de Irati (PR), entre os anos de 1986 e 2016.	60
24	Destaque para a região oeste com as áreas de recuperação (em verde escuro) (1) e rede hidrográfica (2).	61

25	Histograma com os percentuais referentes ao número e área dos fragmentos de floresta e de vegetação herbáceo-arbustiva (VHA) para o entorno da Floresta Nacional de Irati, PR, para os anos de 1986, 1997, 2011 e 2016. . .	62
26	Valores do índice <i>Distance to Nature</i> (D_2N) para o entorno da Floresta Nacional de Irati (PR) para os anos de 1986 (a), 1997 (b), 2011 (c) e 2016 (d); Mapa de trajetória com os valores de D_2N (e).	64
27	Áreas ocupadas para cada classe de D_2N entre os anos de 1986, 1997, 2011 e 2016.	67

Lista de Tabelas

1	Áreas dos municípios situados no entorno da Floresta Nacional de Irati e porção inserida na zona de entorno.	8
2	Escala de hemerobia, descrição dos limiares em relação à influência antrópica na biodiversidade, e tipologias do uso da terra observados na Áustria (RÜDISSER et al., 2012) e no entorno da Floresta Nacional de Irati, PR. Imagens 1-6 do acervo pessoal e do Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental; imagem 7 do acervo da Prefeitura Municipal de Irati (IRATI, 2017).	32
3	Classes de uso da terra, grau de hemerobia e valores referentes à dinâmica do uso da terra em 1986, 1997, 2011 e 2016 para o entorno da Floresta Nacional de Irati, PR.	36
4	População dos municípios do entorno da Floresta Nacional de Irati, PR, para os três últimos censos (1991, 2000 e 2010) realizados pelo IBGE. . . .	37
5	População rural e urbana nos municípios do entorno da Floresta Nacional de Irati no período dos censos realizados pelo IBGE.	39
6	Tamanho médio e tipo das propriedades agrícolas para cada município do entorno da Floresta Nacional de Irati (PR). Fonte: IBGE (2006).	41
7	Descrição das propriedades rurais registradas no Cadastro Ambiental Rural de acordo com a classificação dos módulos fiscais no entorno da Floresta Nacional de Irati, PR.	51
8	Descrição das áreas de Reserva Legal no entorno da Floresta Nacional de Irati (PR) registradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) em hectares. .	54

Lista de Abreviaturas e Siglas

Adapar	Agência de Defesa Agropecuária do Paraná
AP	Antes do Presente
APP	Áreas de Preservação Permanente
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CSF	Ciências sem Fronteiras
CTB	Curitiba
D_2N	Índice <i>Distance to Nature</i>
D_n	Distância do habitat natural
ED	Escarpa Devoniana
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Flona	Floresta Nacional
FOM	Floresta Ombrófila Mista
GUA	Guarapuava
ha	Hectares
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBDF	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INP	Instituto Nacional do Pinho
Ipardes	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
ITCG	Instituto de Terras e Cartografia e Geologia do Paraná.
IUCN	<i>International Union for Conservation of Nature</i>
Landsat	<i>Land Remote Sensing Satellite</i>
MF	Módulos fiscais
N_d	Naturalidade
PAR	Paranaguá
PGR	Ponta Grossa

PR	Paraná
PRODEFLO	Programa Estadual de Desenvolvimento Florestal
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
Rebio	Reserva Biológica
RL	Reserva Legal
SERFLO	Sistema Estadual de Reposição Florestal Obrigatória
SG	Serra Geral
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul
SISLEG	Sistema Estadual de Implantação de Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal
SM	Serra do Mar
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos, Brasil.
ULg	Université de Liège, Bélgica.
VHA	Vegetação herbáceo-arbustiva

Sumário

Lista de Figuras	viii
Lista de Tabelas	xi
Lista de Abreviaturas e Siglas	xii
Sumário	xiv
Resumo	xvi
<i>Abstract</i>	xvii
1 Introdução	1
2 Objetivos	5
2.1 Objetivo geral	5
2.2 Objetivos específicos	5
3 Material e Métodos	6
3.1 Área de Estudo	6
3.1.1 Aspectos abióticos e bióticos	8
3.1.2 Aspectos bioculturais	9
3.2 Procedimentos Metodológicos	11
3.2.1 Caracterização e análise ambiental	11
3.2.2 Dinâmica do uso da terra	12
3.2.3 Análise da trajetória e Análise dos fragmentos de vegetação nativa .	13
3.2.4 Índice <i>Distance to Nature</i> (D ₂ N)	14
4 Resultados e Discussão	16
4.1 Caracterização e análise ambiental	16
4.1.1 Aspectos abióticos	16
4.1.2 Aspectos bióticos	22
4.2 Dinâmica do uso da terra	25

4.2.1	Aspectos históricos da dinâmica do uso da terra	25
4.2.2	Identificação do uso e cobertura da terra com base na reclassificação da hemerobia	30
4.2.3	Dinâmica do uso e ocupação da terra entre 1986 e 2016	34
4.2.4	Sistemas de Produção Agrícola, Determinantes socioeconômicos e Políticas Públicas	39
4.2.4.1	Sistemas de produção agrícola	39
4.2.4.2	Políticas públicas	46
4.2.4.3	Cadastro Ambiental Rural (CAR)	49
4.3	Análise da trajetória e Análise dos fragmentos de vegetação nativa	55
4.3.1	Análise da trajetória	55
4.3.2	Análise dos fragmentos de vegetação nativa	59
4.4	Índice <i>Distance to Nature</i> (D_2N)	63
5	Conclusões	68
	Referências Bibliográficas	70
	Índice Remissivo	78

Resumo

As unidades de conservação são importantes estratégias para a conservação da biodiversidade. No entanto, pouca atenção tem sido direcionada ao entorno dessas áreas protegidas. O objetivo desta pesquisa foi identificar os condicionantes modeladores da paisagem para a manutenção da condição de naturalidade e dos cenários para a conservação da biodiversidade do entorno da Floresta Nacional (Flona) de Irati, Paraná, com base na dinâmica temporal e espacial do uso e cobertura da terra e em indicadores estruturais da paisagem, no período entre 1986 e 2016. A classificação do uso e cobertura da terra do entorno da Flona de Irati foi obtida com base na imagem de satélite Landsat-5 para os anos de 1986, 1997 e 2011, e Landsat-8 para o ano de 2016, por meio de digitalização em tela no software ArcGis 10.2, utilizando uma escala de hemerobia. Foi elaborada uma análise de trajetória entre os anos de 1986-1997 / 1997-2011 / 2011-2016 e 1986-2016 para avaliar a dinâmica da paisagem. O índice D_2N avaliou o impacto antrópico na biodiversidade com base na dinâmica do uso e cobertura da área de estudo. Para testar a hipótese nula do índice D_2N entre os anos de 1986, 1997, 2011, e 2016, foi realizada a análise de permutação multivariada com distância Euclidiana. Houve um aumento no grau de hemerobia ao longo dos trinta anos de análise. No entanto, a área ainda apresenta uma expressiva condição de naturalidade, principalmente, quando comparada com o entorno de outras unidades de conservação. As alterações na paisagem apresentaram uma dinâmica distinta quanto aos diferentes sistemas de produção agrícola encontrados na área de estudo. Nesse contexto, as estratégias para manutenção da condição de naturalidade da Flona de Irati e do seu entorno também devem ser diferenciadas para cada sistema de produção. A classificação baseada nos graus de hemerobia em relação à aplicação do D_2N contribuiu para a melhor compreensão da dinâmica do uso e cobertura da terra do entorno da Flona de Irati. A análise estatística evidenciou que apenas 1997 apresentou diferença estatisticamente significativa. Os resultados demonstraram que o D_2N pode ser considerado uma ferramenta de monitoramento e planejamento ambiental para identificar a condição de naturalidade e as áreas de maior influência antrópica, essencial à proposição de cenários para conservação da biodiversidade.

Palavras-chave: Área protegida, D_2N , Hemerobia, Zona de entorno.

Abstract

Protected areas are an important strategy for the maintenance of biodiversity. However, land use dynamics of the protected areas buffer zones receive little attention in literature. The goal of this research was to identify the landscape constraints and modelers in order to maintain the naturalness of the scenarios surrounding Irati National Forest, based on the temporal and spatial dynamics of the land use and cover analysis and the Distance to Nature Index (D_2N) application for the period from 1986 to 2016. The land use and cover dynamics for the study area was obtained by on-screen digitizing of LandSat-5 and LandSat-8 imagery for 1986, 1997, 2011, and 2016 in ArcGis 10.2 software, using the hemeroby scale. A trajectory analyses between the years 1986-1997, 1997-2011, 2011-2016, 1986-2016, and 1986-2016 were used to evaluate the landscape dynamics. The D_2N index was applied to measure the anthropogenic impact on biodiversity based on the dynamics of land use and cover of the study area for the four years. To test the null hypothesis of the D_2N index between 1986, 1997, 2011, and 2016, a multivariate permutation analysis with Euclidean distance was performed. There was an increase of the anthropisation in the surrounding Irati National Forest. However, the region still presents an expressive degree of naturalness, mainly when compared to others surrounding protected areas. The changes in the landscape presented a different dynamic regarding the different agricultural production systems in the study area. In this way, as the maintenance practices of Irati National Forest natural condition and its surroundings will also present different profiles of each production system. The statistical analysis of the D_2N results shows that only 1997 presented a statistically significant difference. The results demonstrate that D_2N can be an effective tool for monitoring and planning to identify a natural condition and areas with greater anthropogenic influence, proposing scenarios for biodiversity conservation.

Key-words: buffer zone, D_2N , hemeroby, protected areas.

1 Introdução

A fragmentação e a perda de habitats são consideradas as principais ameaças para a conservação da biodiversidade, basicamente, resultantes da expansão agrossilvipastoril e urbana (FAHRIG, 2003; GOSSNER et al., 2016). Dentre as estratégias para a conservação da biodiversidade se destaca a criação de unidades de conservação, definidas como porções de terra ou mar destinadas à manutenção da diversidade biológica e outros processos naturais *in situ*, assim como de recursos naturais e culturais associados (SCHERL et al., 2006). As consequências resultantes dos usos da terra nessas áreas devem ser quantificadas, especialmente, na condição de influência antrópica direta (DAVIS; HANSEN, 2011).

Diversos autores têm ressaltado a necessidade do planejamento e manejo ambiental do entorno das áreas protegidas e não apenas dos limítrofes estabelecidos para as mesmas (WALLACE et al., 2005; HANSEN; DEFRIES, 2007; PERELLÓ et al., 2012; GRAY et al., 2016), devido à intensificação dos usos antrópicos no entorno de áreas protegidas nas últimas décadas (DEFRIES et al., 2005).

No Brasil a zona de amortecimento ou de entorno das unidades de conservação foi estabelecida por meio do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei Federal nº 9.985/2000). Esta área apresenta as atividades humanas sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade de conservação (BRASIL, 2000).

Um importante instrumento para realizar a gestão das áreas de entorno das unidades de conservação é a análise da paisagem (MAIROTA et al., 2013), especialmente, para identificar e quantificar os efeitos antropogênicos na paisagem (BOGAERT et al., 2011). A análise da estrutura da paisagem e do padrão espacial são essenciais para auxiliar a compreensão da composição e do arranjo dos elementos estruturais que compõem a paisagem (MCGARIGAL; CUSHMAN, 2005). Wu e Hobbs (2002), por meio da análise das questões prioritárias e questões-chave que necessitariam de maior desenvolvimento na ecologia da paisagem, identificaram a necessidade da comunicação ao público e aos tomadores de decisão dos resultados obtidos por meio dessa ciência. Nesse sentido, o desenvolvimento de indicadores que possam analisar e divulgar as influências antrópicas na condição da biodiversidade torna-se extremamente importante, uma vez que pode dar suporte aos tomadores de decisão.

Os indicadores podem ser caracterizados como parâmetros que apresentam a capacidade de descrever um estado ou avaliar as respostas das condições e mudanças ambientais, sendo fundamentais para quantificar e simplificar as informações (SANTOS, 2004; HEINK; KOWARIK, 2010). Quando há indicadores integrados analisando condições ambientais complexas o termo índice é mais apropriado para ser utilizado.

Visando medir o impacto antrópico na biodiversidade, Rüdissler et al. (2012) desenvolveram o índice *Distance to Nature* (D_2N). Esse índice, o qual objetiva ser de fácil interpretação e alta compreensão é composto pela combinação de outros dois indicadores: *Naturalidade* (N_d) e *Distância do habitat natural* (D_n), e pode ser suporte para o estabelecimento de medidas de planejamento e políticas públicas. A *Naturalidade* utiliza a escala de hemerobia para classificar as informações referentes ao uso e cobertura da terra, enquanto o indicador *Distância do habitat natural* é baseado na distância euclidiana até o polígono de área natural mais próximo.

O conceito de hemerobia foi definido por Jalas e Sukkop na segunda metade do

Século XX, e sua utilização para o indicador de *Naturalidade* é extremamente vantajosa, uma vez que esse conceito objetiva descrever e mensurar as influências antrópicas para a análise integral do ecossistema (JALAS, 1955; SUKOPP, 1972)¹.

A análise integral do ecossistema remete aos aspectos históricos, bioculturais e socioeconômicos, enriquecendo o índice e também as percepções de quem o utiliza (gestores e tomadores de decisão) para escolhas de estratégia mais adequadas. Nesse contexto, a identificação e análise dos sistemas de produção agrícola existentes na paisagem são extremamente importantes, uma vez que são resultantes da dinâmica dos processos históricos, bioculturais e socioeconômicos (KONVICKA et al., 2016).

Mazoyer e Roudart (2008) caracterizam os sistemas de produção agrícola considerando a disposição espacial e temporal das propriedades rurais inseridas em um contexto ecológico e econômico complexo, como parte de um conjunto de unidades que apresentam condições semelhantes.

Diferentes sistemas de produção agrícola podem apresentar diferentes impactos ambientais, principalmente, relacionado à dependência ou não de entradas de energia externa ao sistema, aporte de agrotóxicos e fertilizantes, cultivo de espécies geneticamente modificadas e espécies com pouca variabilidade genética, manejo dos recursos hídricos (contaminação de corpos d'água e mudança na sua dinâmica natural) e pedológicos (erosão, lixiviação dos nutrientes, compactação do solo e alteração na microbiota do solo), além das questões socioeconômicas envolvidas. Diversos autores avaliando diferentes regiões e contextos identificaram que sistemas de produção com maior diversificação em espécies agrícolas apresentam menor impacto na biodiversidade da região onde estão inseridos (GURR et al., 2016; KONVICKA et al., 2016). O mesmo pode ocorrer em relação ao tamanho das propriedades rurais (KONVICKA et al., 2016) e também com relação à

¹Winter (2012) ressalta a necessidade de distinguir os conceitos de hemerobia e de naturalidade, sendo esse último conceito, frequentemente, associado às comparações entre o estado atual e original do ecossistema.

heterogeneidade espacial das propriedades rurais (BERTRAND et al., 2016).

Essa abordagem holística torna possível reconhecer a paisagem não apenas pelos condicionantes modeladores abióticos, bióticos e cartográficos, mas também pela representação de sistemas complexos e dinâmicos, criando parâmetros de referência para um desenvolvimento sustentável de longa duração (FARINA, 2014).

2

Objetivos

2.1 Objetivo geral

Identificar os condicionantes modeladores da paisagem para a manutenção da condição de naturalidade e dos cenários para a conservação da biodiversidade do entorno da Floresta Nacional de Irati, PR, com base na dinâmica temporal e espacial do uso e cobertura da terra e em indicadores estruturais da paisagem, no período entre 1986 e 2016.

2.2 Objetivos específicos

- (a) Caracterizar e analisar os componentes abióticos, bióticos e bioculturais e suas relações com a dinâmica do uso e cobertura da terra do entorno da Floresta Nacional de Irati;
- (b) Realizar diagnóstico da condição da paisagem, em termos qualitativos e quantitativos, com base na dinâmica do uso e cobertura da terra e na análise da trajetória para identificar as mudanças da naturalidade e da condição dos fragmentos de vegetação nativa;
- (c) Identificar e analisar a condição de naturalidade do entorno da Floresta Nacional de Irati por meio do índice *Distance to Nature* para os anos de 1986, 1997, 2011 e 2016, e validar sua aplicação para essa região.

3 Material e Métodos

3.1 Área de Estudo

A Floresta Nacional (Flona) de Irati, criada com base na portaria federal nº 559 de 25 de outubro de 1968, localiza-se entre as coordenadas geográficas 25 ° 25' de latitude sul, 50 ° 36' de longitude oeste e 25 ° 17' de latitude sul, 50 ° 30' de longitude oeste (MAZZA, 2006). Essa área foi adquirida em 1943 pelo Instituto Nacional do Pinho com o objetivo de desenvolver uma estação experimental com áreas de reflorestamento, principalmente da espécie *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. Posteriormente, sob a gestão do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, os plantios do gênero *Pinus* foram priorizados (BRASIL, 2013). Após o ano de 2000, com a publicação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, a Flona de Irati teve seus objetivos alterados visando atender à legislação vigente, que a enquadrou como uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável (BRASIL, 2000).

Esta pesquisa está vinculada a um projeto mais abrangente, denominado Projeto CONSERVABIO II, da Rede para Conservação da Biodiversidade e Valoração dos Produtos da Floresta com Araucária, coordenado por pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). O Projeto CONSERVABIO apresentou como objetivo geral a produção de conhecimento científico para a conservação e utilização sustentável da Floresta Ombrófila Mista, aplicado a três unidades de gerenciamento da paisagem: as Florestas Nacionais de Irati (PR), Três Barras (SC), e Passo Fundo (RS), e seus respectivos entornos.

Para a avaliação do entorno da Flona de Irati, este trabalho apresenta sua configuração espacial abrangendo, parcialmente, os municípios que estão inseridos em uma borda externa a mesma, de 10 km de distância, totalizando 69.077 ha. A definição desse limite remete à sua Zona de Amortecimento (BRASIL, 2000). Nesse âmbito enquadram-se quatro municípios com diferentes proporções de seu território inserido. O município com maior representatividade é Teixeira Soares com 40% da área total, seguido por Imbituva (25%), Irati (18%) e Fernandes Pinheiro (17%) (Figura 1, Tabela 1).

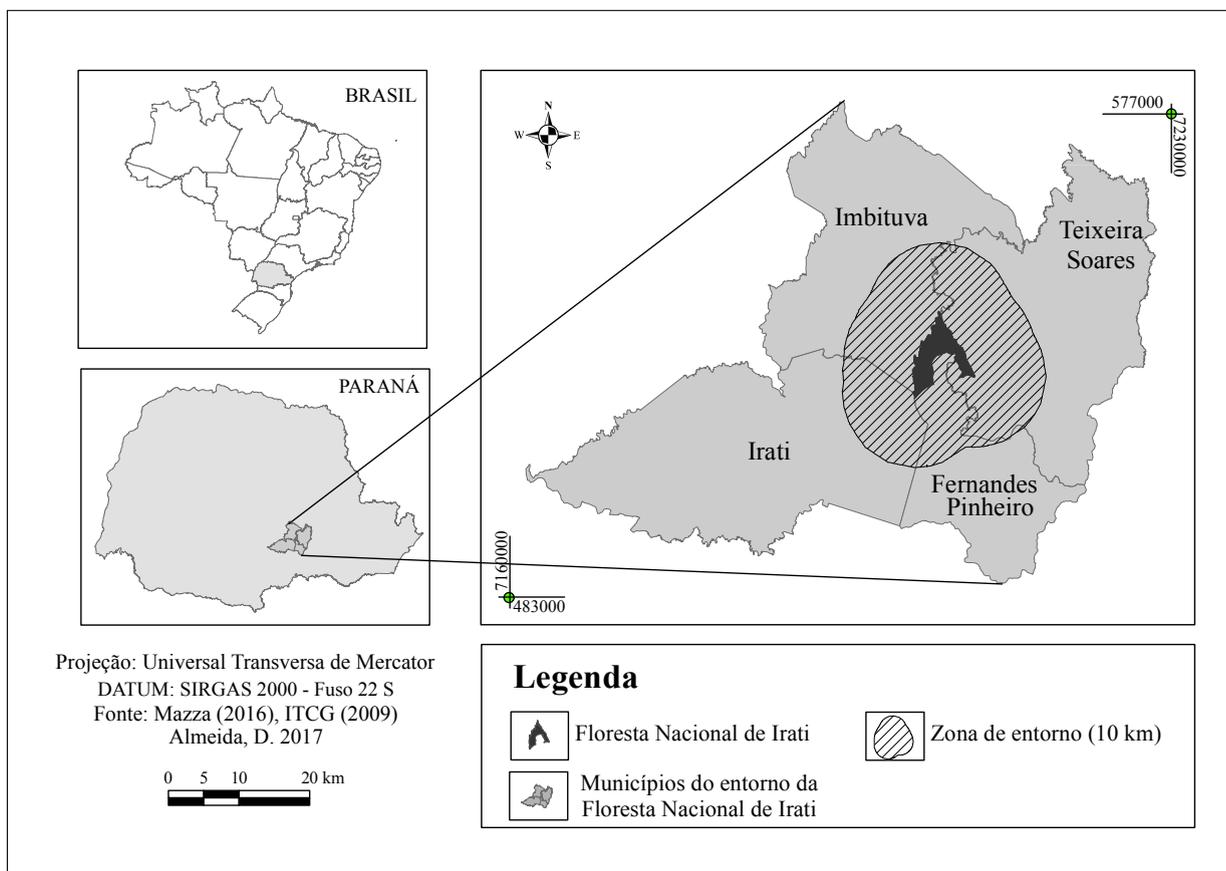


Figura 1: Localização da Floresta Nacional de Irati limitada pelos municípios de Fernandes Pinheiro, Teixeira Soares, Imbituva e Irati (Paraná, Brasil); zona de entorno (10 km). Fonte dos dados: Mazza (2006), ITCG (2009).

Tabela 1: Áreas dos municípios situados no entorno da Floresta Nacional de Irati e porção inserida na zona de entorno.

Município	Área total do município (ha)	Área inserida nos 10 km de entorno da Flona de Irati (ha)	Porcentagem de cada município na área de estudo
Fernandes Pinheiro	41.344,90	11.527,34	17 %
Imbituva	80.332,56	17.135,93	25 %
Irati	99.590,22	12.402,67	18 %
Teixeira Soares	89.123,67	28.011,43	40 %
Total	310.391,35	69.077,37	100 %

3.1.1 Aspectos abióticos e bióticos

O clima da região é classificado como Cfb pelo Sistema de Classificação de Köppen, sendo caracterizado como temperado, com verões amenos, chuvas uniformemente distribuídas sem a presença de uma estação seca, além de apresentar geadas frequentes (CAVIGLIONE et al., 2000).

A região no entorno da Flona de Irati caracteriza-se como uma área de transição em termos geomorfológicos e fitofisionômicos. Os municípios de Teixeira Soares e Imbituva estão parcialmente inseridos na região fitogeográfica dos Campos Gerais. Essa região é caracterizada por apresentar relevos suaves (MELO et al., 2007), mosaicos de Estepe Gramíneo-Lenhosa associada à Floresta Ombrófila Mista, tendo como delimitação oriental a Escarpa Devoniana, Segundo Planalto Paranaense (MAACK, 2002). As áreas restantes desses dois municípios, juntamente, com os territórios dos municípios de Irati e Fernandes Pinheiro, se encontram em regiões onde as formações florestais dominavam a paisagem original. Deve ser destacado que uma porção do município de Irati está localizada no Terceiro Planalto Paranaense, onde se observam maiores altitudes

(superiores a 1000 m) que o restante da área, além de um relevo mais recortado (Figura 2).

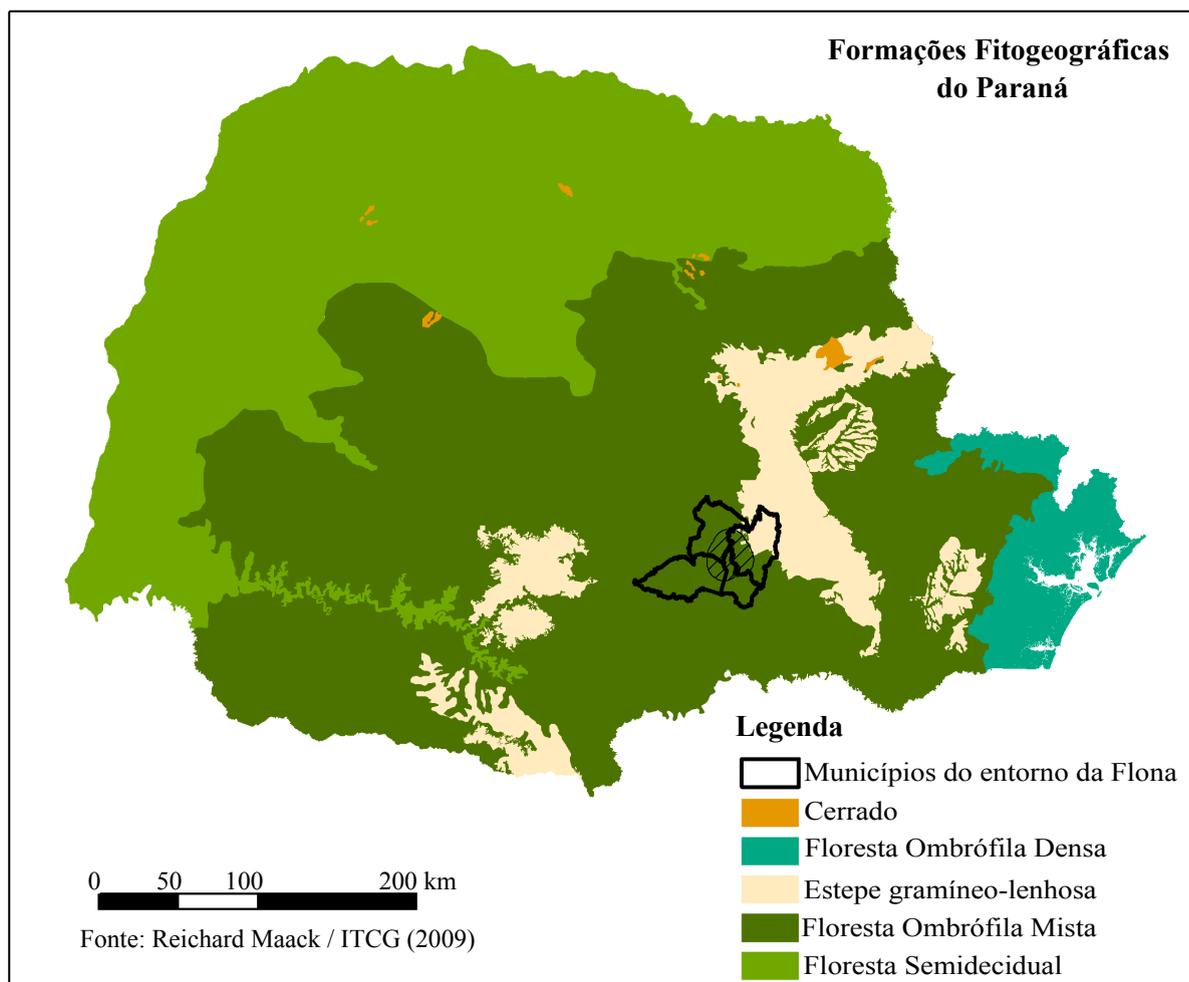


Figura 2: Ilustração da fitogeografia do estado do Paraná. Fonte: Reinhard Maack / ITCG (2009). Em detalhe os municípios do entorno da Floresta Nacional de Irati (PR).

3.1.2 Aspectos bioculturais

Os aspectos bioculturais podem ser caracterizados como uma indissolúvel ligação entre aspectos biológicos e culturais. Hong (2011) enfatiza que uma paisagem biocultural pode ser definida como diversas características estáveis e cíclicas, tais como mecanismos para manter os processos de desenvolvimento da paisagem.

Além dos componentes abióticos e bióticos, a região de entorno da Flona de Irati apresenta um importante sistema biocultural, identificado como Faxinais, que

corresponde a uma forma de organização camponesa tradicional desenvolvendo atividades silvopastoris que aliam a conservação dos remanescentes de Floresta Ombrófila Mista por meio da extração de produtos não-madeiráveis (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze e *Ilex paraguariensis* A. St. Hill.) com a criação de animais para a subsistência em uma área compartilhada pela comunidade (YU, 1988).

Além disso, duas unidades de conservação (UC) de proteção integral, no âmbito estadual e federal (Figura 3) existem na região de entorno da Flona de Irati: a Estação Ecológica de Fernandes Pinheiro e a Reserva Biológica (Rebio) das Araucárias.

A Estação Ecológica de Fernandes Pinheiro localiza-se a sudoeste da Flona de Irati com área de aproximadamente 532 ha, foi criada por meio do Decreto Estadual nº 4230 - 05 de junho de 2001. A área onde está inserida a Estação Ecológica de Fernandes Pinheiro pertence ao Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR.

A Reserva Biológica (Rebio) das Araucárias foi criada pelo Decreto Federal de 23 de março 2006 (BRASIL, 2006). Compreende uma das maiores áreas florestais remanescentes com potencial de conservação da Floresta Ombrófila Mista no Paraná. Abriga espécies ameaçadas de extinção e sítios arqueológicos. No interior desta UC estão importantes mananciais, além de significativas áreas de várzea, campos úmidos e florestas de galeria (IBAMA, 2005). A adjacência com a Flona de Irati foi um importante aspecto considerado para definir os limites da Rebio, a qual apresenta aproximadamente 14.919 hectares. O processo de criação foi conturbado, e até o presente momento nenhuma desapropriação das propriedades rurais inseridas no limite da Rebio foi realizada. Essas duas unidades de conservação não possuem Plano de Manejo.

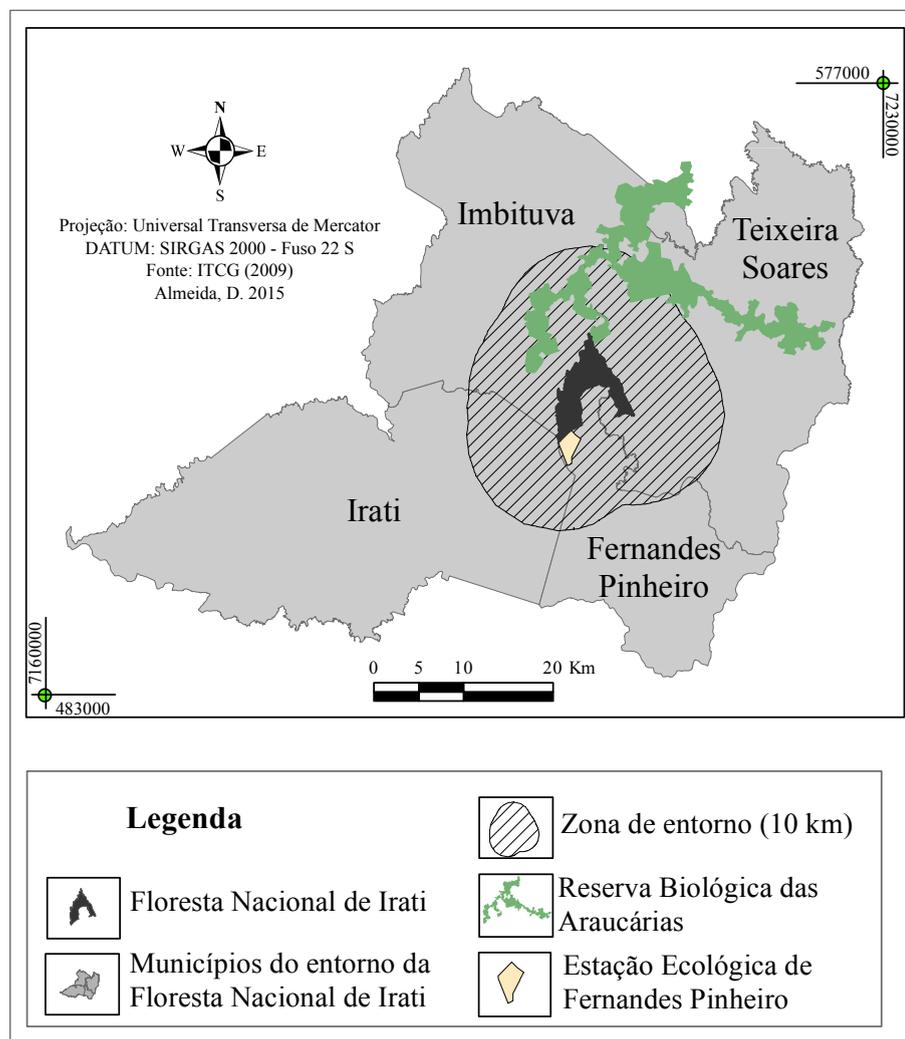


Figura 3: Localização da Flona de Irati limitada pelos municípios de Fernandes Pinheiro, Teixeira Soares, Imbituva e Irati (Paraná, Brasil). Em detalhe: Zona de entorno (10 km) e as Unidades de Conservação: Estação Ecológica de Fernandes Pinheiro e a Reserva Biológica das Araucárias. Fonte: ITCG (2009).

3.2 Procedimentos Metodológicos

3.2.1 Caracterização e análise ambiental

Para a caracterização e análise ambiental do entorno da Flona de Irati foi organizado um banco de dados georreferenciado no sistema de projeção *Universal Transversa de Mercator* (UTM), Datum SIRGAS 2000, fuso 22 S. Esse banco de dados foi composto por cartas temáticas e pelas cartas topográficas Imbituva, Uvaia, Irati e Teixeira Soares na escala 1:50.000.

As cartas temáticas contemplam os dados geológicos, geomorfológicos, pedológicos e fitogeográficos, obtidos pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG, 2009). Os dados referentes às demais unidades de conservação e aos faxinais também foram obtidas do ITCG. Posteriormente à aquisição dos dados, os mesmos foram reprojatados para o Datum SIRGAS 2000.

Por meio do modelo de elevação digital obtido com base no “*Shuttle Radar Topography Mission*” (USGS, 2005), com resolução de 30 m, foram geradas as cartas temáticas de hipsometria e de declividade em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) no software Arc Gis 10.2[®]. A carta temática de hidrografia também teve a mesma base, seguido do ajuste da mesma por meio das cartas topográficas (ITCG, 2009). Com base nas cartas topográficas também foi possível extrair as informações referentes à malha viária.

3.2.2 Dinâmica do uso da terra

A dinâmica do uso e cobertura da terra do entorno da Flona de Irati foi obtida com base na imagem de satélite Landsat-5 para os anos de 1986, 1997 e 2011, e Landsat-8 para o ano de 2016, ambas com resolução espacial de 30 m, e composição de 3 bandas (RGB)¹. A alteração entre os satélites justifica-se pelo término das operações da Landsat-5 em 2012. As tipologias de uso e cobertura da terra foram obtidas pela digitalização em tela e discriminadas pelos critérios de tom, textura e contexto (MOREIRA, 2011). Todos os procedimentos foram desenvolvidos em ambiente SIG, no software ArcGis 10.2[®]. Para garantir a acurácia na aquisição dos dados foram realizados levantamentos em campo, em 2013 e 2014, percorrendo todos os municípios incluídos na área de estudo.

Cada polígono referente à classificação do uso e cobertura da terra foi relacionado à uma categoria hierárquica pré-estabelecida baseada no Millennium et al. (2005), sendo posteriormente agrupadas em diferentes graus de hemerobia, seguindo metodologia

¹Data de aquisição das imagens de satélite: 12/09/1986; 09/08/1997; 01/09/2011 e 07/09/2016.

proposta por Rüdissler et al. (2012). No artigo original, os autores aplicaram sete graus de hemerobia para analisar o D₂N em diferentes gradientes altitudinais e climáticos na Áustria. Visando contemplar as características bióticas e bioculturais do entorno da Flona de Irati, foram efetuadas algumas adaptações na escala de hemerobia proposta por Rüdissler (2012).

Determinantes socioeconômicos

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica visando identificar os determinantes socioeconômicos e ambientais relacionados à área de estudo. Foram analisados artigos, livros, teses e leis no contexto federal, estadual e municipal, relacionados com as políticas públicas que, provavelmente, possam ter influenciado o processo de uso e ocupação da terra no entorno da Flona de Irati, com enfoque para o novo Código Florestal (BRASIL, 2012).

Com base nos dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (BRASIL, 2017) foi possível identificar e analisar a situação fundiária e as informações ambientais das propriedades rurais do entorno da Flona de Irati.

3.2.3 Análise da trajetória e Análise dos fragmentos de vegetação nativa

Uma análise mais efetiva da dinâmica espacial e temporal do uso e cobertura da terra foi efetuada em ambiente SIG (ArcGis 10.2[®]), por meio da trajetória do uso e cobertura da terra entre os anos de 1986-1997 / 1997-2011 / 2011-2016 / 1986-2016. Essa análise teve como base a classificação de hemerobia proposta por Rüdissler et al. (2012).

Para análise específica da dinâmica dos fragmentos de vegetação nativa foi elaborada uma segunda trajetória considerando apenas as classes de floresta e vegetação herbáceo-arbustiva. Foi também analisado em nível de classe a frequência e a área dos

fragmentos de vegetação nativa.

3.2.4 Índice *Distance to Nature* (D_2N)

O D_2N foi aplicado para avaliar o impacto antrópico na biodiversidade com base na dinâmica do uso e cobertura da terra do entorno da Flona de Irati, para os anos de 1986, 1997, 2011, e 2016. O D_2N é composto pela combinação de outros dois indicadores: *Naturalidade* (N_d) e *Distância do habitat natural* (D_n).

A *Naturalidade* utiliza a escala de hemerobia para classificar as informações referentes ao uso e cobertura da terra. Essa escala de hemerobia apresenta sete diferentes níveis, variando de 1 em sistemas naturais sem influência antrópica até o nível 7, correspondente aos sistemas completamente artificiais, tais como áreas urbanas e industrializadas.

O indicador *Distância do habitat natural* é baseado na distância euclidiana até o polígono de área natural mais próximo, utilizando a mesma classificação de uso e cobertura da terra aplicada para o indicador *Naturalidade*. Os resultados foram representados espacialmente em arquivo raster, apresentando as médias dos valores do D_2N .

Para testar a hipótese nula do D_2N entre os anos de 1986, 1997, 2011, e 2016, foi realizada uma análise de permutação multivariada (PERMANOVA) (ANDERSON, 2001; ANDERSON, 2005) com distância Euclidiana. Uma comparação entre pares foi realizada com amostras de 1.000 pontos, aleatoriamente espacializados sem sobreposição, para cada um dos quatro anos estudados, totalizando 4000 pontos, com o objetivo de verificar as diferenças no D_2N entre os anos.

Para avaliar as mudanças no índice foi gerada a trajetória espacial do D_2N , no período entre 1986 e 2016, pela subtração dos valores de D_2N do primeiro ano pelo mais

recente, em ambiente SIG (Arc Gis 10.2[®]).

Um diagrama dos procedimentos metodológicos, incluindo os quatro eixos principais descritos previamente, é apresentado abaixo na Figura 4.

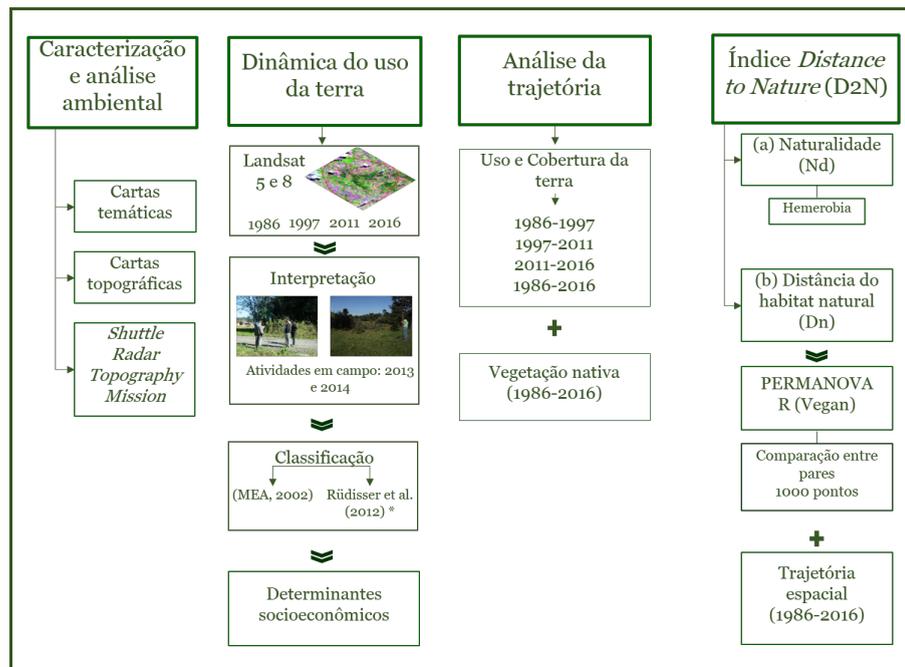


Figura 4: Diagrama baseado nos procedimentos metodológicos.

4 Resultados e Discussão

4.1 Caracterização e análise ambiental

Com base nos dados coletados nas fontes anteriormente citadas foi possível realizar a caracterização e a análise dos componentes abióticos, bióticos, bioculturais e socioeconômicos. Deve ser destacada a importância de identificar os condicionantes modeladores da paisagem que interferem na distribuição, original e atual, dos remanescentes de vegetação nativa, e também como esses condicionantes influenciaram a dinâmica de transformação das áreas naturais e antrópicas no entorno da Floresta Nacional de Irati.

4.1.1 Aspectos abióticos

A área de estudo está localizada no Segundo Planalto Paranaense, o qual é delimitado a leste pela Escarpa Devoniana e a oeste pela Serra Geral (Figura 5). Geologicamente está inserida na unidade Paleozóica da Bacia do Rio Paraná (MELO et al., 2007).

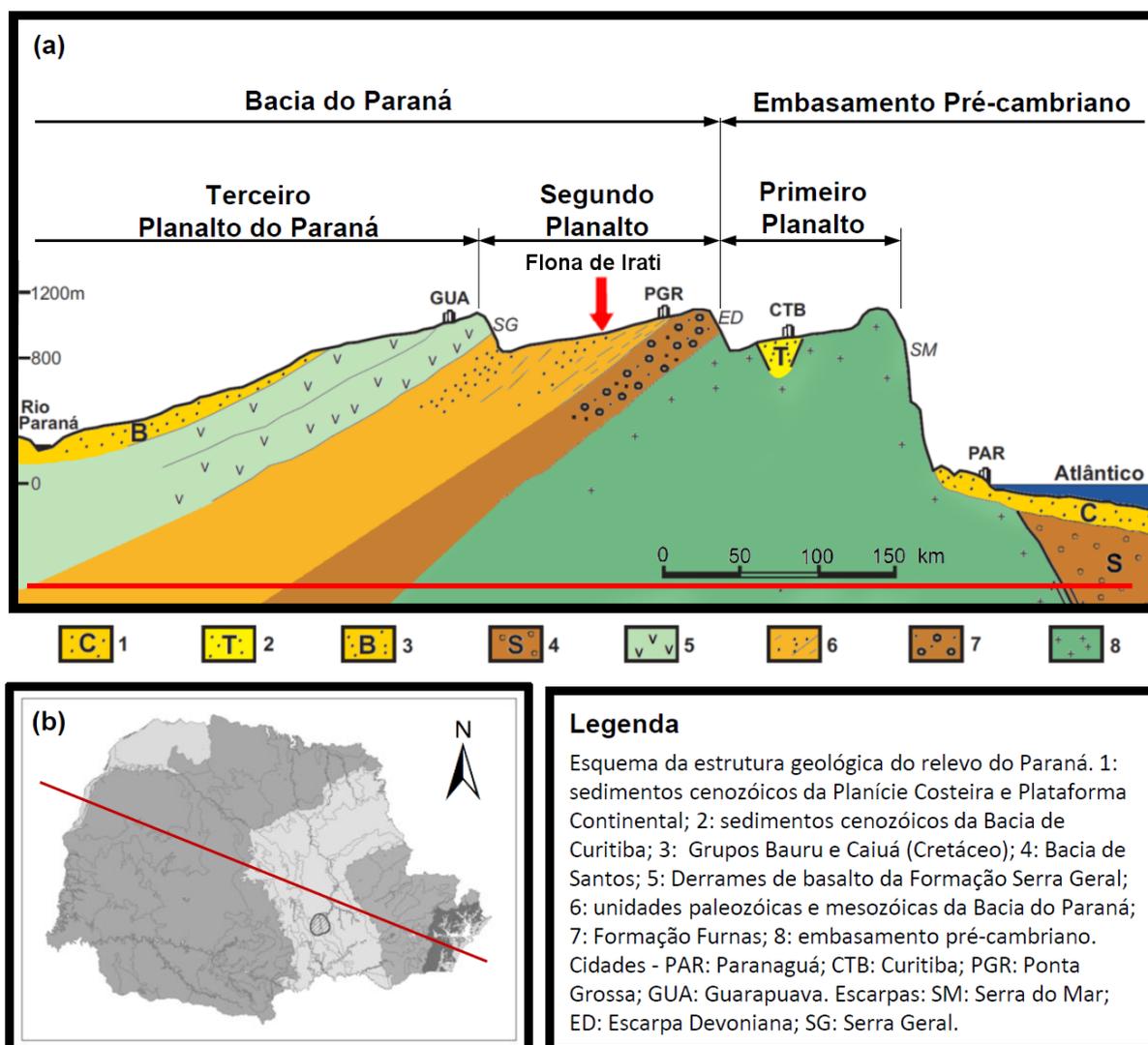


Figura 5: Localização da Flona de Irati na estrutura geológica do relevo do estado do Paraná, Brasil. Siglas: Cidades - PAR: Paranaguá; CTB: Curitiba; PGR: Ponta Grossa; GUA: Guarapuava. Escarpas: SM: Serra do Mar; ED: Escarpa Devoniana; SG: Serra Geral. Adaptado de Melo et al. (2007).

Mais especificamente no entorno da Flona de Irati são encontrados o grupo Guatá (Formações: Rio Bonito, Palermo, Irati e Serra Alta), o grupo Itararé, o grupo Passa Dois (Formação Teresina), além dos sedimentos recentes (depósitos Quaternários) e das Rochas Intrusivas Básicas. As formações Palermo e Rio Bonito ocupam 32 % e 31 % da área total, respectivamente (Figura 6). As demais formações pertencem ao grupo Itararé (12 %), localizado na porção extremo leste e aos Sedimentos recentes (11 %), os quais estão associados com as regiões de várzea (vegetação herbáceo-arbustiva) (ITCG, 2009). Em menor proporção encontra-se as rochas Intrusivas básicas (8 %) e as

Formações Serra Alta (2 %), Irati (2 %) e Teresina (0,5 %), todas na porção oeste da área de estudo.

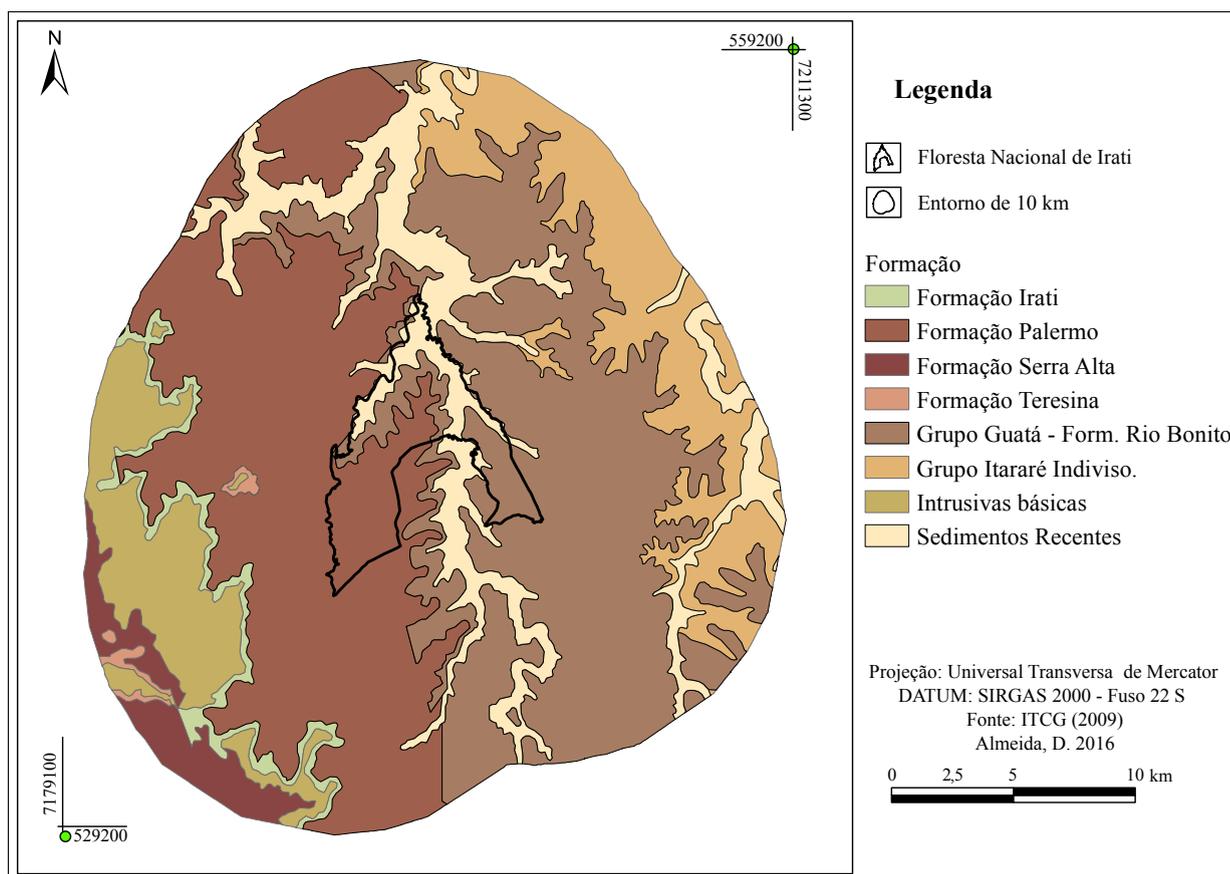


Figura 6: Tipos de formações geológicas do entorno da Floresta Nacional de Irati. Fonte dos dados brutos: ITCG (2009).

Quanto aos grupos de solos, há o predomínio de LATOSSOLOS distribuindo-se por toda área de estudo, com aproximadamente 33 % da área total (Figura 7). Essa classe apresenta os solos com maior potencial agrícola dentre os encontrados na área de estudo (SÁ, 2007), uma vez que são bem estruturados, apresentando profundidade superior a 2 m. Em seguida, os ARGISSOLOS e CAMBISSOLOS, ocupam 29 % (cada um deles) da área de entorno da Flona de Irati. Os ARGISSOLOS se distribuem em diversas regiões do entorno da Flona de Irati e são caracterizados por ocorrerem em áreas de clima subtropical dos planaltos do sul do Brasil e por requererem doses mais elevadas de insumos agrícolas visando a correção do mesmo devido às suas características de baixa atividade (SBCS, 2006). Os CAMBISSOLOS concentram-se na porção centro-leste da

área de estudo com uma espessura menor que os LATOSSOLOS. Sá (2007) evidencia a maior fragilidade ambiental desse grupo devido à textura média e à tendência de erosão dependendo da localização na paisagem. Os GLEISSOLOS, solos hidromórficos, estão, geralmente, associados com as áreas de várzeas (vegetação herbáceo-arbustiva) e não admitem uso agrícola devido sua fragilidade ambiental (CÚRCIO, 2004). No entorno da Flona de Irati os GLEISSOLOS estão associados a algumas áreas de várzea na porção norte, ocupando 6 % da área total. Em menor proporção, apenas 3 % da área total, encontram-se os NITOSSOLOS, localizados no extremo oeste do entorno da Flona de Irati. Por serem derivados de rochas intrusivas básicas, apresentam alta fertilidade agrícola.

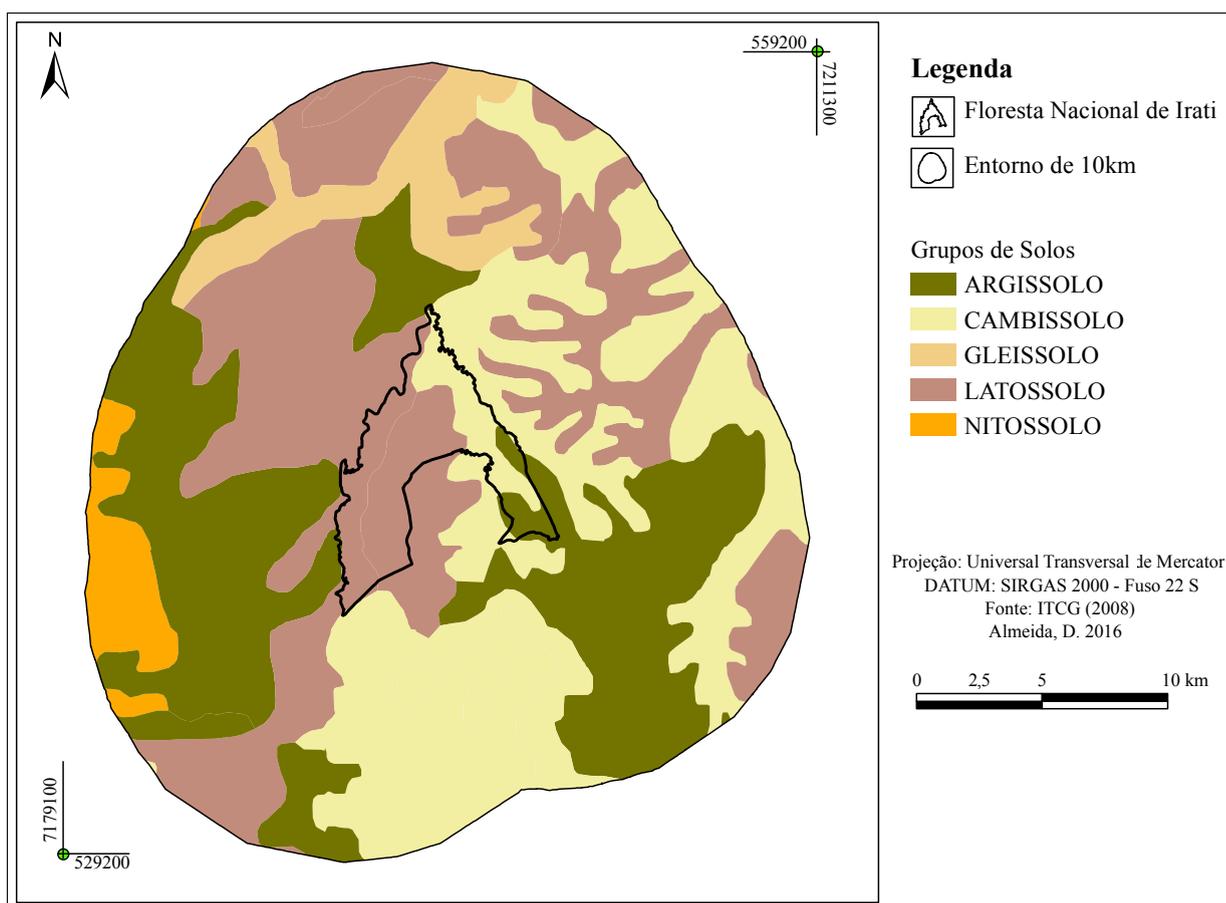


Figura 7: Tipos de solos do entorno da Floresta Nacional de Irati. Fonte dos dados brutos: ITCG (2008).

Em relação às características geomorfológicas, a região de entorno da Flona de Irati apresenta altitudes que variam entre 778 e 1018 m em relação ao nível do mar

(Figura 8). As áreas com até 800 m de altitude ocupam 7 % e localizam-se associadas aos corpos d'água e áreas de várzea (vegetação herbáceo-arbustiva). A classe entre 800 e 900 m de altitude predomina com 80 % da área total, distribuindo-se por toda a área de estudo. As áreas entre 900 e 1000 m de altitude ocupam 12 % da área total. Altitude superior a 1000 m é encontrada apenas em uma região localizada na porção sudoeste do entorno da Flona de Irati com, aproximadamente, 12 ha (0,02 %).

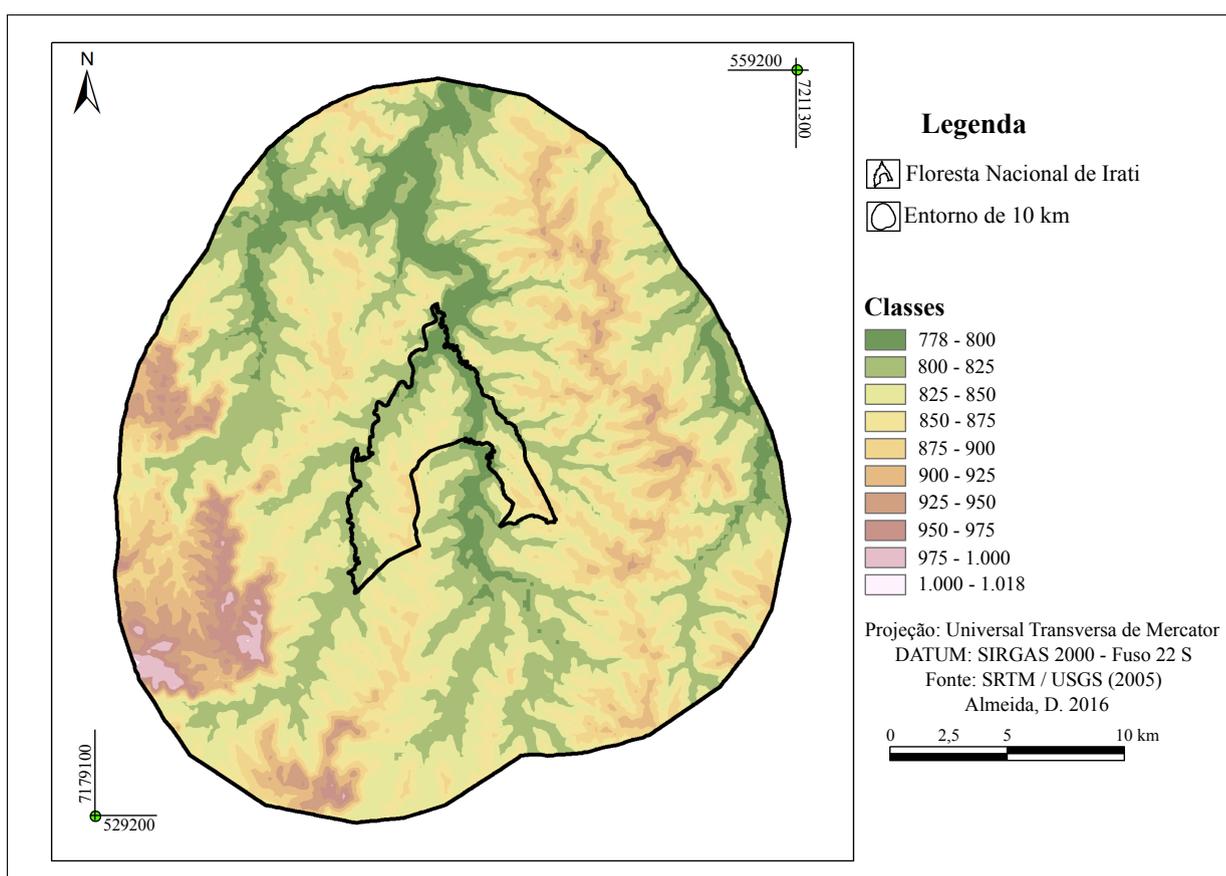


Figura 8: Carta hipsométrica do entorno da Floresta Nacional de Irati. Fonte dos dados brutos: SRTM / USGS (2005).

Seguindo a classificação de Ramalho Filho e Beek (1995), aproximadamente, 49 % da área de entorno da Flona de Irati apresenta um relevo ondulado, onde a declividade varia de 8 % a 20 % (Figura 9). A segunda classe mais representativa é suave ondulado (3 a 8 % de declividade) com 28 % da área total. Essas duas classes distribuem-se por toda a área de estudo. A classe de relevo plano (0 a 3 % de declividade) concentra-se associada aos cursos hídricos, ocupando, aproximadamente, 14 % do entorno da Flona de Irati. As

classes de relevo forte ondulado (20 a 45 % de declividade) e montanhoso (45 a 75 % de declividade) ocupam 9 % e 0,1 % da área total, respectivamente. É também observada na região sudoeste uma área pontual de relevo escarpado.

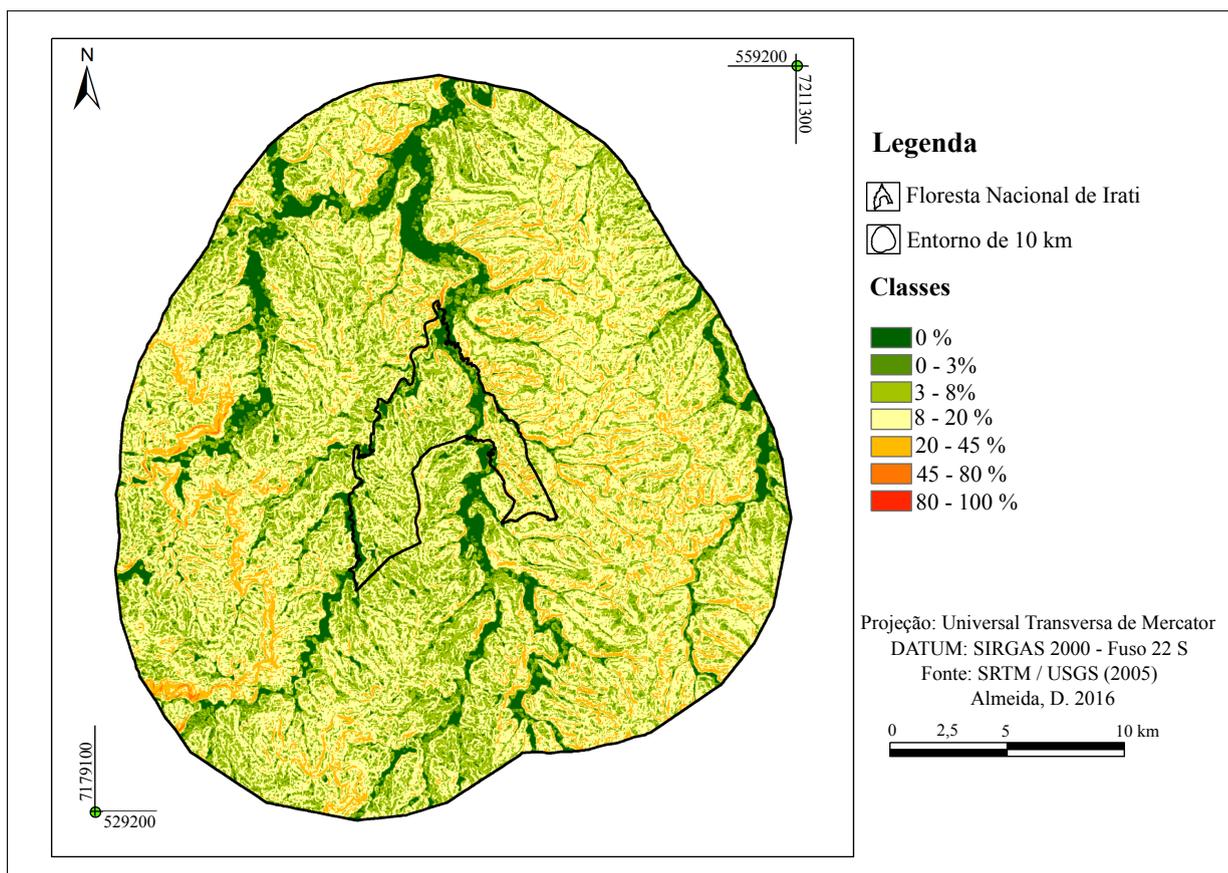


Figura 9: Carta de declividade do entorno da Floresta Nacional de Irati. Fonte dos dados brutos: SRTM / USGS (2005).

Em relação à hidrografia, todos os rios da região de entorno da Flona de Irati pertencem à bacia hidrográfica do Rio Tibagi. Destacam-se o rio Imbituva e o rio das Antas, os quais estão associados às áreas de várzeas (vegetação herbáceo-arbustiva) adjacentes à Floresta Nacional de Irati (Figura 10). No entorno encontra-se o rio Imbituvinha na porção sudeste, rio das Almas a leste, rio Ribeira na porção norte, e rio Perdido na região oeste.

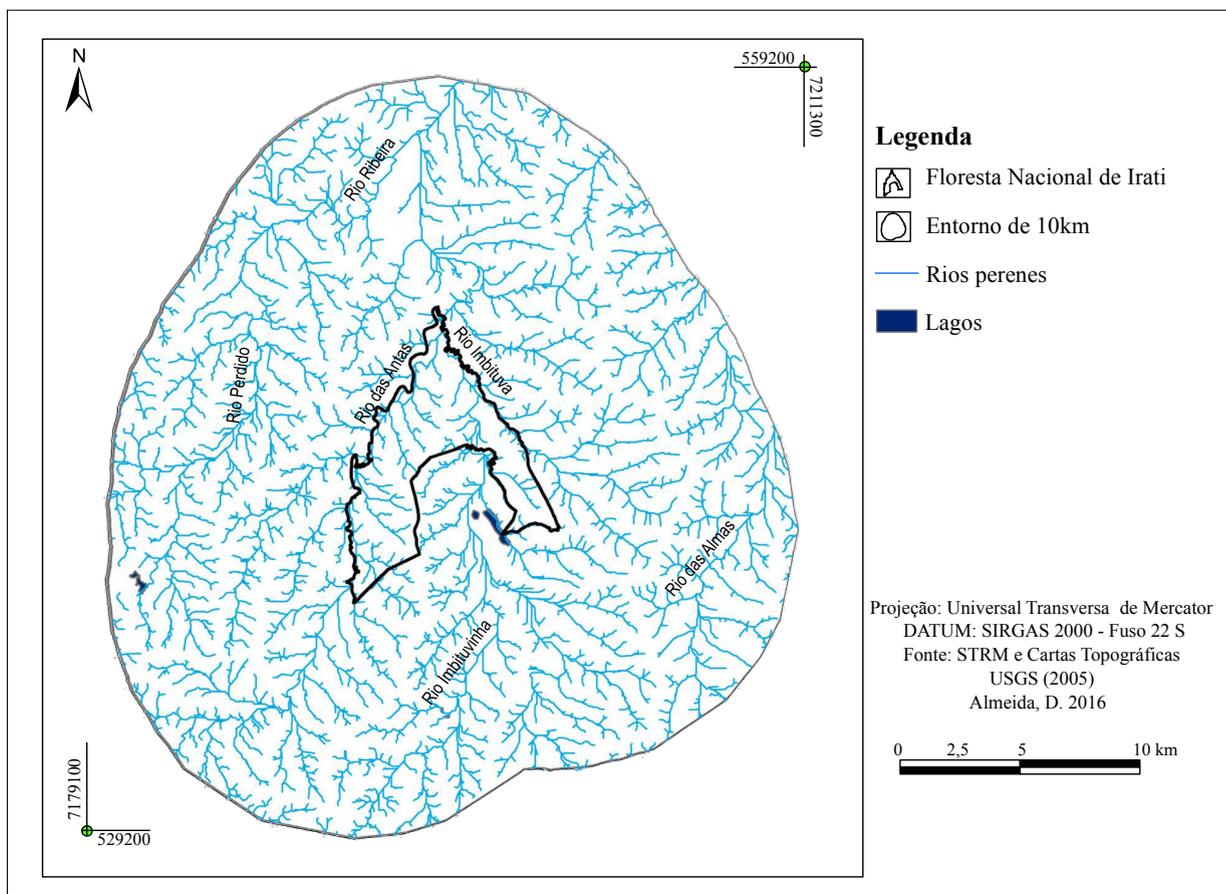


Figura 10: Carta de hidrografia do entorno da Floresta Nacional de Irati. Fonte dos dados brutos: SRTM e Cartas Topográficas (USGS, 2005).

4.1.2 Aspectos bióticos

Localizada no Bioma Mata Atlântica, a paisagem do entorno da Flona de Irati era composta originalmente por mosaicos de campo nativo (Estepe Gramíneo-Lenhosa) e Floresta Ombrófila Mista - FOM (MAACK, 2002). Essas formações fitofisionômicas distribuíam-se de maneira distinta na área de estudo (Figura 11). Na porção nordeste havia a ocorrência natural dos campos nativos. No restante da área, as formações florestais eram originalmente predominantes. Para remontar à origem destas fitofisionomias é necessário remeter às informações dos condicionantes abióticos.

Os fatores condicionantes dessa distribuição espacial dos elementos da vegetação nativa são identificados por dois componentes principais: os aspectos geológicos e os cli-

máticos. O condicionante geológico influencia tanto em razão do isolamento imposto da barreira geomorfológica representada pela Escarpa Devoniana, quanto por sua formação geológica, gerando solos pobres, rasos e arenosos na porção extremo-leste do Segundo Planalto Paranaense, e solos mais férteis e profundos na porção oeste do mesmo (MELO et al., 2007). O clima pleistocênico, com características semiáridas, influenciou as áreas remanescentes dos campos naturais, constituindo a vegetação mais antiga do Paraná (MAACK, 2002). Em torno de 3210 anos AP (Antes do Presente), com condições climáticas mais úmidas, ocorreu a expansão da floresta sobre a vegetação campestre, sendo esse processo acelerado por volta de 1400 anos AP (BEHLING et al., 2009).

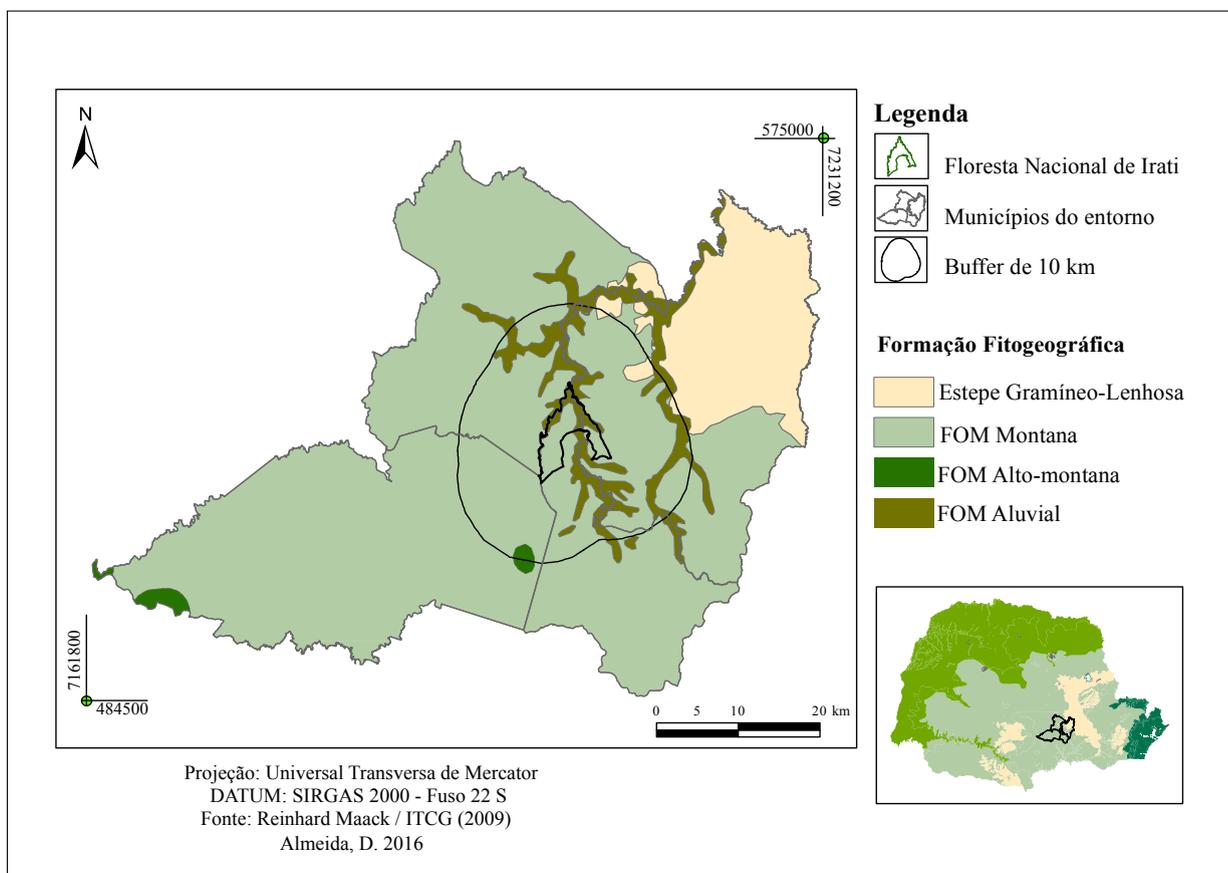


Figura 11: Formações fitogeográficas do entorno da Flona de Irati. Fonte: Reinhard Maack / ITCG (2009).

Devido à facilidade de manejo, as áreas campestres foram facilmente convertidas para áreas antrópicas. Restaram apenas as fisionomias campestres mais impeditivas ao avanço da agricultura, como os refúgios vegetacionais rupestres, os quais não são originalmente encontrados na área de entorno da Flona de Irati e a Estepe higrófila,

a qual está associada a presença de água, principalmente em GLEISSOLOS (MORO; CARMO, 2007). Diversos autores (OVERBECK et al., 2015; ANDRADE et al., 2015; PILLAR, 2009; CORDEIRO; HASENACK, 2009) relatam a ameaça a que os campos sulinos brasileiros estão submetidos e a necessidade de estratégias para a conservação desta fitofisionomia.

As áreas classificadas por Reinhard Maack como Floresta Ombrófila Mista Aluvial nos levantamentos fitogeográficos do Paraná, na década de 1950, foram denominadas por Mazza (2006) como várzeas. Considerando as contribuições de ambos os autores, nesta pesquisa foi estabelecida a denominação de vegetação herbáceo-arbustiva para contemplar os diminutos remanescentes campestres (estepe higrófila) e as áreas de várzeas (vegetação aluvial). Dentre as espécies que podem ser encontradas nesta fitofisionomia podem ser citadas *Baccharis trimera* (Less.) DC. e *Ludwigia sericea* (Cambess.) Hara (BRASIL, 2013; GALVÃO et al., 1989).

A Floresta Ombrófila Mista, caracterizada pela presença de *Araucaria angustifolia* e *Ilex paraguariensis*, também apresentou forte influência com relação às atividades antrópicas. Em levantamento realizado pela Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, observou-se que menos de 0,8 % dessa formação florestal restou no estado do Paraná. Essa influência reflete a existência de algumas espécies típicas dessa formação na lista nacional oficial de espécies da flora ameaçadas de extinção na categoria em perigo, tais como *Araucaria angustifolia*, *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso, *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer e *Dicksonia sellowiana* Hook (MMA, 2014). Dentre as subformações da Floresta Ombrófila Mista, predomina a Floresta Ombrófila Mista Montana. As áreas de Alto-Montana localizam-se apenas nas regiões acima de 1000 m de altitude, apresentando características muito semelhantes à FOM Montana (IBGE, 2012).

Todas essas características fitofisionômicas influenciaram no histórico de ocupação humana e, conseqüentemente, no desenvolvimento de diferentes sistemas de produção

agrícola.

4.2 Dinâmica do uso da terra

4.2.1 Aspectos históricos da dinâmica do uso da terra

Com base nos condicionantes abióticos foi possível remontar à origem das fisionomias vegetacionais. No entanto, torna-se essencial a identificação dos condicionantes antrópicos para compreensão dos processos que influenciaram a dinâmica da paisagem ao longo dos séculos.

Pesquisas palinológicas desenvolvidas por Hermann Behling na região dos Campos Gerais mostraram que o processo de modificação da paisagem teve início com as populações indígenas por meio de resultados referentes ao aumento da quantidade de carvão presente em sedimentos lacustres desde o início do Holoceno, com maior concentração há 3.000 anos, indicando o uso do fogo como instrumento de manejo da vegetação campestre (BEHLING, 1997; BEHLING et al., 2009). Parellada (2007) ressalta a existência de sítios arqueológicos que datam 10.000 anos, sendo a região ocupada inicialmente por populações nômades, caçadoras e coletoras, tendo preferência por áreas mais abertas de campos. Posteriormente houve a presença de populações que passaram a ocupar os ambientes de floresta densa.

Após esses primeiros indícios de influência antrópica na paisagem, a região não apresentou alterações expressivas. Apenas no século XVIII tem início o processo histórico mais marcante de transformação da paisagem. A região dos Campos Gerais apresentou-se, inicialmente, como uma importante rota de passagem entre o Rio Grande do Sul e o restante do país, devido às facilidades de deslocamento favorecidas pelo relevo e pela vegetação campestre. No decorrer desse processo teve início a colonização da região. Diversas fases econômicas determinaram o tipo de uso e cobertura da terra. Dentre essas

fases se destaca o tropeirismo como fator preponderante na ocupação dos Campos Gerais. Nesse período, ao redor de 1704, são concedidas as primeiras sesmarias, as quais foram destinadas principalmente à criação de reses nos campos nativos. A região era um ponto estratégico para a recuperação do gado para prosseguir para a comercialização no estado de São Paulo (ROCHA; WEIRICH NETO, 2007; WACHOWICZ, 2010). Wachowicz (2010) ressalta que paralelamente às sesmarias, existiam minifúndios onde era desenvolvida uma agricultura rudimentar com plantio de milho e feijão, visando o abastecimento das tropas que passavam na região, além da própria subsistência. Todo o processo voltado para o tropeirismo começou a apresentar os indícios mais marcantes de alteração da paisagem. Os campos eram queimados periodicamente visando melhores pastagens, mas esse processo gerou degradação das mesmas (Figura 12). Saint-Hilaire, percorrendo a região em 1820, faz a seguinte descrição:

“Os pastos que são queimados com muita frequência ou pisoteados pelos animais tornam-se cansados. Nunca há, por exemplo, bons pastos à volta das fazendas, mas eles podem recuperar suas qualidades se forem poupados do fogo por um período prolongado...”(SAINT-HILAIRE; JUNQUEIRA, 1978)

Um século depois, em meados da década de 1950, Reinhard Maack (2002) relata novamente a questão das queimadas:

“[...] o fazendeiro moderno já percebeu que as queimas efetuadas durante 200 anos têm consequências perigosas. Necessitando o dobro de alqueires para a mesma quantidade de gado.”



Figura 12: Óleo sobre tela, representando a queimada dos campos nativos intitulada “Queimada” de Alfredo Andersen (1860-1935), (ANDERSEN, sem data).

Apesar do tropeirismo estar concentrado principalmente na região dos Campos Gerais, Yu (1988) ressalta a importância do tropeirismo na organização econômica e espacial da região Sudeste e Centro-Sul do Paraná, incluindo a produção agrícola nas áreas de vegetação florestal, onde encontrava-se solos mais profundos e férteis do que nas áreas campestres.

Com a decadência do tropeirismo nas últimas décadas do século XIX, a erva-mate torna-se o principal segmento econômico da então Província do Paraná (ROCHA; WEIRICH NETO, 2007; WACHOWICZ, 2010). Uma nova dinâmica espacial também ocorreu, o deslocamento das áreas agrícolas de subsistência da região leste para áreas com maior fertilidade na porção oeste do Segundo Planalto Paranaense. Esse deslocamento associado aos trabalhadores ligados à extração da erva-mate auxiliaram a formação de mini e pequenas propriedades rurais (YU, 1988).

Mazza (2006) relata que apesar da erva-mate ser amplamente conhecida e seu uso

difundido em períodos anteriores, apenas no início do século XIX foram introduzidas as técnicas de beneficiamento, efetivando a industrialização e comercialização em mercados externos, como é observado na tela de Pallière (Figura 13).



Figura 13: Gravura retratando tropa com carregamento de erva-mate descendo a Serra, intitulada “Tropa Carregada de Erva-Mate descendo a Serra” de João Leão Pallière (1823-1887), Pallière (sem data).

Nesse período, também foram estimuladas correntes de imigração polonesas, ucranianas, russas, alemãs e italianas com a finalidade de formar colônias camponesas voltadas para a produção de alimento (ROCHA; WEIRICH NETO, 2007; WACHOWICZ, 2010). Esse processo migratório também contribuiu para a configuração da estrutura fundiária da região Centro-Sul e Sudeste do Paraná caracterizada pelas pequenas propriedades rurais. Darcy Ribeiro (2015), analisando a heterogeneidade cultural do

sul do Brasil, corrobora com essa consideração ao relatar a importância da formação gringo-brasileira dos descendentes de imigrantes europeus para determinação dos sistemas de produção agrícola baseados na pequena propriedade rural.

Yu (1988) relata que nesse período foram constituídas as organizações camponesas em forma de faxinal. A técnica de produção animal extensiva associada aos remanescentes florestais derivou da estrutura de subsistência das sesmarias, proveniente dos caboclos e gaúchos (YU, 1988). Outro fator associado está relacionado à questão da racionalidade do uso da terra, diante do conflito entre derrubar a vegetação nativa para a produção de alimentos (milho, feijão e animais de pequeno porte) e a necessidade de manter essa vegetação visando a extração rentável da erva-mate sombreada. Essas organizações camponesas observaram que a criação doméstica, especialmente de suínos, era favorável para controle do crescimento do sub-bosque facilitando as atividades relacionadas à erva-mate.

O final do século XIX também corresponde ao início da devastação maciça da Floresta Ombrófila Mista. A ampliação das ferrovias e a criação das serrarias foram os facilitadores para este processo. Essa atividade foi um eixo fundamental para a economia do estado, particularmente, nesse período e até as últimas décadas do século seguinte (ROCHA; WEIRICH NETO, 2007). Levantamentos referentes à década de 1950 demonstram que a indústria madeireira (beneficiamento) ainda era um importante componente na economia do Paraná (MAZZA, 2006; IBGE, 2017a). Maack (2002) relata em descrições desse período a profunda transformação da paisagem paranaense.

O sistema faxinal tem seu auge por volta da década de 1950 (YU, 1988), apesar de ter sofrido com as alterações provocadas pelo declínio da comercialização da erva-mate da década de 1930. Depois da década de 1950 as transformações agrícolas atingem os faxinais. Mazza (2006) ressalta que mesmo com a desagregação de grande parte desse sistema, as comunidades ainda mantêm a paisagem com expressivos remanescentes de

Floresta Ombrófila Mista.

Após esses ciclos econômicos que marcaram profundamente a paisagem da área de estudo, a região Centro-sul e Sudeste ficam à margem do foco das políticas desenvolvimentistas entre a década de 1940 e 1980. A partir da década de 1980 é possível observar mudanças expressivas na paisagem, as quais serão discutidas nos tópicos seguintes. Previamente a essa discussão, será apresentado a identificação dos tipos de uso e cobertura da terra com base na reclassificação da hemerobia.

4.2.2 Identificação do uso e cobertura da terra com base na reclassificação da hemerobia

No entorno da Flona de Irati foram identificados cinco graus de hemerobia (Tabela 2). A vegetação nativa foi dividida em duas categorias. A vegetação herbáceo-arbustiva foi considerada com o *Natural* devido à mínima influência antropogênica que ocorre nesta região. Ressalta-se que em outras regiões com fitofisionomias semelhantes, como é o caso de algumas áreas no sudeste asiático, pode ocorrer uma maior influência antrópica. A classe Floresta Ombrófila Mista foi classificada como *Próximo ao Natural*, devido à influência antrópica nessas áreas visando a extração de produtos não madeiráveis (erva-mate e pinhão). Os corpos d'água também foram inseridos nessa categoria, uma vez que apresentam certa influência antropogênica em maior ou menor grau.

Visando atender características específicas da área analisada, foram efetuadas algumas modificações na escala de hemerobia proposta de Rüdissler et al. (2012) (Tabela 2). André (2017), aplicando o D₂N em um município da República Democrática do Congo, também efetuou modificações na escala de hemerobia com o objetivo de incluir características particulares daquela região.

Para o entorno da Flona de Irati não foram identificados os graus de hemerobia correspondentes ao *Semi-natural* (grau 3) e *Artificial com elementos naturais* (grau 6).

O primeiro é justificado pelas características bióticas da área de estudo, enquanto que o segundo refere-se à escala de trabalho, não sendo possível a identificação de assentamentos rurais e outros tipos de uso da terra dessa categoria, considerando a resolução espacial de 30 m da imagem Landsat.

Outra mudança inserida na análise do entorno da Flona de Irati refere-se às áreas agrícolas. Foi considerado que propriedades rurais apresentam diferentes graus de hemerobia em relação aos sistemas de produção agrícola. Essa especificidade foi efetuada com base em outras investigações (FAHRIG et al., 2011; OKUYAMA et al., 2012; KONVICKA et al., 2016) e em trabalhos de campo desenvolvidos previamente na região Sudeste do Paraná. Foi definido que, nesta região, pequenas propriedades rurais de base familiar apresentam melhor condição ambiental do que médias e grandes propriedades rurais da região.

Para definir o limiar entre pequenas, médias e grandes propriedades rurais foi aplicado a definição de módulo fiscal (BRASIL, 1979). Essa definição pode ser compreendida como uma unidade agrária para mensurar a área mínima necessária para que uma propriedade rural possa ser considerada economicamente viável. Cada município no território nacional apresenta dimensões específicas para compor o módulo fiscal. No Brasil os valores variam de 5 a 110 ha, com maiores valores localizados, principalmente, nos municípios da região norte do Brasil (EMBRAPA, 2012). Para a área do entorno da Flona de Irati, todos os municípios apresentam o módulo fiscal de 16 ha. De acordo com a Lei federal nº 8.629 de 1993, de um a quatro módulos fiscais, pode-se considerar pequena propriedade rural (BRASIL, 1993).

Tabela 2: Escala de hemerobia, descrição dos limiares em relação à influência antrópica na biodiversidade, e tipologias do uso da terra observados na Áustria (RÜDISSER et al., 2012) e no entorno da Floresta Nacional de Irati, PR. Imagens 1-6 do acervo pessoal e do Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental; imagem 7 do acervo da Prefeitura Municipal de Irati (IRATI, 2017).

Graus de Hemerobia	Descrição proposta por Rüdissler et al. (2012)	Exemplos de tipos de usos da terra encontrados na Áustria	Tipologias de uso da terra/cobertura encontrados no entorno da Flona de Irati	Imagens da área de entorno da Flona de Irati
1. Natural	Sistemas naturais sem ou com mínima influência antropogênica (e.g. Poluição global)	Afloramentos rochosos, áreas de vegetação esparsa (topo de montanhas altas), glaciares e neves perpétuas, turfas e florestas naturais	Vegetação herbáceo-arbustiva	
2. Próximo-natural	Sistemas naturais com algumas características alteradas por meio das influências antrópicas (e.g. composição de espécies das plantas)	Campos naturais (acima da <i>timberline</i>), brejos e pântanos, corpos d'água e florestas de manejo sustentável	Floresta Ombrófila Mista (incluindo os Faxinais) e Corpos d'água	
3. Semi-natural	Sistema natural não mais existente devido a transformação do mesmo em um novo ecossistema por meio de atividades antrópicas	Campos alpinos substituindo florestas, pastagens e pousios	*	
4. Alterado	Solos e ecossistemas alterados com regularidade por atividades antropogênicas (como drenagem, adubação, compactação)	Vinhedos, campos usados intensivamente, silvicultura	Silvicultura	

5. Cultural	Impactos recorrentes e intensos levam à destruição do solo original. Flora original é reduzida a menos que 25% da cobertura original.	Terras aradas, áreas verdes urbanas, áreas de esporte e lazer	α – Atividades agrícolas em pequenas propriedades rurais (até 64 ha)	
			β - Atividades agrícolas em médias e grandes propriedades rurais (maior que 64 ha)	
6. Artificial com elementos naturais	Sistemas artificiais com elementos naturais, mudanças intensas e irreversíveis na estrutura da paisagem. Impermeabilização do solo de até 30%; elementos naturais apenas como biótipos secundários.	Comunidades rurais, áreas de extração mineral, aterros sanitários, aeroportos.	*	
7. Artificial	Sistemas e estruturas artificiais, com impermeabilização do solo maior que 30%.	Malha urbana contínua, unidades industriais e comerciais e estradas.	Estradas e áreas urbanas	

* Para o entorno da Flona de Irati não foram identificados os graus de hemerobia correspondentes ao Semi-natural (grau 3) e Artificial com elementos naturais (grau 6).

4.2.3 Dinâmica do uso e ocupação da terra entre 1986 e 2016

O entorno da Floresta Nacional de Irati apresenta uma condição natural caracterizada pela ocorrência de Floresta Ombrófila Mista, vegetação herbáceo-arbustiva e corpos d'água. Estas tipologias de cobertura da terra estão incluídas no primeiro (*Natural*) e segundo (*Próximo ao natural*) graus de hemerobia, e apresentaram variação durante os anos de 1986 (55.1 %), 1997 (48.1 %), 2011 (52.8 %) e 2016 (47.5 %) (Tabela 3). Esses resultados estão diretamente relacionados com a presença dos sistemas Faxinais e com a prática da extração de produtos não-madeiráveis (*Ilex paraguariensis* e *Araucaria angustifolia*), pela maioria dos proprietários rurais, independente do sistema de produção agrícola dos mesmos. Há registros da existência de quatro faxinais no entorno da Flona de Irati (Figura 14) (ITCG, 2013). No entanto, apesar de não haver registros oficiais atualizados sobre a condição atual dos mesmos, Mazza (2006) relata que essas regiões ainda apresentam o componente florestal fortemente associado.

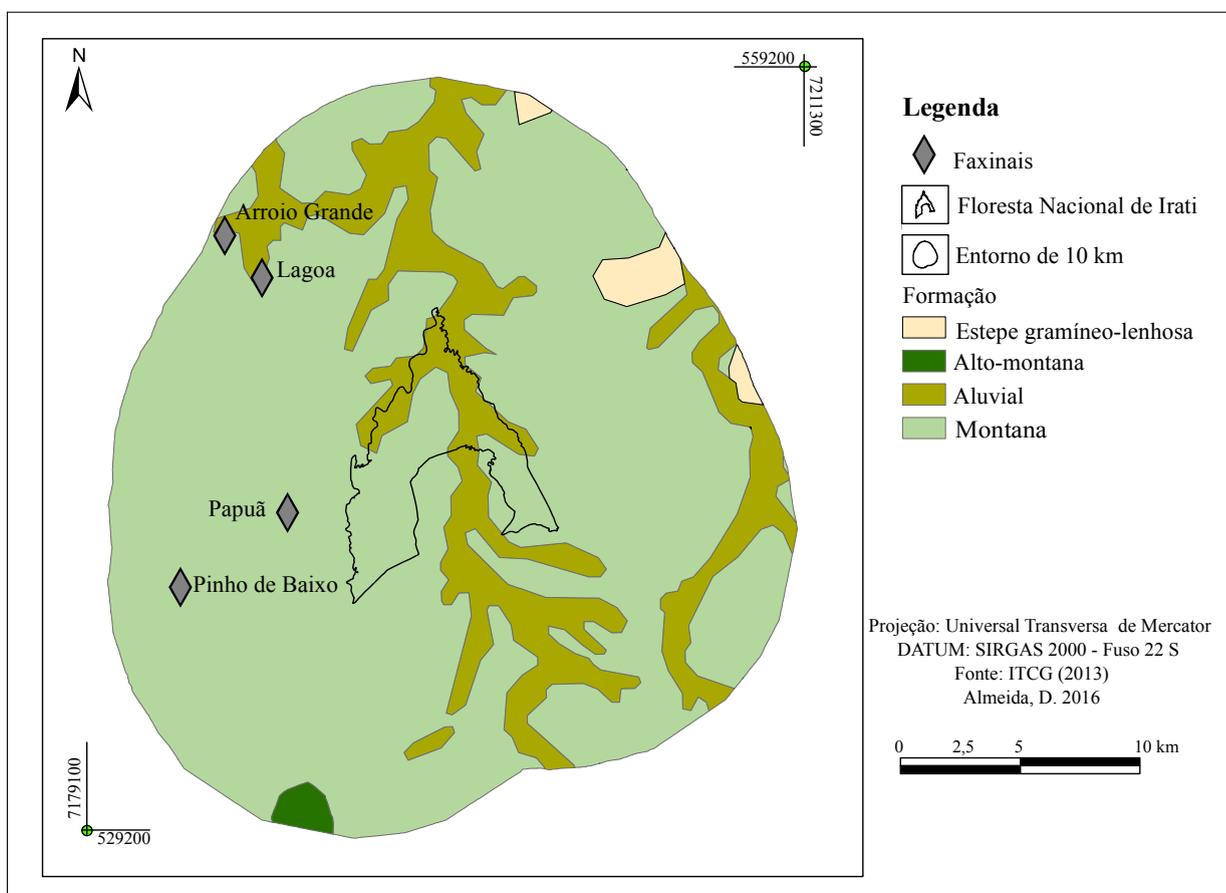


Figura 14: Distribuição espacial dos sistemas faxinais Arroio Grande, Lagoa, Papuã e Pinho de Baixo, e distribuição original das fitofisionomias no entorno da Floresta Nacional de Irati, PR. Fonte: ITCG (2013).

Okuyama et al. (2012) avaliando pequenas propriedades rurais de base familiar de municípios limítrofes aos analisados neste trabalho também identificaram altos percentuais de vegetação nativa, como em São João do Triunfo com 56%, e em Palmeira com 40,2% da área total das propriedades rurais analisadas. Para esses dois municípios, os autores também relacionaram esses expressivos resultados com a exploração da erva-mate. Além disso, eles consideraram o sistema de produção do fumo (*Nicotiana tabacum* L.) como dependente da lenha gerada nas formações florestais. Dessa maneira, manter remanescentes florestais é de vital importância para o suporte do processamento (seca das folhas) do fumo naquela região.

Tabela 3: Classes de uso da terra, grau de hemerobia e valores referentes à dinâmica do uso da terra em 1986, 1997, 2011 e 2016 para o entorno da Floresta Nacional de Irati, PR.

Classes de uso da terra	Grau de hemerobia	1986		1997		2011		2016	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Vegetação herbáceo-arbustiva nativa	1	4921,57	7,12	8768,76	12,69	6442,27	9,33	7666,29	11,10
Corpos d'água	2	78,58	0,11	78,89	0,11	224,97	0,33	241,73	0,35
Floresta Ombrófila Mista	2	33038,32	47,83	24398,14	35,32	29829,90	43,18	24914,65	36,07
Sub-total		38038,47	55,07	33245,80	48,13	36497,14	52,84	32822,68	47,52
Silvicultura	4	4382,51	6,34	5942,46	8,60	4994,50	7,23	5921,38	8,57
Agricultura	5	24670,38	35,71	27487,41	39,79	25162,68	36,43	27644,53	40,02
Sub-total		29052,89	42,06	33429,87	48,40	30157,18	43,66	33565,91	48,59
Urbano	7	1166,24	1,69	1598,45	2,31	1609,96	2,33	1877,44	2,72
Estradas	7	819,67	1,19	803,24	1,16	813,09	1,18	811,29	1,17
Sub-total		1985,91	2,87	2401,69	3,48	2423,05	3,51	2688,73	3,89
TOTAL		69077	100	69077	100	69077	100	69077	100

Os graus de hemerobia *Cultural* e *Alterado*, os quais incluem áreas agrícolas e silviculturais foram as mais representativas das atividades antrópicas, com 42,1% (1986), 48,4 % (1997), 43,7 % (2011) e 48,6 % (2016) (Figura 15). Sendo o uso agrícola predominante em todos os anos avaliados com 35,7 % (1986), 39,8 % (1997), 36,4 % (2011), e 40,0 % (2016) (Tabela 3).

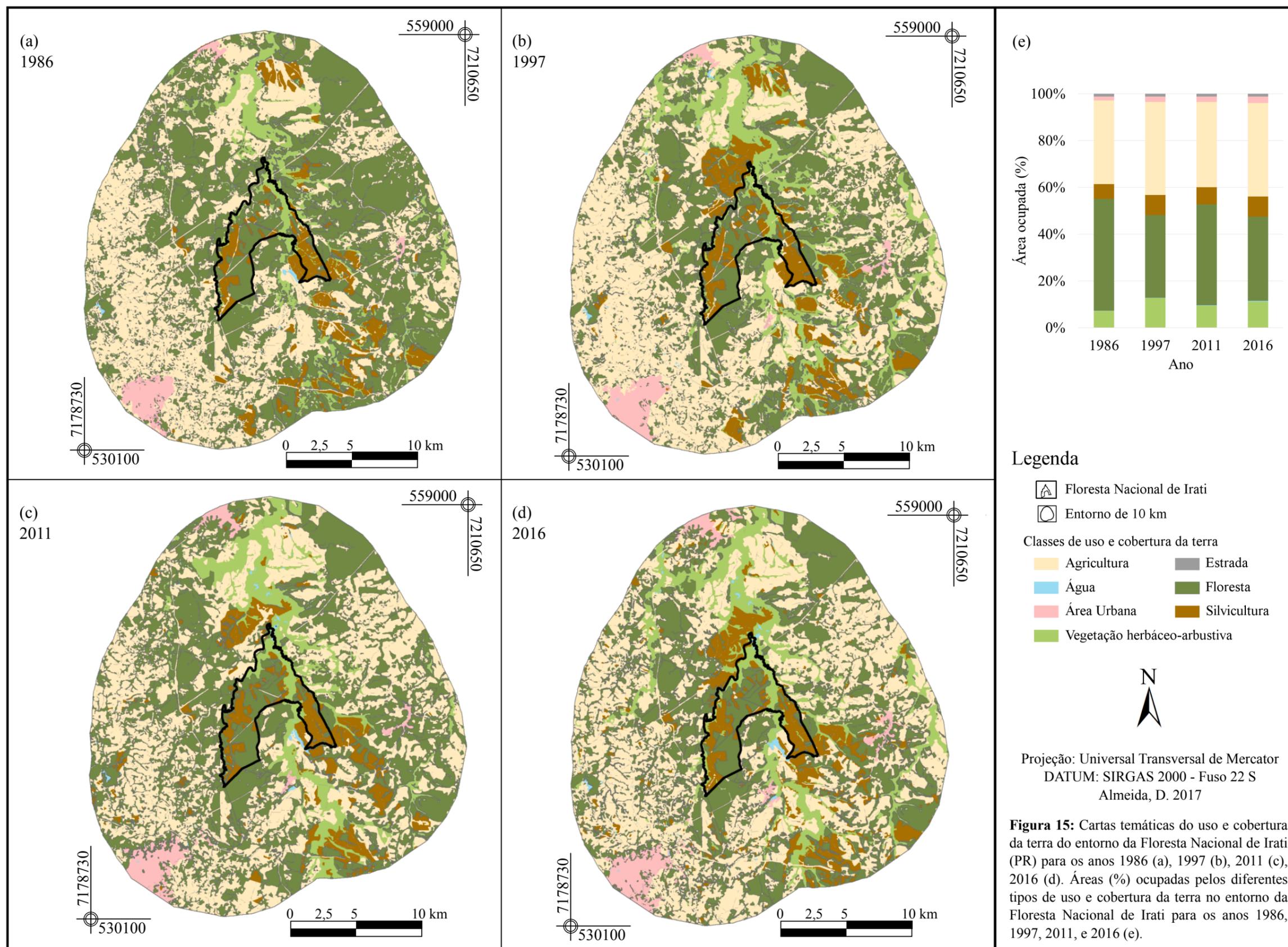
Áreas urbanas e estradas (grau *Artificial*) totalizaram 2,9 % em 1986, 3,5 % em 1997 e 2011, e 3,9 % em 2016 (Figura 15). Embora o componente urbano não tenha sido um fator preponderante nas ações antrópicas, é importante observar a variação da população dos municípios do entorno da Flona de Irati nos últimos três censos realizados (Tabela 4). Deve ser destacado que o município de Fernandes Pinheiro não apresenta dados populacionais para o ano 1991, em função de sua emancipação ter ocorrido em 1995. Este município foi desmembrado do município de Teixeira Soares.

Tabela 4: População dos municípios do entorno da Floresta Nacional de Irati, PR, para os três últimos censos (1991, 2000 e 2010) realizados pelo IBGE.

Município	Número de habitantes			
	1991	2000	2010	2016**
Fernandes Pinheiro	*	6.368	5.932	5.929
Imbituva	25.621	24.496	28.455	31.391
Irati	47.854	52.352	56.207	60.070
Teixeira Soares	14.021	8.192	10.283	11.666

* O município de Fernandes Pinheiro foi emancipado apenas em 1995.

**Dados estimados pelo IBGE para 2016.



Considerando a população rural e urbana (Tabela 5), observa-se uma discreta migração da população rural para a área urbana ao decorrer dos anos avaliados. Este é um fato ocorrido em diversas regiões do país (CAMARANO; ABRAMOVAY, 1999; FROEHLICH et al., 2011). Destaca-se que os municípios de Imbituva e Teixeira Soares apresentaram um aumento na população rural entre 2000 e 2010. Outro aspecto importante em relação à população urbana é que todas as áreas urbanas estão inseridas no entorno de 10 km da Flona de Irati.

Tabela 5: População rural e urbana nos municípios do entorno da Floresta Nacional de Irati no período dos censos realizados pelo IBGE.

Ano - censo	1991		2000		2010**	
	População Urbana	População Rural	População Urbana	População Rural	População Urbana	População Rural
Fernandes Pinheiro	*	*	1.965	4.403	2.094	3.838
Imbituva	7.874	17.747	14.781	9.715	17.888	10.567
Irati	31.278	16.576	39.306	13.046	44.932	11.275
Teixeira Soares	9.465	4.556	3.785	4.407	4.796	5.487
Total	48.617	38.879	59.837	31.571	69.71	31.167

*O município de Fernandes Pinheiro foi emancipado apenas em 1995.

**Não há dados estimados para 2016.

4.2.4 Sistemas de Produção Agrícola, Determinantes socioeconômicos e Políticas Públicas

4.2.4.1 Sistemas de produção agrícola

Os dados referentes à extensão das áreas agrícolas não refletem, isoladamente, a real dimensão dos impactos das atividades agropecuárias. Nesse sentido a análise dos sistemas de produção agrícola é fundamental.

Sistemas de produção baseados na agricultura familiar apresentam propriedades rurais com menores dimensões, e abrigam, geralmente um maior número de pessoas trabalhando com as atividades agrícolas. Há, frequentemente, uma maior diversidade nas espécies agrícolas cultivadas. Gurr et al. (2016), avaliando alguns países na Ásia, verificou que uma simples diversificação das espécies agrícolas pode contribuir para uma intensificação ecológica dos sistemas agrícolas pela redução da aplicação de inseticidas, aumento da produtividade, além de vantagens econômicas. Um resultado semelhante foi encontrado por Konvicka et al. (2016), comparando a biodiversidade de lepidópteros em áreas vizinhas na fronteira entre a Polônia e a República Tcheca. Esses dois países faziam parte do bloco soviético, mas enquanto na Polônia as pequenas propriedades rurais foram permitidas, na República Tcheca elas foram desapropriadas e transformadas em grandes propriedades rurais. Embora na mesma região fitogeográfica, a biodiversidade nas pequenas propriedades polonesas apresentou-se significativamente maior que nas grandes propriedades tchecas.

Estudos realizados em pequenas propriedades rurais de base familiar, em municípios próximos e de características socioeconômicas semelhantes aos municípios do entorno da Flona de Irati, evidenciaram uma expressiva cobertura florestal formada por fragmentos de Floresta Ombrófila Mista (OKUYAMA et al., 2012). As propriedades rurais de base não familiar do entorno da Flona de Irati, geralmente, apresentam uso mais intensivo dos recursos naturais. Uma vez que dispõem de maiores áreas e mais acesso aos recursos financeiros, torna-se mais viável a utilização de tecnologias mais impactantes, como por exemplo, maior uso de insumos agrícolas, incluindo agrotóxicos e fertilizantes químicos. No entorno da Flona de Irati, encontram-se propriedades rurais de base familiar e não familiar (Tabela 6).

O município de Teixeira Soares destaca-se por apresentar a maior extensão territorial inserida em propriedades de base não familiar. Este dado remete ao processo de colonização, uma vez que este município se encontra inserido na região dos Campos

Gerais onde foram estabelecidas as primeiras sesmarias, que ocupavam milhares de hectares. Nesse município também se destaca a existência de dois assentamentos rurais provenientes de grandes propriedades rurais desapropriadas. Os assentamentos São Joaquim e João Maria de Agostinho foram criados na década de 1990 e apresentam áreas de 1.592 ha e 1.335 ha, respectivamente (INCRA, 2017).

Tabela 6: Tamanho médio e tipo das propriedades agrícolas para cada município do entorno da Floresta Nacional de Irati (PR). Fonte: IBGE (2006).

Municípios	Agricultura familiar - Lei federal nº 11.326			Não familiar		
	Estabelecimentos	Área (ha)	Média (ha/propriedade)	Estabelecimentos	Área (ha)	Média (ha/propriedade)
Imbituva	1841	19223	10	259	33250	128
Fernandes Pinheiro	472	5575	12	94	20879	222
Teixeira Soares	869	13069	15	199	57158	287
Irati	7153	101973	14	868	83848	97
Total	10335	139840	13,5	1420	195135	137,4

Os municípios de Imbituva e Irati apresentam os maiores números de propriedades de base familiar, refletindo o processo de colonização pelas correntes de imigração, as quais formaram colônias e desenvolveram diversas atividades agrícolas (ROCHA; WEIRICH NETO, 2007; WACHOWICZ, 2010; RIBEIRO, 2015).

Determinantes socioeconômicos

Levantamentos referentes à década de 1950 demonstram que a agricultura já constituía o fator mais importante na economia do município de Irati, cujo território era distribuído em pequenas propriedades de base familiar. Dentre os principais cultivos agrícolas destacavam-se a batata (*Solanum tuberosum*), o trigo (*Triticum spp.*) e o

milho (*Zea mays*). A produção de leite também era relevante para a economia local daquela época (IBGE, 2012).

Esses cultivos agrícolas ainda estão presentes na economia do município de Irati. Foi também introduzido o cultivo do feijão (*Phaseolus vulgaris*), do fumo (*Nicotiana tabacum*) e da soja (*Glycine max*) (Figura 16). A fumicultura é desenvolvida, predominantemente, por pequenos agricultores de base familiar, sendo uma importante fonte de renda, apesar da grande necessidade de mão de obra. De maneira geral, os demais municípios inseridos no entorno da Floresta Nacional de Irati apresentam os mesmos cultivos agrícolas que o município Irati, variando apenas as proporções de área cultivada. Cabe destacar que o município de Teixeira Soares, por apresentar um sistema de produção baseado, principalmente, em propriedades de base não familiar, apresenta menor área destinada para a fumicultura. O município de Fernandes Pinheiro também segue a mesma tendência.

A variação temporal das produções agrícolas (Figura 16) obtidas pelo IBGE (2012) permite identificar um aumento expressivo nas áreas plantadas ao longo dos anos analisados. No entanto, os resultados obtidos pelo presente trabalho não demonstram a mesma proporção de crescimento da área agrícola (plantada). Para explicar essa diferença há duas hipóteses: a) houve maior esforço amostral para coletar informações na última avaliação do IBGE comparado com os anos anteriores; b) houve maior ocorrência de plantios com variação temporal em uma mesma área, considerando o cultivo de inverno/verão. Além disso, pode ocorrer o plantio de variedades mais adaptadas a períodos mais curtos nos períodos de entressafra, popularmente conhecida como “safrinha”. Esse tipo de produção teve início no Paraná na década de 1980 e geralmente ocorre após a colheita da soja (ARAÚJO, 2008). Dentre as espécies agrícolas utilizadas, destacam-se o milho e a própria soja. Há ressalvas quando se cultiva sequencialmente a mesma espécie, uma vez que pode aumentar o consumo de agrotóxicos visando combater as pragas persistentes entre a safra principal e a safrinha (EMBRAPA, 2014). No ano agrícola 2016/2017 a Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (Adapar) proibiu o plantio da segunda safra

de soja visando atenuar os efeitos da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). Bertrand et al. (2016), analisando populações de coleópteros no oeste de França, alertam que a variação temporal dos cultivares pode ter um impacto negativo na diversidade de insetos, especialmente sobre as espécies que usam a lavoura de determinado cultivar em parte do seu ciclo de vida.

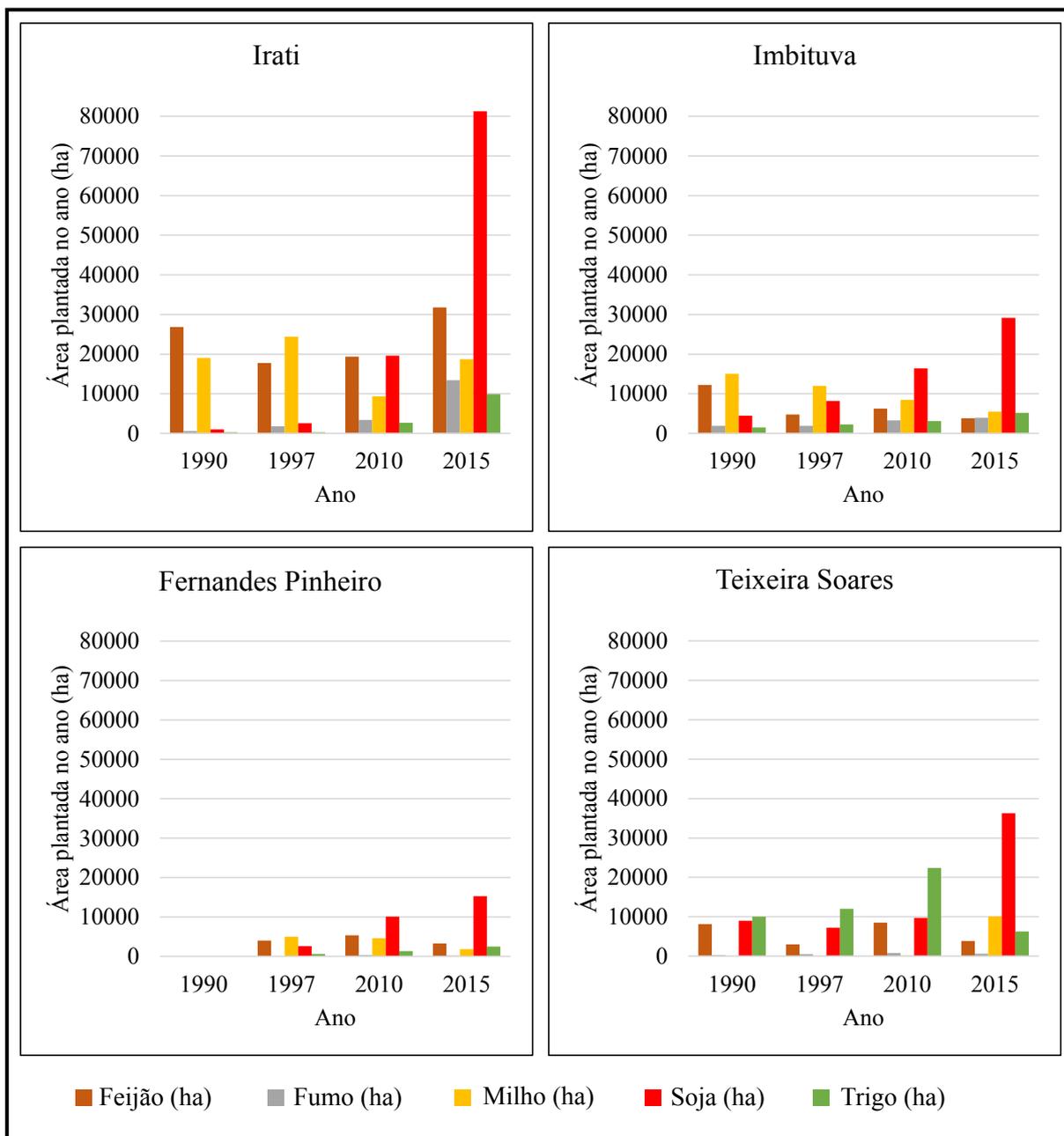


Figura 16: Área plantada (ha) das principais espécies agrícolas temporárias cultivadas em cada município do entorno da Floresta Nacional de Irati, PR. A seleção dos anos foi efetuada com base na proximidade dos anos analisados neste trabalho (1986, 1997, 2011, e 2016). Fonte dos dados: IBGE (2012).

A silvicultura também é representativa. O município de Teixeira Soares destaca-se pela produção de madeira em tora, produzindo 42.315 m³ em 2010. No mesmo segmento, mas com uma produção menor, os municípios de Irati e Imbituva também apresentam esses produtos. Geralmente essa produção é associada ao gênero *Pinus*. Ziller e Galvão (2002) ressaltam o impacto do processo de contaminação por esse gênero principalmente em formações herbáceo-arbustivas, como é observado nas áreas dentro e no entorno da Flona de Irati.

Em relação aos dados de produção animal, destacam-se os galináceos, para todos os municípios, seguido pela criação de suínos e bovinos. A produção de suínos e aves ocorre, principalmente, no manejo intensivo. Alguns autores (OVIEDO-RONDÓN, 2008; BROETTO et al., 2015) ressaltam os impactos ambientais causados por esse tipo de produção, principalmente relacionados à contaminação dos recursos hídricos pelos dejetos.

Outro importante componente econômico da região corresponde aos produtos não-madeiráveis. Dentre eles, a erva-mate é importante fonte de renda regional (Figura 17), principalmente, nos municípios de Imbituva e Fernandes Pinheiro, ultrapassando 1.600 toneladas por ano. Ressalta-se que apenas o município de Teixeira Soares apresenta áreas destinadas ao plantio de erva-mate. Esse dado permite inferir que a origem deste produto não-madeirável tem como fonte as áreas com florestas nativas.

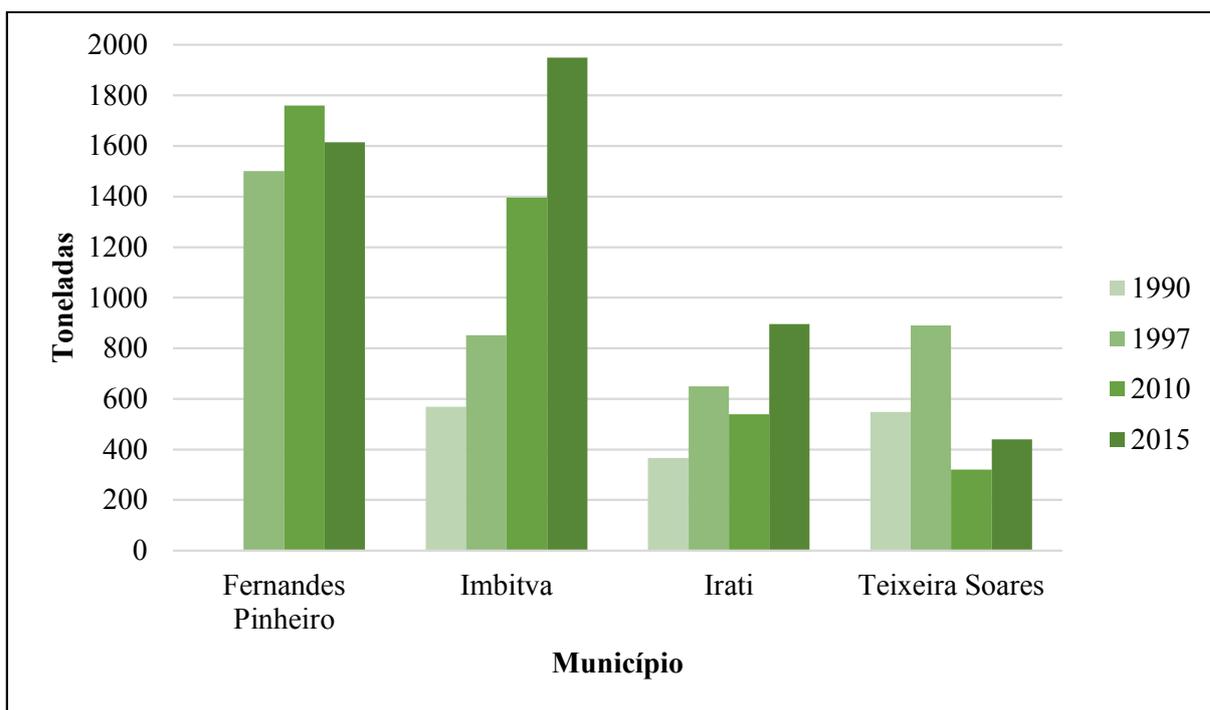


Figura 17: Produção de erva-mate para os municípios do entorno da Flona de Irati. Fonte dos dados: IBGE (2017).

A extração de erva-mate ocorre tanto nas grandes quanto nas pequenas propriedades rurais. Nas grandes propriedades ocorre o arrendamento das áreas de floresta para grupos provenientes de outras cidades para que estes realizem a coleta da erva-mate. Esses grupos formam acampamentos nessas áreas durante o período de coleta. Esse sistema de extração é mais impactante do que o realizado pelos pequenos produtores rurais de base familiar, uma vez que as práticas adotadas por esses grupos no processo de coleta não consideram os princípios para manutenção da sanidade da planta de interesse e das demais espécies vegetais encontradas.

A produção de pinhão (*Araucaria angustifolia*) também é contabilizada pelos órgãos reguladores (Figura 18). Assim como para a erva-mate, o município de Imbitva destaca-se na produção de pinhão com, aproximadamente, 140 toneladas no ano de 2015. Apesar dos valores expressivos, os resultados podem ser subestimados, uma vez que a coleta do pinhão é uma alternativa econômica para diversos moradores da região, sendo posteriormente comercializado sem restrições maiores. Mazza (2006) relatou, dentre os impactos na Floresta Nacional de Irati a coleta do pinhão, o qual ocorre mesmo em áreas

protegidas.

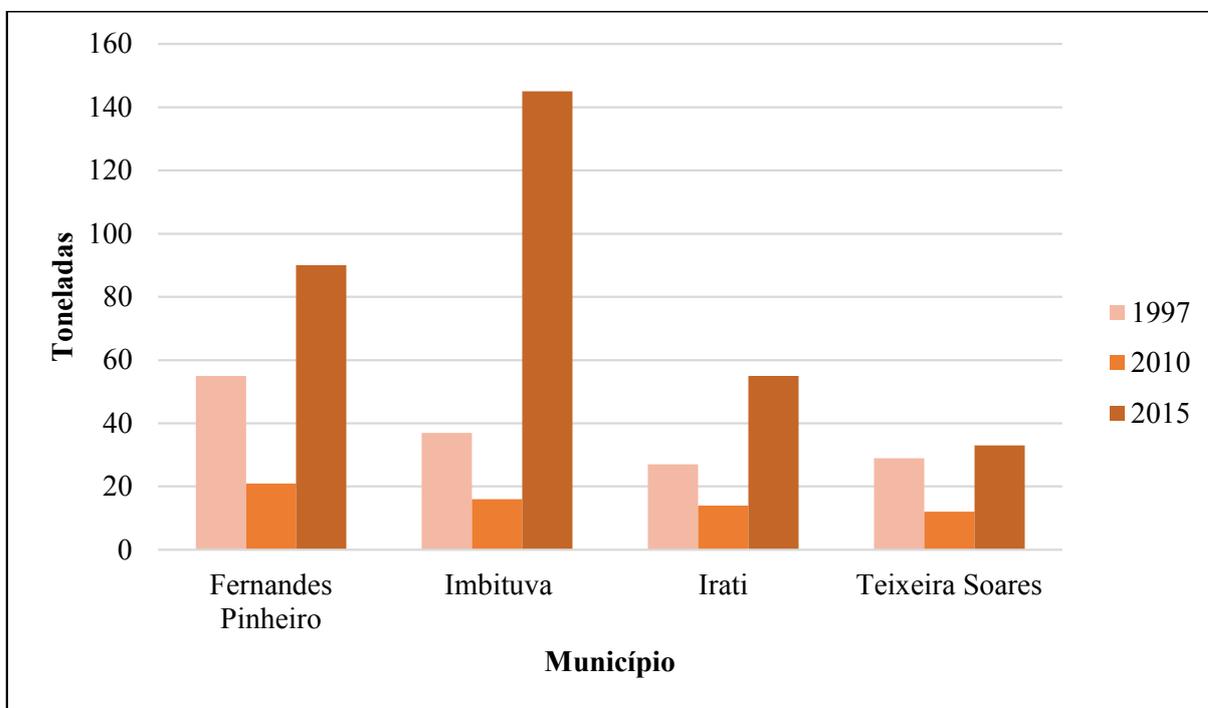


Figura 18: Produção de pinhão para os municípios do entorno da Flona de Irati. Fonte dos dados: IBGE (2017b).

4.2.4.2 Políticas públicas

O estado do Paraná destaca-se nacionalmente, nas últimas décadas, pela alta produtividade agrícola, sendo um dos maiores produtores de grãos do Brasil (IPARDES, 2015). A expansão da produtividade agrícola teve forte incentivo de financiamento a insumos para monoculturas de *commodities*, na qual a soja tem notória relevância. Esses subsídios aliados a um avançado pacote científico e tecnológico foram responsáveis por atingir esses valores de alta produtividade (LEME, 2007). Essas medidas foram focadas para regiões onde o sistema de produção agrícola apresentava-se altamente tecnificado. No entanto, observando a composição espacial do uso da terra no estado do Paraná, esse sistema de produção não foi generalizado para todas as regiões do estado. Geraldi (2011) relata que a região onde está inserida a Floresta Nacional de Irati, permaneceu à margem das políticas de desenvolvimento da agricultura do Paraná entre as décadas de 1940 e 1980.

Analisando o uso da terra do entorno da Flona de Irati para o ano de 1986, a vegetação nativa ocupava aproximadamente 55 %. Apesar de um relevante percentual de áreas naturais no entorno da Flona de Irati, 42 % da área total já era destinada às atividades agrícolas e silvipastoris. Esse cenário é resultante de diversos fatores atuantes nas décadas anteriores como por exemplo, a inserção de novas práticas e tecnologias agrícolas (ABRAMOVAY; VEIGA, 1999; ROCHA; WEIRICH NETO, 2007). Houve também a contribuição de políticas de subsídios agrícolas de fertilizantes e calcário para a aceleração da ampliação da agricultura. A partir dos anos 1970, o incentivo da agricultura tem foco também na instalação do setor agroindustrial. Esse processo foi mais tardio em algumas regiões do entorno da Flona de Irati. Nesse sentido os resultados relacionados à avaliação do uso da terra de 1997 evidenciam a expansão da agricultura sobre as áreas naturais no entorno da Flona de Irati, atingindo a 48 % da área total em de atividades agrossilvipastoris.

Em seguida a esse processo, ocorre o desenvolvimento de programas e projetos direcionados à conservação dos recursos naturais. No entanto, a compreensão ambiental dos impactos do setor agrícola ainda apresentava um enfoque apenas produtivista. Nesse sentido, o Projeto Paraná Rural, iniciado no ano de 1989, teve seu principal foco direcionado para a implementação das ações de manejo e conservação do solo, estabelecendo um vínculo importante, em escala estadual, entre a esfera ambiental e a produção agropecuária, sendo encerrado no ano de 1996 (LEME, 2007). Houve também uma estratégia de âmbito nacional que teve forte influência no final da década de 1990, o PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) (LEME, 2007).

Nos anos seguintes houve uma iniciativa diferenciada quanto à conservação dos recursos naturais, direcionada a um enfoque mais holístico e não apenas produtivista. Nesse cenário, os resultados do uso da terra para 2011 mostram-se coerentes com as políticas e programas públicos desenvolvidos no estado do Paraná. As áreas destinadas

aos cultivos agrícolas reduziram em 4 % e a vegetação nativa apresenta um aumento de 5 % (mais de 3000 ha). Dentre as medidas adotadas pelo governo destacam-se o Programa Paraná Biodiversidade (PARANÁ, 2003) e o Projeto Paraná 12 Meses (PARANÁ, 1996) com objetivo principal de atuar junto às famílias rurais de menor poder aquisitivo. Além dessas estratégias houve a criação de uma legislação específica para a regularização ambiental de propriedades rurais, o Sistema Estadual de Implantação de Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal (SISLEG), o qual era integrado ao Programa de Conservação da Biodiversidade (Rede da Biodiversidade), Sistema Estadual de Reposição Florestal Obrigatória (SERFLOR), Programa Estadual de Desenvolvimento Florestal (PRODEFLO) e o Programa Florestas Municipais (PARANÁ, 1999; PARANÁ, 2004). O SISLEG tinha como objetivo administrar as exigências do Código Florestal (Lei Federal nº 4771/1965) (BRASIL, 1965), e para isso estabeleceu um prazo de vinte anos (até 2018) para que as propriedades rurais estivessem adequadas ao Código Florestal. Para as unidades rurais com déficit de Reserva Legal, o objetivo era recuperar, anualmente, no mínimo 1/20 (um vinte avos) dos 20 % requeridos pela legislação (PARANÁ, 1999).

Em 2002 observa-se a criação de estratégias para a conservação da biodiversidade a nível federal. O Ministério de Meio Ambiente editou as portarias nº 507 e 508, as quais estabeleciam áreas prioritárias para criação de unidades de conservação na Floresta Ombrófila Mista. Posteriormente foram constituídos a Força-Tarefa das Araucárias e o Grupo de Trabalho Araucárias Sul, os quais aprofundaram as informações sobre as áreas prioritárias. Esta avaliação foi subsidiada prioritariamente pelo PROBIO Araucárias (MEDEIROS et al., 2005). Todo esse processo culminou na criação de algumas unidades de conservação, dentre elas a Rebio das Araucárias.

Outras legislações paranaenses de destaque foram: Lei Estadual nº 15.673 (PARANÁ, 2007) a qual dispõe que o estado do Paraná reconheça os Faxinais e sua territorialidade; e a Lei Complementar nº 59 de 1991 e nº 170 de 2014 (PARANÁ, 1991; PARANÁ, 2014), a qual refere-se ao repasse de recursos financeiros aos municípios que

apresentam unidades de conservação dentro de seus limites territoriais. O município de Teixeira Soares recebeu R\$ 96.500,38 no ano de 2015 referente à área da Flona de Irati, já o município de Fernandes Pinheiro arrecadou R\$ 954.205,02 referente à área da Flona de Irati e R\$ 148.087,40 referente à área da Estação Ecológica de Fernandes Pinheiro.

No último período de análise referente ao uso da terra em 2016 a mudança mais profunda em relação aos aspectos legislativos foi a alteração do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012). Dentre as principais alterações observadas, pode-se citar a anistia de áreas consolidadas que deveriam ser recuperadas e a redução de áreas destinadas à preservação permanente (APP), dependendo do tamanho da propriedade rural. Apesar de vários aspectos incluídos em 2012 serem considerados uma regressão para a legislação brasileira (SILVA, 2012; NADER; PALIS, 2015; BRANCALION et al., 2016), essa legislação trouxe um componente positivo por meio da criação do Cadastro Ambiental Rural (CAR), o qual pode ser definido como registro público eletrônico em âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades rurais, compondo uma base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico, e combate ao desmatamento (BRASIL, 2012).

Ao longo das últimas três décadas a maioria das estratégias vinculadas à legislação e políticas públicas no estado do Paraná apresentaram um forte viés econômico, principalmente vinculado ao setor agrícola. A elaboração e desenvolvimento de programas que permitam a manutenção dos remanescentes de vegetação nativa são essenciais para esta região, uma vez que, apesar de ser uma região com expressivo componente natural, a pressão agropecuária é evidente.

4.2.4.3 Cadastro Ambiental Rural (CAR)

Por meio do Cadastro Ambiental Rural, o qual pertence ao Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente, foi analisado o processo de cadastramento das

propriedades rurais situadas no entorno da Flona de Irati e informações ambientais relacionadas à Reserva Legal (RL) e às Áreas de Preservação Permanente (APP).

As Áreas de Preservação Permanente são áreas protegidas, sendo cobertas ou não por vegetação nativa apresentando a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade. Além de facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012). A Reserva Legal é definida como uma área localizada no interior de uma propriedade rural apresentando a função de assegurar o uso econômico sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como, o abrigo e a proteção da fauna silvestre e da flora nativa. A proporção de RL exigida, varia em função do tamanho do imóvel rural e do bioma onde o mesmo se encontra (BRASIL, 2012).

Especificamente em relação à área dos dez quilômetros do entorno da Flona de Irati, o município de Teixeira Soares apresentou a maior proporção de áreas cadastradas com 71,4 % do território do município, seguido por Imbituva (61,4 %), Irati (54, 2 %) e Fernandes Pinheiro (48,3 %) (Tabela 7). Esses dados foram coletados em janeiro de 2017 (INCRA, 2017).

Com base nos dados das propriedades rurais foi calculada a média das mesmas (Tabela 7) e obtida a distribuição espacial de acordo com os módulos fiscais (Figura 19). Os municípios de Teixeira Soares e Fernandes Pinheiro apresentaram a maior área média, com 66,9 ha e 39,2 ha, respectivamente. Deve ser ressaltado que esses valores apresentam um alto valor de desvio padrão, uma vez que a maior propriedade rural de Teixeira Soares apresenta 2.672 hectares, e a menor pode ser considerada um minifúndio, com menos de 1 ha (Figura 19).

Tabela 7: Descrição das propriedades rurais registradas no Cadastro Ambiental Rural de acordo com a classificação dos módulos fiscais no entorno da Floresta Nacional de Irati, PR.

Municípios	AT (ha)	NP	AM (ha)	MMF	AI (ha)	PCAR (%)
Fernandes Pinheiro	5567,6	142	39,2	2,9	11.527,34	48,30
Imbituva	10521,7	549	19,2	1,3	17.135,93	61,40
Irati	6723,2	516	13,0	0,9	12.402,67	54,21
Teixeira Soares	20005,6	299	66,9	4,3	28.011,43	71,42

AT: Área total das propriedades rurais no entorno da Flona de Irati (ha);

NP: Número de propriedades rurais no entorno da Flona de Irati;

AM: Área média no entorno da Flona de Irati (ha);

MMF: Média dos módulos fiscais no entorno da Flona de Irati;

AI: Área do município inserida nos 10 km de entorno da Flona de Irati (ha);

PCAR: Porcentagem da área cadastrada no CAR referente à porção inserida na área de estudo.

Os municípios de Imbituva e Irati apresentam, respectivamente, 19,2 e 13 ha de área média para cada propriedade rural. Em relação à média dos módulos fiscais, o município de Irati apresenta valores inferiores a 1 módulo fiscal, o qual é definido como unidade agrária para mensurar a área mínima necessária para que uma propriedade rural possa ser considerada economicamente viável. A variação nesse município foi entre o valor de 10 módulos fiscais até valores inferiores a 1.

Um aspecto relevante é uma grande propriedade rural adjacente à Flona de Irati (Figura 19) que está representada com valor referente ao módulo fiscal inferior ao que ela representa ter. Essa variação ocorre em função de ser um assentamento rural, e apesar de ainda não ter sido implementada a individualização das matrículas rurais, o CAR considerou como pequenas propriedades rurais.

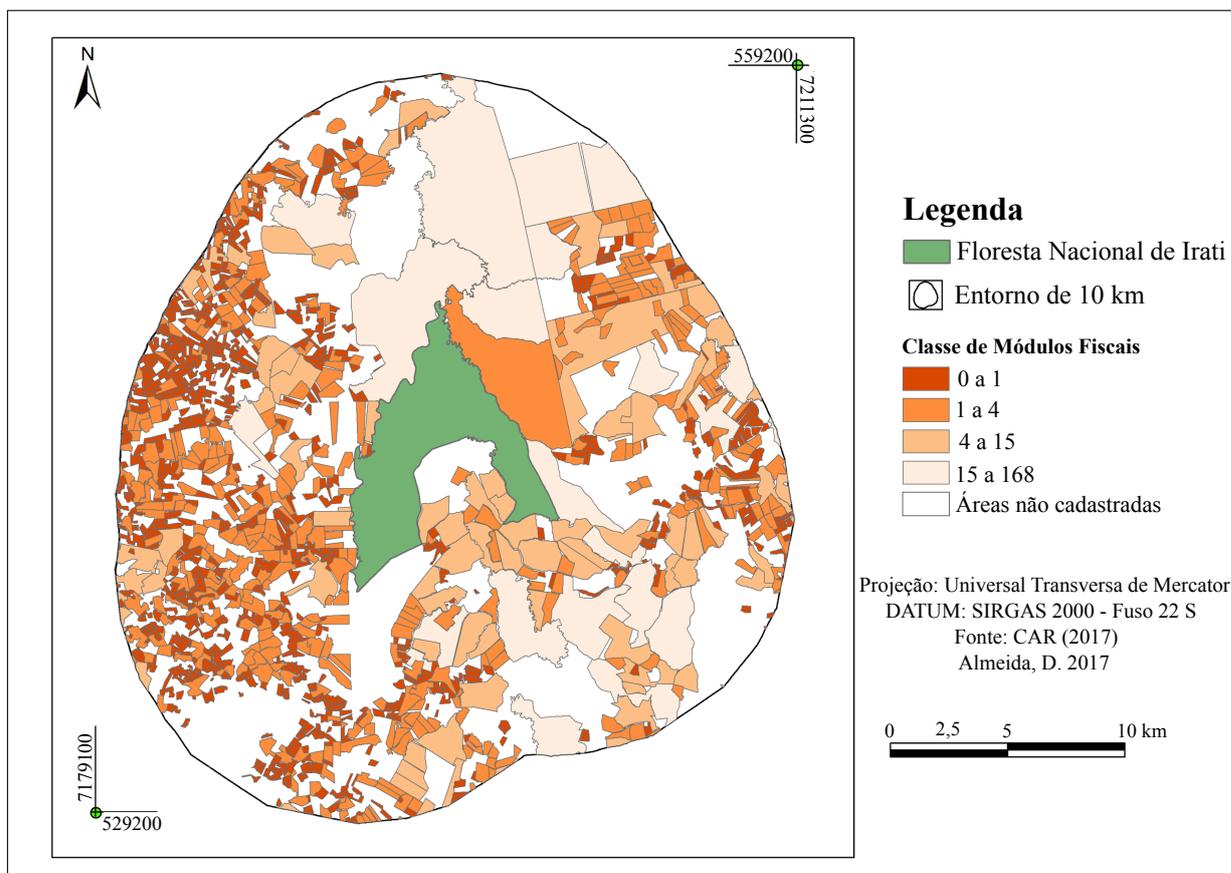


Figura 19: Distribuição das propriedades rurais registradas no Cadastro Ambiental Rural de acordo com a classificação dos módulos fiscais no entorno da Floresta Nacional de Irati, PR. Fonte: Brasil (2017).

Considerando a distribuição das áreas cadastradas no CAR em relação ao número de módulos fiscais (MF), observa-se que 94 % das propriedades rurais cadastradas ocupam 46 % da área e apenas 1 % das propriedades rurais ocupa 30 % da área. Esses resultados permitem inferir que não há uma distribuição equitativa de terra entre todos os proprietários rurais do entorno da Flona de Irati (Figura 20), sendo essa situação decorrente dos condicionantes modeladores que foram discutidos previamente.

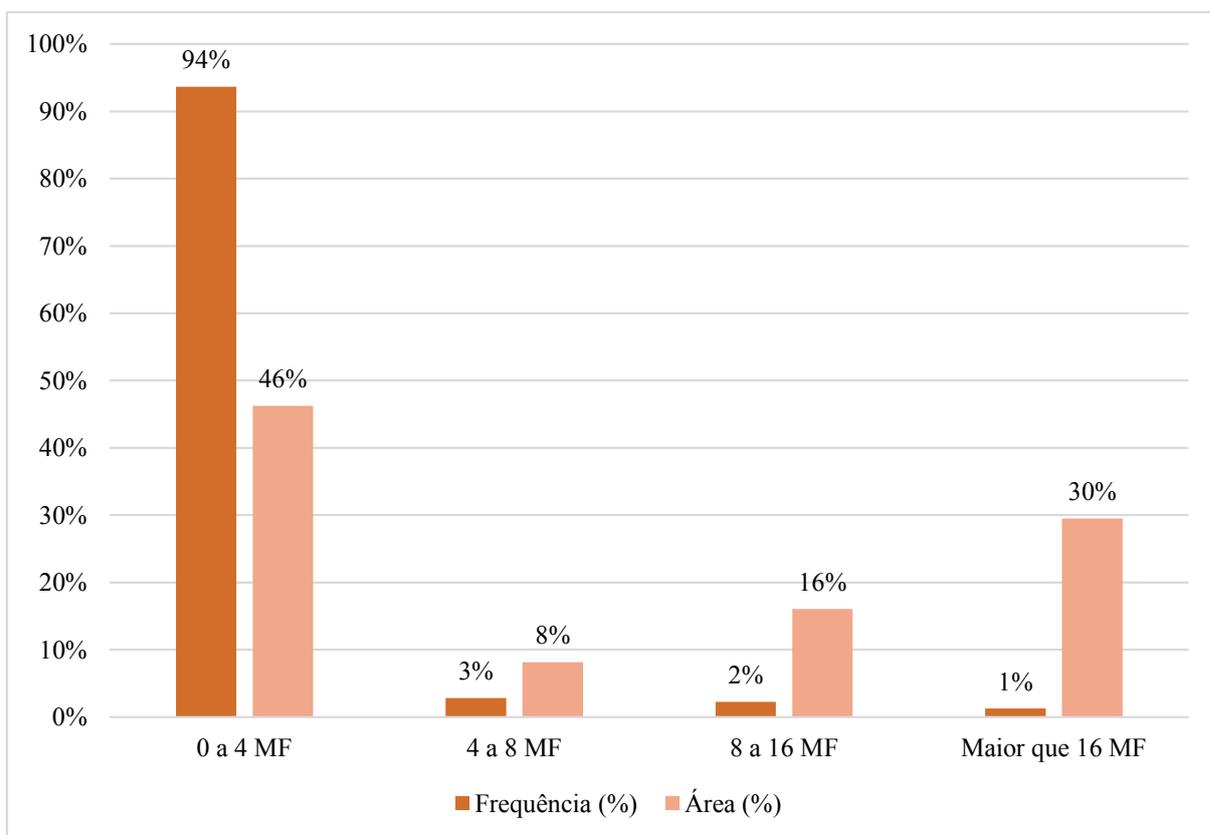


Figura 20: Histograma referente aos números de módulos fiscais de cada propriedade rural do entorno da Floresta Nacional de Irati, PR, considerando a frequência e a área dos mesmos.

Em relação às informações ambientais, as áreas de Reserva Legal (RL) ocupam 7.768 ha, o que corresponde a 11 % da área total do entorno da Flona de Irati, sendo 3.384 ha de RL averbada e 4365 ha de RL apenas proposta (Tabela 8). Na Figura 21 é possível visualizar a alocação destas RLs. Muitas foram alocadas em regiões próximas às Áreas de Preservação Permanente. Essa condição corresponde a uma estratégia interessante, principalmente considerando a conectividade entre essas áreas. Em relação à Flona de Irati, observa-se que poucas áreas de RL estão dispostas de maneira adjacente à unidade de conservação em questão.

Tabela 8: Descrição das áreas de Reserva Legal no entorno da Floresta Nacional de Irati (PR) registradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) em hectares.

Descrição	Municípios				TOTAL
	Fernandes Pinheiro	Imbituva	Irati	Teixeira Soares	
Reserva Legal Aprovada e não Averbada	1,0	1,5	5,6	23,3	31,4
Reserva Legal Averbada	527,9	877,7	214,0	1765,1	3384,7
Reserva Legal Proposta	819,3	1240,6	766,1	1539,1	4365,1
Reserva Legal vinculada à compensação de outro imóvel	0,0	0,0	0,0	5,1	5,1
TOTAL	1348,2	2119,9	985,7	3332,6	7786,3

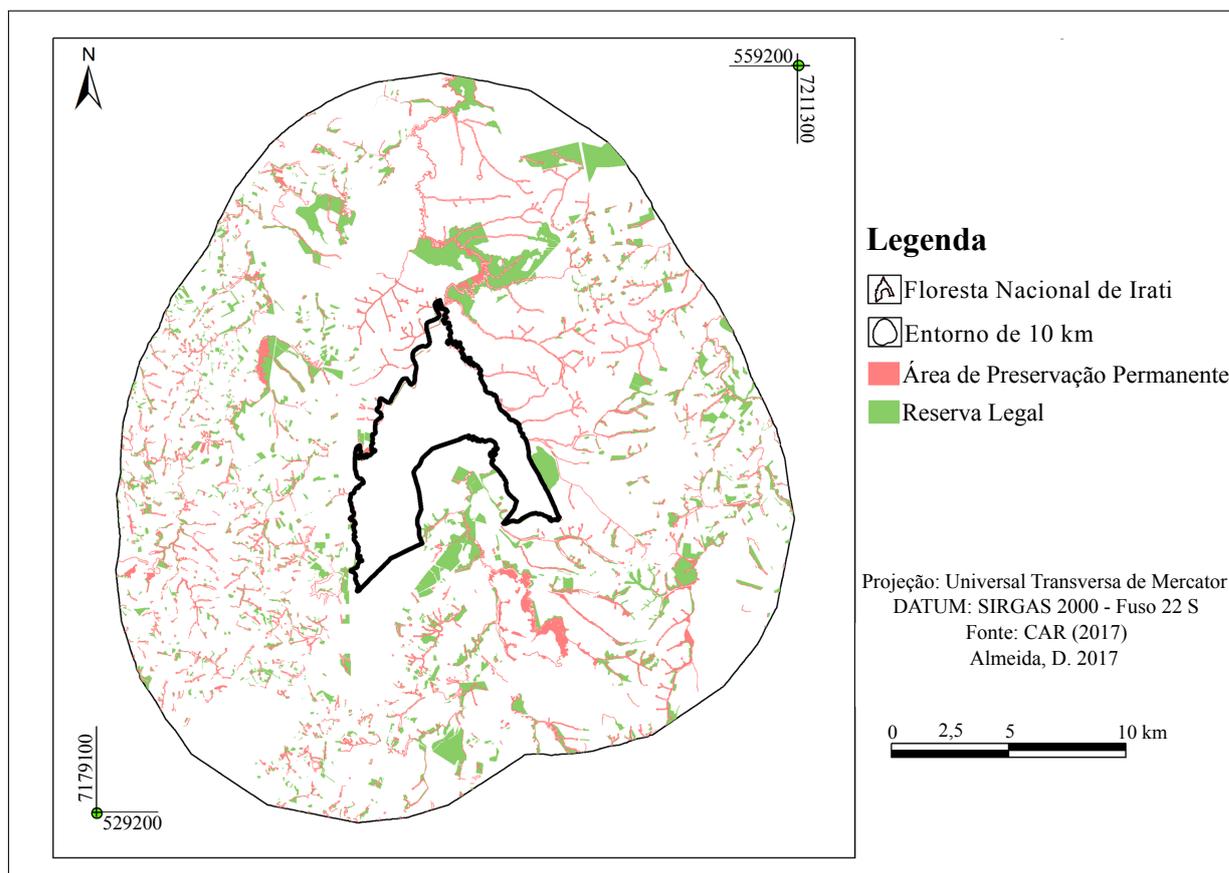


Figura 21: Distribuição das Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal registradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) no entorno da Floresta Nacional de Irati (PR). Fonte: BRASIL (2017).

Em relação às APPs, foram cadastradas 5111,7 hectares até janeiro de 2017 nas diferentes categorias (referentes aos rios, nascentes, lagos, banhados e por declividade). Dentre essas categorias, 2551 ha (aproximadamente 50 %) das APPs são cobertas por

vegetação nativa e 978 ha (19 %) são caracterizadas como APP em área antropizada não declarada como área consolidada. O restante está caracterizado como outras categorias.

4.3 Análise da trajetória e Análise dos fragmentos de vegetação nativa

4.3.1 Análise da trajetória

A análise da dinâmica espacial do uso da terra para o entorno da Flona de Irati e, conseqüentemente, a variação específica de cada tipologia, está apresentada na análise da trajetória compreendendo os intervalos temporais de 1986-1997 / 1997-2011 / 2011-2016 e 1986-2016. Para que os resultados fossem mais objetivos nesta análise, os graus de hemerobia *Alterado* e *Cultural* foram agrupados em uma única classe.

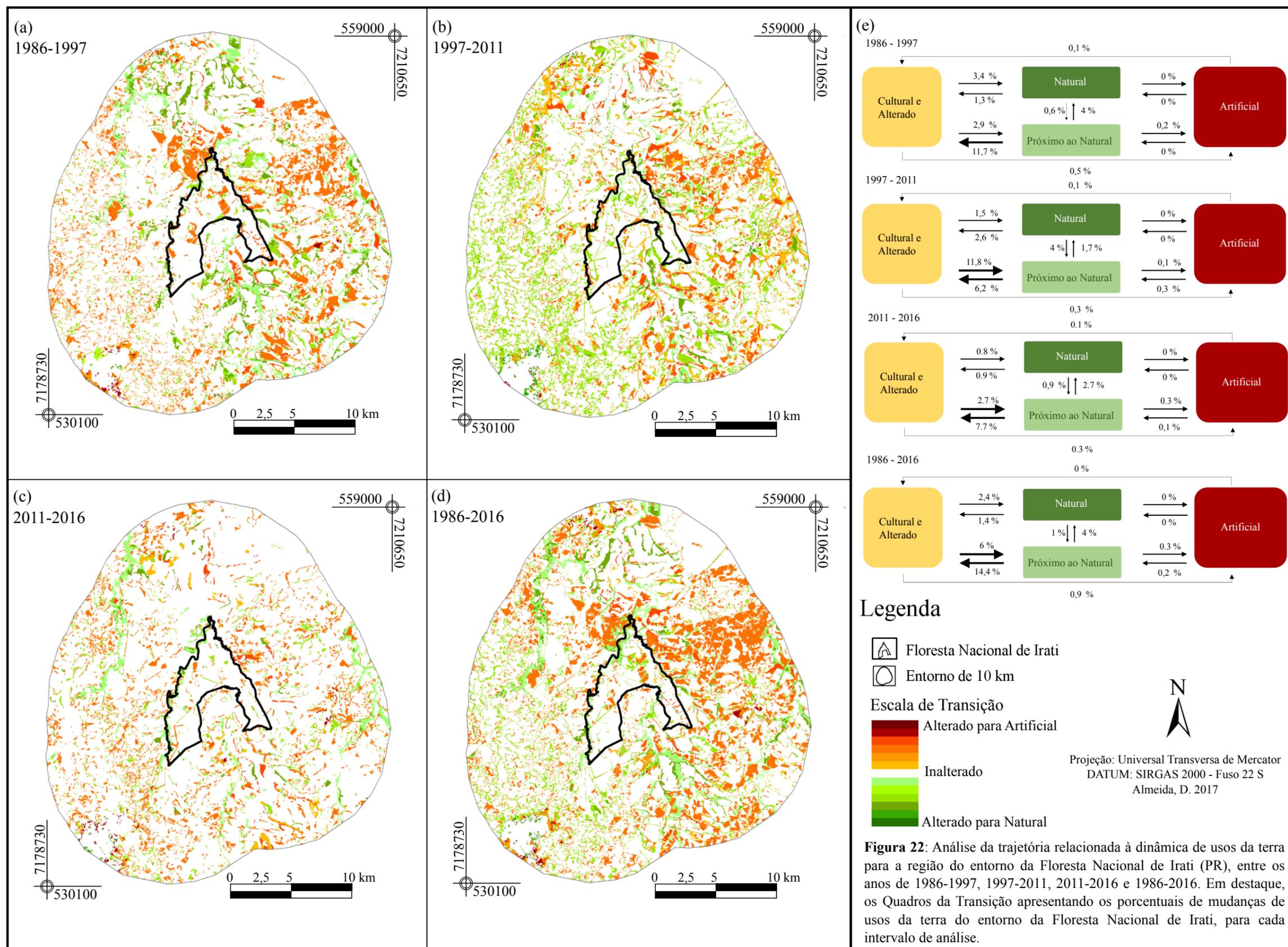
Entre 1986 e 1997, 75,3 % da área de estudo apresentou o mesmo tipo de cobertura da terra. A principal mudança na área de entorno ocorreu em regiões classificadas como florestas ou corpos d'água (grau de hemerobia *Próximo ao Natural*) em 1986 e foram convertidas em áreas agrícolas ou silviculturais. Aproximadamente 11,7 % da área total foi submetida a esse processo. Essa mudança foi observada espacialmente em dois contextos geográficos distintos. Na região leste grandes polígonos de floresta foram convertidos em áreas agrícolas; na região norte a mudança foi para silvicultura e na região oeste foram observados pequenos polígonos transformados em áreas agrícolas (Figuras 15 e 22). Essas diferenças entre as regiões podem ser compreendidas se analisadas em conjunto com os sistemas de produção agrícola existentes na área de entorno da Flona de Irati. Na região norte e leste são encontradas grandes propriedades rurais onde é empregado o uso de mecanização agrícola e outras externalidades tecnológicas. Dessa maneira, a conversão agrícola de grandes áreas é facilitada. Na porção oeste encontram-se pequenas propriedades rurais de base familiar, onde as áreas de conversão eram limitadas

pela dimensão espacial das mesmas.

Por outro lado, 6,3 % da área de estudo apresentou uma conversão de regiões *Cultural* para *Natural* ou *Próximo ao Natural* (Figuras 15 e 22). Possivelmente, esse processo decorre do fato que os meses antecedentes à obtenção das imagens de satélite do ano de 1997 apresentaram condições climáticas mais úmidas que 1986 (INMET, 2017), e algumas áreas que eram ocupadas com atividades antrópicas não permitiam a mesma prática agrícola, devido a barreira natural criada pelo excesso de água no solo.

O período entre 1997 e 2011 apresentou uma grande transformação no uso da terra, onde aproximadamente 71,3 % do total da área remanescente apresentou a mesma configuração espacial. Em contraste com o último intervalo de análise, a principal transformação ocorreu no grau *Cultural* e *Alterado*. Houve um incremento (13,3 %) nos graus *Natural* ou *Próximo ao Natural* que no passado eram áreas *Culturais* e *Alteradas*.

Este processo pode ser espacialmente observado, principalmente na borda dos cursos d'água e distribuídos em todas as regiões da zona de entorno exceto na porção norte (adjacente a Floresta Nacional de Irati). Em algumas áreas foi identificada a continuidade do processo de incremento agrícola (aproximadamente 8,8 %), principalmente na região leste da área de estudo (Figuras 15 e 22).



A trajetória entre os anos de 2011 e 2016 apresentou a menor alteração da paisagem como um todo, sendo que 83,5 % da área do entorno da Flona de Irati manteve a mesma configuração espacial de 2011. As principais mudanças resultaram da conversão de áreas naturais para atividades agrossilvipastoris, totalizando 8,6 % da área total. Espacialmente essa alteração ocorreu de maneira generalizada em todas as regiões. Esses resultados podem estar relacionados às alterações no Código Florestal em 2012, apresentando os primeiros indícios da maior permissividade na legislação ambiental brasileira (SOARES-FILHO et al., 2014; BRANCALION et al., 2016). Nesse período também foram registradas na região um aumento das autuações de desmatamento ilegal por parte dos agentes de fiscalização ambiental. Além disso, também foi observada a recuperação de algumas áreas, totalizando 3,5 % da área do entorno da Flona de Irati. Espacialmente essas áreas estão associadas aos recursos hídricos em algumas regiões pontuais.

Nas três décadas, entre 1986 e 2016, aproximadamente 69,4 % da área total apresentou o mesmo tipo de uso da terra, mantendo as mesmas características. O restante da área, aproximadamente 21.137 ha (30 %) sofreram modificações, predominantemente, associada à ocupação das áreas naturais por atividades agrossilvipastoris (15,8 %), seguido da recuperação de áreas naturais (8,4 %) e da transformação para áreas urbanas (1,2 %). Dessas áreas urbanas, 0,9 % provem do grau de hemerobia *Alterado* e *Cultural* e 0,3 % de áreas naturais. A configuração espacial da dinâmica do uso da terra nos trinta anos de análise segue uma tendência anteriormente evidenciada, onde a porção leste apresenta uma transformação para atividades relacionadas ao setor agrícola mais intensivo, e a porção oeste apresenta áreas de recuperação da vegetação nativa. De maneira geral em várias regiões foram observadas a recuperação em áreas associadas aos recursos hídricos, e também com as regiões caracterizadas por apresentar GLEISSOLOS. Outra característica interessante em relação aos grupos de solos do entorno da Flona de Irati é em relação aos LATOSSOLOS, o qual se caracteriza por grande potencial agrícola. Esse grupo ocupou predominante as regiões onde ainda em 1986 já estavam implantadas

as áreas agrícolas e sem evidências de alterações no período de trinta anos.

O entorno da Flona de Irati apresentou mudanças no uso da terra entre os intervalos temporais analisados, no entanto esta região conservou um expressivo componente natural, tanto pela manutenção dos fragmentos de vegetação nativa já existente quanto pelas áreas onde houve o processo de recuperação. Esses resultados são relevantes, embora sejam necessárias mais análises *in situ* para identificar como ocorreu esse processo de recuperação. A análise dos principais determinantes que poderiam ter contribuído para a configuração da paisagem remete às políticas públicas, leis e fatores socioeconômicos que influenciaram a dinâmica do uso da terra, especialmente, aqueles vinculados ao setor agropecuário.

4.3.2 Análise dos fragmentos de vegetação nativa

Com base na análise da trajetória dos fragmentos de vegetação nativa entre 1986 e 2016 observou-se que 38,7 % do entorno da Flona de Irati manteve a cobertura de vegetação nativa, incluindo Floresta Ombrófila Mista e vegetação herbáceo-arbustiva. Na porção nordeste a vegetação nativa foi mantida em extensas áreas, processo que pode ser atribuído a dois fatores principais. O primeiro, relacionado às primeiras décadas, refere-se a manutenção de áreas de vegetação nativa por parte de alguns proprietários rurais que valorizavam essas áreas (MAZZA, 2017). O segundo fator, relacionado aos anos mais recentes, refere-se à criação da Rebio das Araucárias (2006) e ao sistema de monitoramento por parte do ICMBio. Foram relatados casos de autuações ambientais por desmatamento nessa região. Essas ações podem ter auxiliado no controle do mesmo na região.

As áreas naturais que foram convertidas para áreas de uso antrópico (agricultura, silvicultura ou urbano) representam 16,2 % da área total do entorno e apresentaram configuração espacial diferenciada dependendo do sistema de produção pertencente.

Nas porções centro-leste, os polígonos convertidos eram de maior dimensão espacial, enquanto que os polígonos da região oeste eram menores e mais fragmentados (Figura 23).

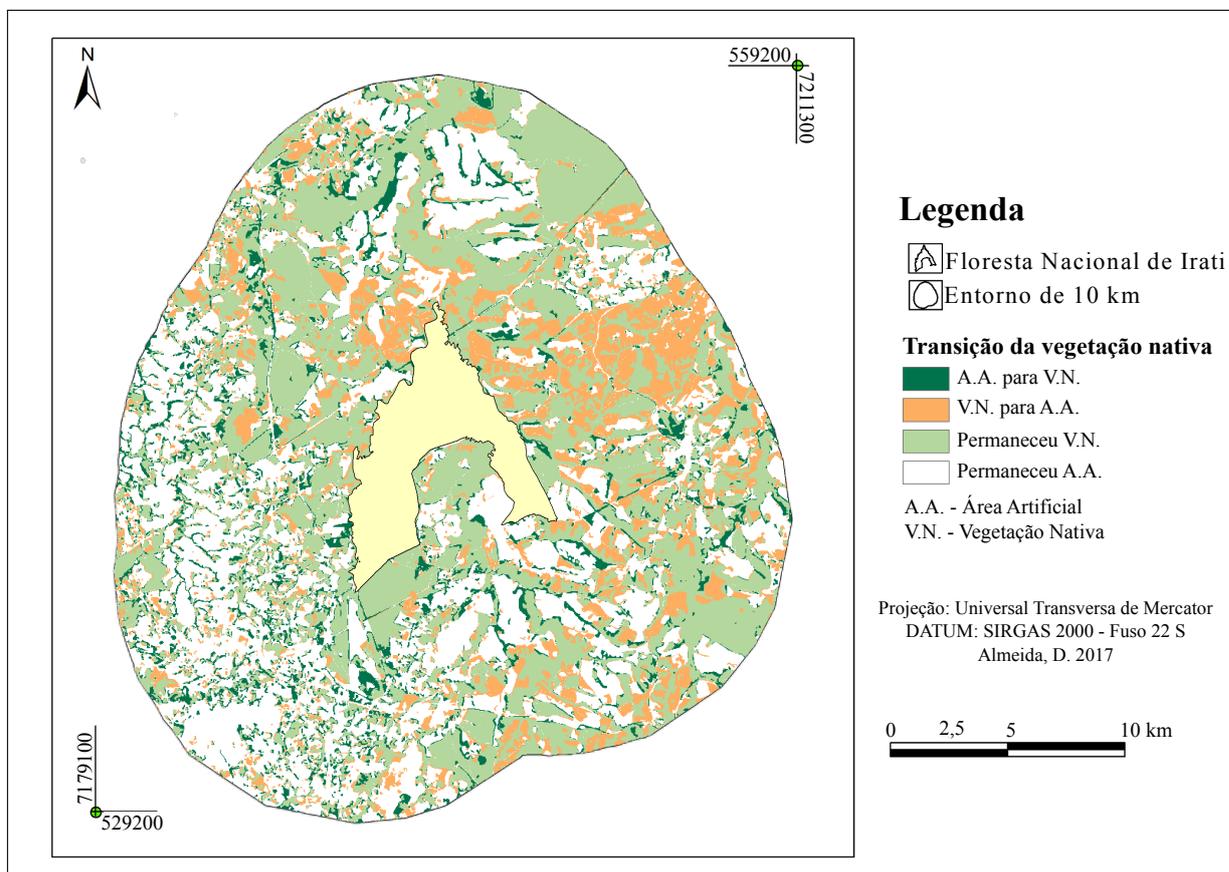


Figura 23: Trajetória relacionada à dinâmica de uso e cobertura da terra para a região do entorno da Floresta Nacional de Irati (PR), entre os anos de 1986 e 2016.

A análise permitiu evidenciar áreas que em 1986 eram caracterizadas por uso antrópico e foram recuperadas, totalizando 8,4 % do entorno da Flona de Irati. Essa situação foi observada em diversas regiões do entorno, com destaque para a região oeste. Nesta região foi possível identificar que as áreas de recuperação estavam associadas aos cursos d'água (APPs) (Figura 24).

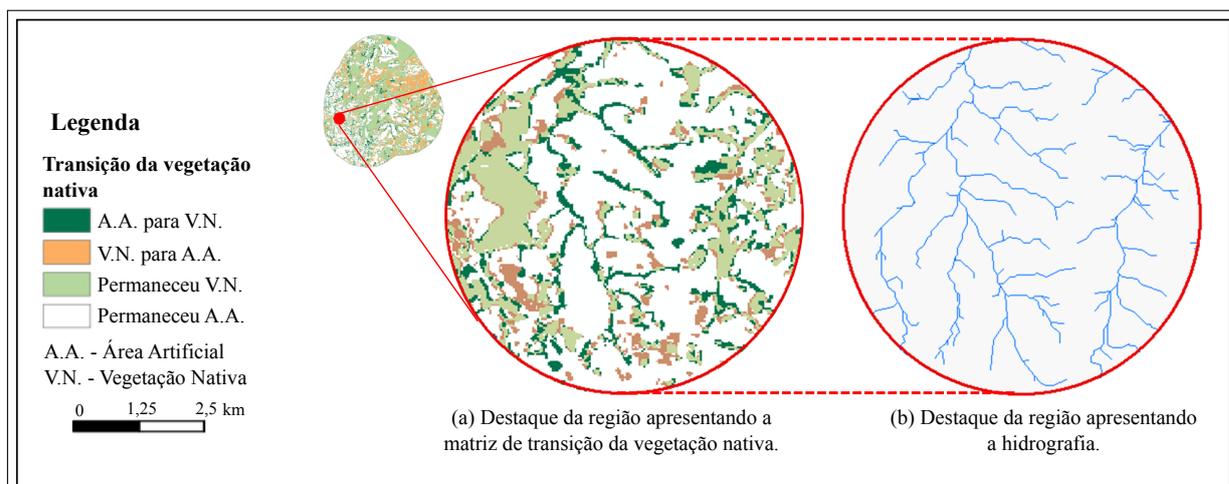


Figura 24: Destaque para a região oeste com as áreas de recuperação (em verde escuro) (1) e rede hidrográfica (2).

Apesar dos processos antrópicos apresentarem um avanço sobre as áreas naturais ao longo desses trinta anos, o entorno da Flona de Irati destaca-se com seus 47,5 % de cobertura natural. Na literatura científica observa-se resultados onde há predominância de uso antrópico nas áreas de entorno, como foi observado por Scariot et al. (2015) no entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo com 19 % de áreas naturais, e por Moraes et al. (2017) no entorno de um Parque Estadual no estado de São Paulo com apenas 12,7 % de áreas naturais.

Deve-se ressaltar que os Faxinais foram importantes para a manutenção da cobertura florestal na porção oeste ao longo do século XIX e XX, conforme registra Yu (1988). Contudo nas últimas décadas outros fatores estão relacionados a essa manutenção. Dentre eles, destaca-se a extração de produtos não-madeiráveis (erva-mate e pinhão). Além disso, o incremento de vegetação nativa ao longo dos trinta anos (1986-2016) pode estar relacionado a fatores agrícolas, como é o caso da mecanização, a qual apresenta restrições em áreas muito próximas aos cursos d'água e com maior declividade.

A análise quantitativa da configuração dos fragmentos de vegetação nativa evidencia que os mesmos apresentam uma frequência maior em áreas menores de 10 ha, em todos os anos analisados (Figura 25). No entanto, considerando a área total,

as classes acima de 100 ha predominaram principalmente para as formações herbáceo-arbustivas. Esses resultados observados para essa fitofisionomia resultam da associação da mesma com os corpos d'água, mantendo uma maior conectividade e apresentando maior impedimento para transformação dessas áreas em uso antrópico.

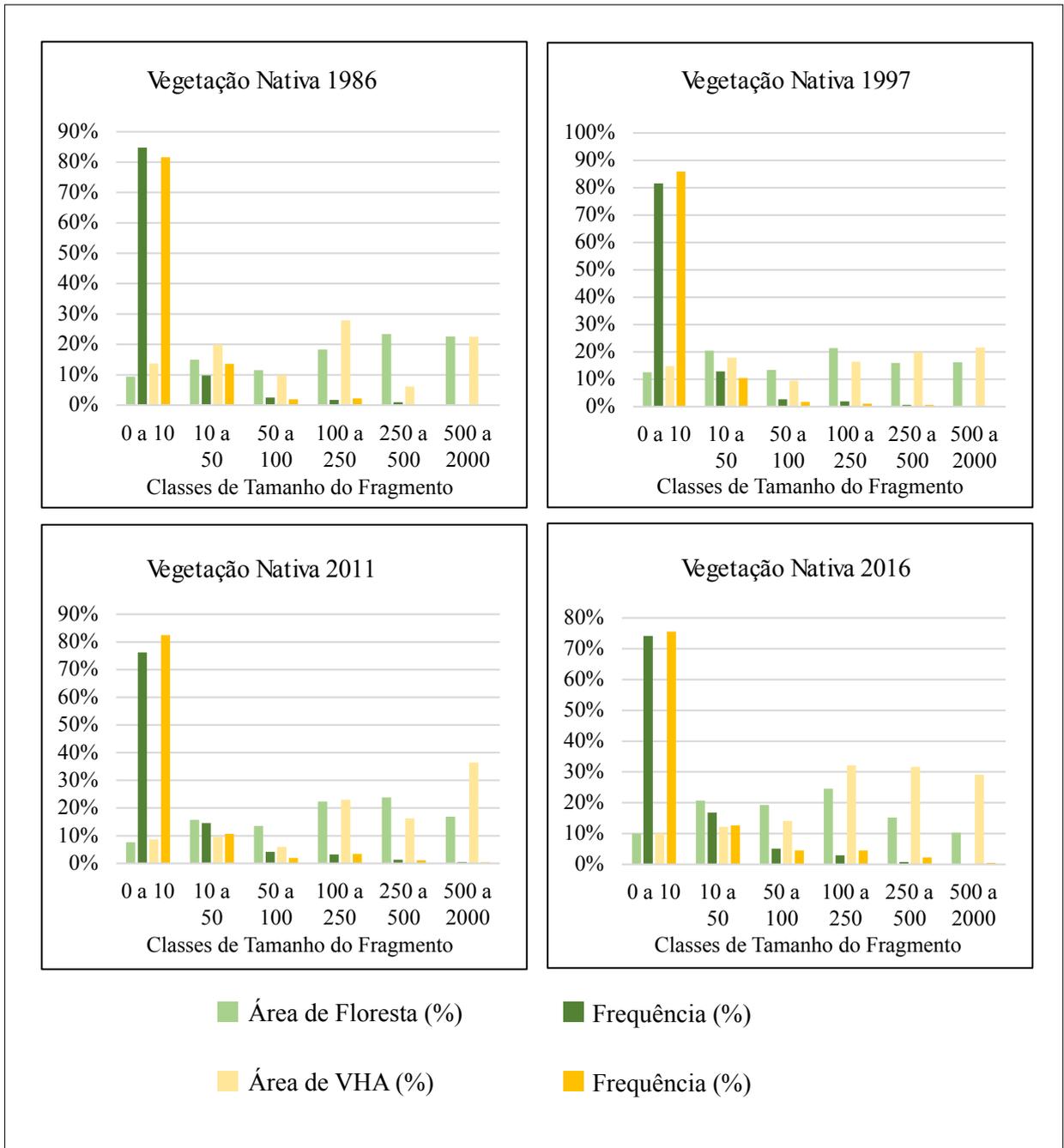


Figura 25: Histograma com os percentuais referentes ao número e área dos fragmentos de floresta e de vegetação herbáceo-arbustiva (VHA) para o entorno da Floresta Nacional de Irati, PR, para os anos de 1986, 1997, 2011 e 2016.

Os resultados apresentados são relevantes, principalmente, se comparados com os de outras regiões do Bioma Mata Atlântica, onde a maioria dos remanescentes está distribuída em fragmentos menores que 50 hectares (RIBEIRO et al., 2009).

4.4 Índice *Distance to Nature* (D_2N)

Os valores de D_2N para cada um dos anos analisados estão representados na Figura 26 a, b, c, e d. Foi realizada uma reclassificação em seis categorias com base na escala original contínua (de 0 a 1), para melhor apresentação visual da distribuição espacial do D_2N . Analisando a dinâmica nos quatro períodos, a região leste apresentou um processo de antropização contínua ao longo do período de 30 anos (1986-2016). A região oeste apresenta uma variação oscilatória do D_2N nesse mesmo período, com os extremos de uma condição de maior naturalidade em 1986 e menor em 1997.

Apresentando a mesma perspectiva, o teste PERMANOVA aplicado aos valores de D_2N revelou diferença estatisticamente significativa entre o ano de 1997 e todos os outros anos estudados, considerando o nível de significância de 0,05: 1986/1997 ($F = 23,16; p = 0,001$), 1997/2011 ($F = 13,04; p = 0,001$) e 1997/2016 ($F = 9,75; p = 0,002$). Para os outros anos não houve diferença estatisticamente significativa: 1986/2011 ($F = 1,51; p = 0,217$), 1986/2016 ($F = 3,05; p = 0,082$) e 2011/2016 ($F = 0,261; p = 0,6$).

Com base na classificação da paisagem sugerida por Rüdisser et al. (2012), os valores de D_2N foram agrupados em três categorias: (1) Valores de 0 a 0,06 correspondentes à paisagens *Naturais* ou *Próximo ao Natural*, que ocuparam 55,1 % (1986), 48,1 % (1997), 52,8 % (2011) e 47,5 % (2016) da área de entorno da Flona de Irati; (2) Valores entre 0,06 e 0,35 representando a classe que varia de paisagens cultivadas com poucos elementos naturais a paisagens cultivadas com quantia significativa de elementos naturais. Essa categoria foi predominante em 2016 com 29,5 % do total da área de entorno, sucedido por 2011 (27,4 %), 1997 (26,3 %) e 1986 (26,0 %); (3) Valores entre 0,35 a 1, caracterizada por paisagens intensamente cultivadas ou urbanizadas, sendo as mais representativas em 1997, com 25,6 %, e em 2016 (23,0 %) do total da área de entorno da Flona de Irati. Essa proporção foi menor em 1986 com 19,0 %, e em 2011 com 19,8 % (Figura 27).

Embora o ano de 2016 tenha apresentado maiores valores de D_2N que em 1986 e 2011 (Figura 27), a análise PERMANOVA não mostrou diferença significativa entre esses anos. Isso se deve, principalmente, à variação entre os valores das classes 0,06 e 0,35, caracterizados por paisagens cultivadas com a presença de pouco a substancial quantidade de elementos naturais (no mínimo 50 %).

Foi também desenvolvida uma análise espacial mais detalhada da trajetória do D_2N , entre 1986 e 2016, visando identificar onde ocorreram as principais mudanças durante os últimos trinta anos (Figura 26e). Aproximadamente 50,7 % da área de entorno da Flona de Irati não apresentou alterações nos valores de D_2N (regiões brancas na Figura 26e). Mudanças para condições naturais foram, predominantemente, localizadas na região oeste, ocupando 21,5 % da área de entorno (regiões verdes na Figura 26e). As mudanças para áreas artificiais foram localizadas, preponderantemente, na região leste, com 27,8 % da área total (representada em áreas vermelhas na Figura 26e).

A região leste apresentou um aumento nos valores de D_2N de 1986 a 2016, evidenciando um aumento na condição de hemerobia, devido a uma conversão intensiva de

paisagens *Naturais* para *Artificiais* e *Culturais* (Figura 26). O sistema de agricultura intensiva dessa região influenciou esse processo pelo impacto ambiental das atividades desenvolvidas. A região oeste apresentou uma trajetória diferente, apesar de um aumento nas áreas cultivadas e urbanizadas (altos valores de D_2N) em 1997, houve um decréscimo em 2011, quando os valores de D_2N mudaram para valores menores ou intermediários (Figura 26). Lira et al. (2012) observaram um processo de recuperação semelhante em paisagens de Mata Atlântica. Em 2016, os valores de D_2N aumentaram de maneira geral para toda a área do entorno (Figura 27). A região oeste, ocupada, predominantemente, por pequenas propriedades rurais, a maioria de base familiar, manteve uma melhor condição que a região leste. As características abióticas e bióticas discutidas anteriormente, assim como as políticas públicas das últimas décadas podem ter contribuído para esses resultados, primeiramente com incentivos para a melhoria na agricultura, e depois com estratégias para a conservação, especialmente relacionados à proteção do solo e da água. Os valores de D_2N resultantes em 2016 podem apenas refletir o início das mudanças ocorridas na legislação ambiental em 2012, como foi observado nos dados referentes ao uso da terra. Estes resultados são similares a de outros pesquisadores que anteriormente relataram a influência na dinâmica de uso da terra em função das mudanças no Código Florestal (BRANCALION et al., 2016; OLIVEIRA DE et al., 2017).

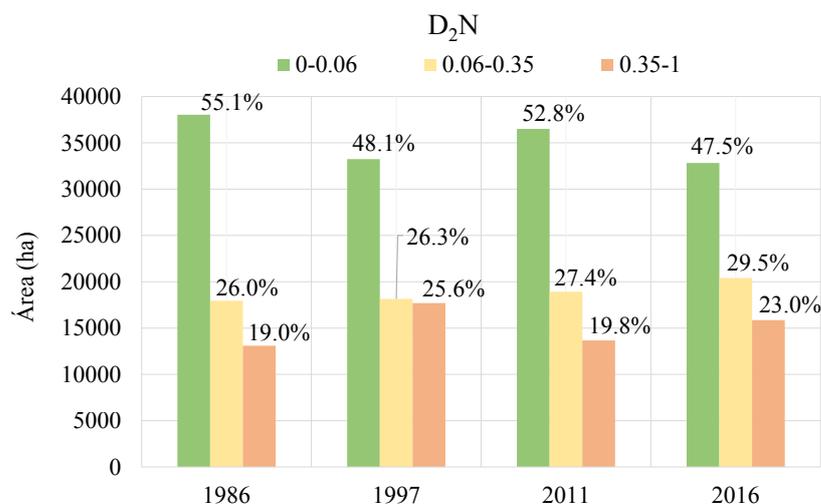


Figura 27: Áreas ocupadas para cada classe de D₂N entre os anos de 1986, 1997, 2011 e 2016.

Avaliação do D₂N

Os resultados da aplicação do D₂N no entorno da Flona de Irati demonstram que os objetivos originais propostos por Rüdisser et al. (2012) foram alcançados, o que permite qualificar esse índice como uma ferramenta de análise clara e precisa. Cabe ressaltar que para maior aplicabilidade, o D₂N requer, como uma premissa básica, um bom conhecimento da área de estudo, especialmente das características bióticas, abióticas e bioculturais. André et al. (2015) e André (2017) relataram as mesmas considerações na aplicação do D₂N na República Democrática do Congo.

Em específico para o entorno da Flona de Irati, esse índice mostrou-se uma ferramenta potencialmente útil para tomadores de decisão, ao identificar quais regiões estão mais comprometidas quanto às condições ecológicas, como pode ser observado na região leste da área do entorno. Além disso, o D₂N foi eficiente em identificar áreas com grande influência antrópica, atendendo aos critérios de escala sugeridos pelo autor. Além disso, os resultados são visualmente compreensíveis e de fácil interpretação.

5 Conclusões

O entorno da Floresta Nacional de Irati apresenta características singulares tanto em relação aos aspectos abióticos e bióticos, quanto aos bioculturais, apresentando as consequências dos diferentes condicionantes históricos e políticos na dinâmica da paisagem.

De maneira geral houve um aumento da antropização da área de entorno da Flona de Irati ao longo dos últimos 30 anos. No entanto, a área ainda apresenta expressiva condição de naturalidade, principalmente quando comparada com as áreas de entorno de outras unidades de conservação.

As alterações na paisagem apresentaram uma dinâmica distinta quanto aos diferentes sistemas de produção encontrados na área de estudo. Dessa maneira, as estratégias para manutenção da condição de naturalidade da Flona de Irati e do seu entorno também devem apresentar estratégias diferenciadas perante cada sistema. Atenção especial deve ser direcionada às áreas onde o sistema de produção agrícola é mais intensivo. Para o sistema de produção de base familiar observa-se a necessidade de estratégias visando manter as condições de produção aliadas à conservação, tais como fomentos para conversão para sistemas com menor aporte de insumos externos e incentivos para o desenvolvimento sustentável das extrações dos produtos não-madeiráveis.

Em relação à aplicação do D₂N, observou-se que a classificação baseada nos graus de hemerobia contribuiu para a melhor compreensão das mudanças da paisagem resul-

tantes da dinâmica do uso e cobertura da terra do entorno da Flona de Irati, no período de 30 anos (1986 - 2016). Os resultados demonstraram que o D₂N pode ser uma efetiva ferramenta de monitoramento e planejamento para identificar a condição de naturalidade e as áreas de maior influência antrópica, direcionando a proposição de cenários para conservação da biodiversidade.

Referências Bibliográficas

ABRAMOVAY, R.; VEIGA, J. E. d. Novas instituições para o desenvolvimento rural: o caso do programa nacional de fortalecimento da agricultura familiar (pronaf). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 1999.

ANDERSEN, A. E. *Óleo sobre tela, representando a queimada dos campos nativos intitulada "Queimada" de Alfredo Andersen, sem data. Wikimedia Commons.* [S.l.], sem data. Disponível em: <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alfredo_Andersen_-_Queimada_\(Lavadeiras\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alfredo_Andersen_-_Queimada_(Lavadeiras).jpg)>. Acesso em: jan 2017.

ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral ecology*, Wiley Online Library, v. 26, n. 1, p. 32–46, 2001.

ANDERSON, M. J. *PERMANOVA: a FORTRAN computer program for permutational multivariate analysis of variance. Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand.* Auckland: [s.n.], 2005.

ANDRADE, B. O. et al. Grassland degradation and restoration: a conceptual framework of stages and thresholds illustrated by southern brazilian grasslands. *Natureza & Conservacao*, Elsevier, v. 13, n. 2, p. 95–104, 2015.

ANDRÉ, M. *Landscape ecological consequences of the (sub)urbanization process in an African city: Lubumbashi (Democratic Republic of Congo).* Tese de doutorado. Université de Liège, Liège, Bélgica, 2017.

ANDRÉ, M. et al. Quantification of anthropogenic effects in the landscape of lubumbashi. *Anthropisation au Katanga*, Presses Universitaires de Gembloux, Gembloux, 2015.

ARAUJO, C. *Milho safrinha continua em expansão.* [S.l.], 2008. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18027834/milho-safrinha-continua-em-expansao>>. Acesso em: jan 2017.

BEHLING, H. Late quaternary vegetation, climate and fire history of the araucaria forest and campos region from serra campos gerais, paranástate (south brazil). *Review of Palaeobotany and Palynology*, Elsevier, v. 97, n. 1, p. 109–121, 1997.

BEHLING, H. et al. Dinâmica dos campos no sul do brasil durante o quaternário tardio. In: PILLAR, V. de P. et al. (Ed.). *Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade.* [S.l.]: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Departamento de Conservação da Biodiversidade, 2009. ISBN 9788577381173.

BERTRAND, C. et al. Spatial and temporal heterogeneity of the crop mosaic influences carabid beetles in agricultural landscapes. *Landscape ecology*, Springer, v. 31, n. 2, p. 451–466, 2016.

BOGAERT, J. et al. A methodological framework to quantify anthropogenic effects on landscape patterns. In: *Landscape ecology in Asian cultures*. Japan: Springer, 2011. p. 141–167.

BRANCALION, P. H. et al. A critical analysis of the native vegetation protection law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. *Natureza & Conservação*, Elsevier, v. 14, p. 1–15, 2016.

BRASIL. *Lei nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal*. Brasília, 1965. Revogada pela Lei nº 12.651, de 2012.

BRASIL. *Lei nº 6746, de 10 de Dezembro de 1979. Altera o disposto nos arts. 49 e 50 da Lei nº 4504, de 30/11/1964 e dá outras providências (estatuto da terra)*. Brasília, 1979. Diário Oficial da União de 11 de Dezembro de 1979, p. 18673.

BRASIL. *Lei federal n.º 8629 de 25 de Fevereiro de 1993. Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal*. Brasília, 1993. Diário Oficial da União de 26 de Fevereiro de 1993, p. 2349.

BRASIL. *Lei federal nº 9985, de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências*. Brasília, 2000. Diário Oficial da União de 19 de Julho de 2000, p. 1.

BRASIL. *Decreto de 23 de Março de 2006. Cria a Reserva Biológica das Araucárias, no Estado do Paraná, e dá outras providências*. Brasília, 2006. Diário Oficial da União de 24 de Março de 2006, p. 1.

BRASIL. *Lei Federal n.º 12.651 de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa*. Brasília, 2012. Diário Oficial da União de 28 de Maio de 2012, p. 1.

BRASIL. *Plano de Manejo da Floresta Nacional de Irati*. [S.l.], 2013. I, 66 p.

BRASIL. *Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente*. [S.l.], 2017. Disponível em: <<http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>>. Acesso em: jan 2017.

BROETTO, T. et al. Indicadores geoespaciais para avaliação do impacto ambiental da suinocultura no licenciamento em âmbito municipal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 50, n. 12, p. 1177–1185, 2015.

CAMARANO, A. A.; ABRAMOVAY, R. Êxodo rural, envelhecimento e masculinização no Brasil: panorama dos últimos 50 anos. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 1999.

CAVIGLIONE, J. a. H. et al. *Cartas climáticas do Paraná*. Londrina, 2000.

- CORDEIRO, J. L. P.; HASENACK, H. Cobertura vegetal atual do rio grande do sul. In: PILLAR, V. de P. et al. (Ed.). *Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. [S.l.]: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Departamento de Conservação da Biodiversidade, 2009. ISBN 9788577381173.
- CÚRCIO, G. R. Solos. In: HÍDRICOS, S. S. de Estado do Meio Ambiente e R. (Ed.). *Plano de Manejo Parque Estadual de Vila Velha*. Curitiba: [s.n.], 2004. p. 136–174. IAP - Instituto Ambiental do Paraná. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/pagina-1255.html>>. Acesso em: jan 2015.
- DAVIS, C. R.; HANSEN, A. J. Trajectories in land use change around us national parks and challenges and opportunities for management. *Ecological Applications*, Wiley Online Library, v. 21, n. 8, p. 3299–3316, 2011.
- DEFRIES, R. et al. Increasing isolation of protected areas in tropical forests over the past twenty years. *Ecological Applications*, Wiley Online Library, v. 15, n. 1, p. 19–26, 2005.
- EMBRAPA. *Módulos Fiscais*. [S.l.], 2012. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>>. Acesso em: jan 2017.
- EMBRAPA. *Alertas da Embrapa sobre a Soja Safrinha*. [S.l.], 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/Soja_Safrinha_Embrapa.pdf>. Acesso em: jan 2017.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, Annual Reviews 4139 El Camino Way, PO Box 10139, Palo Alto, CA 94303-0139, USA, v. 34, n. 1, p. 487–515, 2003.
- FAHRIG, L. et al. Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecology letters*, Wiley Online Library, v. 14, n. 2, p. 101–112, 2011.
- FARINA, A. Foreword. In: HONG, S.; BOGAERT, J.; MIN, Q. (Ed.). *Biocultural Landscapes: Diversity, Functions and Values*. Nova York: Springer Netherlands, 2014. ISBN 9789401789417.
- FROEHLICH, J. M. et al. Êxodo seletivo, masculinização e envelhecimento da população rural na região central do rs. *Ciência Rural*, v. 41, n. 9, p. 1674–1680, 2011.
- GALVÃO, F. et al. Levantamento fitossológico das principais associações arbóreas da floresta nacional de irati-pr. *Revista Floresta*, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, v. 19, 1989.
- GERALDI, J. *Ordenamento e desenvolvimento territoriais no Centro-Sul do Paraná*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba., 2011.
- GOSSNER, M. M. et al. Land-use intensification causes multitrophic homogenization of grassland communities. *Nature*, Nature Research, v. 540, n. 7632, p. 266–269, 2016.
- GRAY, C. L. et al. Local biodiversity is higher inside than outside terrestrial protected areas worldwide. *Nature Communications*, Nature Research, v. 7, 2016.

GURR, G. M. et al. Multi-country evidence that crop diversification promotes ecological intensification of agriculture. *Nature plants*, Nature Publishing Group, v. 2, p. 16014, 2016.

HANSEN, A. J.; DEFRIES, R. Ecological mechanisms linking protected areas to surrounding lands. *Ecological Applications*, Wiley Online Library, v. 17, n. 4, p. 974–988, 2007.

HEINK, U.; KOWARIK, I. What are indicators? on the definition of indicators in ecology and environmental planning. *Ecological Indicators*, Elsevier, v. 10, n. 3, p. 584–593, 2010.

HONG, S.-K. Biocultural diversity and traditional ecological knowledge in island regions of southwestern korea. *Journal of Ecology and Environment*, The Ecological Society of Korea, v. 34, n. 2, p. 137–147, 2011.

IBAMA. *Apresentação dos resultados dos trabalhos da Força-Tarefa das Araucárias*. Brasília, 2005.

IBGE. *Censo Agropecuário 2006*.

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/>, 2006. Censo Agropecuário 2006.

IBGE. *Manual técnico da vegetação brasileira*. [S.l.], 2012. (Série Manuais técnicos em geociências). ISBN 9788524042720.

IBGE. *Cidades*. [S.l.], 2017. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/1PFXH>>. Acesso em: jan 2017.

IBGE. *Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA*, 2017.

<https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil>, 2017.

INCRA. *i3Geo*. [S.l.], 2017. Disponível em: <<http://acervofundiario.incra.gov.br/i3geo/interface/incra.htm>>. Acesso em: jan 2017.

INMET. *BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa*. [S.l.], 2017. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: jan 2017.

IPARDES. *Paraná em números*. [S.l.], 2015. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg_conteudo=1&cod_conteudo=1>. Acesso em: jan 2017.

IRATI. *Prefeitura Municipal de Irati*. Irati, 2017. Disponível em: <<http://irati.pr.gov.br/>>. Acesso em: jan 2017.

ITCG. *Dados e informações geoespaciais temáticos*. [S.l.], 2008. Disponível em: <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=9#>>. Acesso em: jan 2017.

ITCG. *Mapa Fitogeográfico do Paraná*. [S.l.], 2009. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos_DGEO/Mapas_ITCG/PDF/Mapa_Fitogeografico_A3.pdf>. Acesso em: jan 2017.

- ITCG. *Mapa Terras e territórios de Povos e Comunidades Tradicionais do estado do Paraná*. [S.l.], 2013. Disponível em: <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=9#>>. Acesso em: jan 2015.
- JALAS, J. Hemerobe und hemerochore pflanzenarten: ein terminologischer reformversuch. *Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica*, Tilgmann, v. 72, p. 1–15, 1955.
- KONVICKA, M. et al. Smaller fields support more butterflies: comparing two neighbouring european countries with different socioeconomic heritage. *Journal of Insect Conservation*, Springer, v. 20, n. 6, p. 1113–1118, 2016.
- LEME, C. B. *Desenvolvimento e meio ambiente: Uma Avaliação das Políticas Públicas na Mesorregião Sudoeste do Paraná. Presidente Prudente - PR*. Tese de doutorado. UNESP - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2007.
- LIRA, P. K. et al. Land-use and land-cover change in atlantic forest landscapes. *Forest Ecology and Management*, Elsevier, v. 278, p. 80–89, 2012.
- MAACK, R. *Geografia física do Estado do Paraná*. 4. ed. [S.l.]: Editora UEPG, 2002.
- MAIROTA, P. et al. Using landscape structure to develop quantitative baselines for protected area monitoring. *Ecological indicators*, Elsevier, v. 33, p. 82–95, 2013.
- MAZOYER, M.; ROUDART, L. *História das agriculturas do mundo: do neolítico à crise contemporânea*. Brasília: Editora Unesp, 2008. ISBN 978-85-7139-994-5.
- MAZZA, C. A. S. *Caracterização ambiental da paisagem da Microrregião Colonial de Irati e zoneamento ambiental da Floresta Nacional de Irati*. Tese de doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos., 2006.
- MAZZA, M. *Comunicação particular sobre a organização fundiária das propriedades rurais inseridas na Reserva Biológica das Araucárias e Probio*. São Carlos, 2017. Comunicação particular.
- MCGARIGAL, K.; CUSHMAN, S. The gradient concept of landscape structure [chapter 12]. In: WIENS, J.; MOSS, M. (Ed.). *Issues and Perspectives in Landscape Ecology*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005, (Cambridge Studies in Landscape Ecology). ISBN 9780521537544.
- MEDEIROS, J. a. d. D. et al. Seleção de áreas para criação de unidades de conservação na floresta ombrófila mista. *Biotemas*, v. 18, n. 2, 2005. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/21411/19378>>. Acesso em: jan 2017.
- MELO, M. S. d. et al. Os Campos Gerais do Paraná. In: MELO, M. S. et al. (Ed.). *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007.
- MILLENNIUM, E. A. B. U.-W. et al. *Ecosystems and Human Well-Being: Biodiversity Synthesis*. [S.l.]: WRI, 2005.

- MMA. *Reconhecimento como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção"*. Brasília, 2014. Portaria n.º 443, de 17 de Dezembro de 2014, Diário Oficial da União n.º 245, quinta-feira, 18 de dezembro de 2014.
- MORAES, M. C. P. de et al. Protected areas and agricultural expansion: Biodiversity conservation versus economic growth in the southeast of Brazil. *Journal of Environmental Management*, Elsevier, v. 188, p. 73–84, 2017.
- MOREIRA, M. *Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação*. 4. ed. [S.l.]: UFV, 2011. 422 p.
- MORO, R. S.; CARMO, M. R. B. do. A vegetação campestre nos Campos Gerais. In: MELO, M. S. d.; MORO, R. S.; AES, G. B. G. (Ed.). *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007.
- NADER, H.; PALIS, J. Retrocessos da nova lei florestal: Uma carta aberta da sbpc e da abc para apoiar a análise do STF sobre as Adins. 2015.
- OKUYAMA, K. K. et al. Adequação de propriedades rurais ao código florestal brasileiro: estudo de caso no estado do Paraná. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, n. 9, p. 1015–1021, 2012.
- OLIVEIRA DE, S. N. et al. Deforestation analysis in protected areas and scenario simulation for structural corridors in the agricultural frontier of western Bahia, Brazil. *Land Use Policy*, Elsevier, v. 61, p. 40–52, 2017.
- OVERBECK, G. E. et al. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. *Diversity and Distributions*, Wiley Online Library, v. 21, n. 12, p. 1455–1460, 2015.
- OVIEDO-RONDÓN, E. O. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, p. 239–252, 2008.
- PALLIÈRE, J. L. *Descendo a Serra do Mar com tropas de erva mate*. Curitiba, sem data. Wikimedia Commons, gravura de João Leão Pallière (1823 - 1887) da obra de *Álbum de Cenas Americanas de 1864*. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Descendo_a_Serra_do_Mar_com_tropas_de_erva_mate_de_João_Leão_Pallière.jpg>. Acesso em: jan 2017.
- PARANÁ. *Lei Complementar nº. 59 - 1º de Outubro de 1991. Dispõe sobre a repartição do ICMS, a que alude o art. 2º da Lei nº 9.491, de 21 de dezembro de 1990, aos municípios com mananciais de abastecimento e unidades de conservação ambiental*. Curitiba, 1991. Diário Oficial do Estado do Paraná n.º. 3609 de 1º de Outubro de 1991.
- PARANÁ. *Programa Paraná 12 meses*. Curitiba, 1996. Disponível em: <<http://www.simep.seab.pr.gov.br/pr12meses/index.html>>. Acesso em: jan 2017.
- PARANÁ. *Instituído o Sistema de Manutenção, Recuperação e Proteção da Reserva Florestal Legal e Áreas de Preservação Permanente*. - SEMA. Curitiba, 1999. Decreto n.º 387 - 02 de Março de 1999, Diário Oficial do estado do Paraná n.º. 5446 de 3 de Março de 1999.

- PARANÁ. *Programa Paraná Biodiversidade*. Curitiba, 2003. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=37>>. Acesso em: jan 2017.
- PARANÁ. *SISLEG - Sistema de manutenção, recuperação e proteção da reserva florestal legal e áreas de preservação permanente*. Curitiba, 2004. Decreto n.º 3320, Diário Oficial do estado do Paraná n.º. 6769 de 12 de Julho de 2004.
- PARANÁ. *Lei 15.673 - 13 de Novembro de 2007. Dispõe que o Estado do Paraná reconhece os Faxinais e sua territorialidade, conforme específica*. Curitiba, 2007. Diário Oficial do Estado do Paraná n.º. 7597 de 13 de Novembro de 2007.
- PARANÁ. *Lei Complementar n.º. 170 - 31 de Março de 2014. Altera a Lei Complementar n.º 59, de 1º de outubro de 1991*. Curitiba, 2014. Diário Oficial do Estado do Paraná n.º. 9180 de 4 de Abril de 2014.
- PARELLADA, C. I. Arqueologia dos Campos Gerais. In: MELO, M. S. d.; MORO, R. S.; AES, G. B. G. (Ed.). *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007. p. 93–98.
- PERELLÓ, L. F. C. et al. Ecological, legal and methodological principles for planning buffer zones. *Natureza & Conservação*, v. 10, n. 1, p. 3–11, 2012.
- PILLAR, V. de P. Campos sulinos. In: PILLAR, V. de P. et al. (Ed.). *Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. [S.l.]: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Departamento de Conservação da Biodiversidade, 2009. ISBN 9788577381173.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. *Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras*. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, CNPS, 1995.
- RIBEIRO, D. *O povo brasileiro: A formação e o sentido do Brasil*. São Paulo: Global Editora, 2015. ISBN 9788526019645.
- RIBEIRO, M. C. et al. The brazilian atlantic forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? implications for conservation. *Biological conservation*, Elsevier, v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 2009.
- ROCHA, C. H.; WEIRICH NETO, P. H. Origens dos sistemas de produção e fragmentação da paisagem nos campos gerais. In: MELO, M. S. d.; MORO, R. S.; AES, G. B. G. (Ed.). *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007.
- RÜDISSER, J. et al. Distance to nature? a new biodiversity relevant environmental indicator set at the landscape level. *Ecological Indicators*, Elsevier, v. 15, n. 1, p. 208–216, 2012.
- SÁ, M. F. M. Solos dos campos gerais. In: MELO, M. S. d.; MORO, R. S.; AES, G. B. G. (Ed.). *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007.

- SAINT-HILAIRE, A. de; JUNQUEIRA, R. *Viagem a Curitiba e Província de Santa Catarina*. [S.l.]: Editora da Universidade São Paulo, 1978. 209 p. (Coleção Reconquista do Brasil).
- SANTOS, R. dos. *Planejamento ambiental: teoria e prática*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.
- SBCS. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. ISBN 9788585864194. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=X6RuGQAACAAJ>>.
- SCARIOT, E. C. et al. Connectivity dynamics of araucaria forest and grassland surrounding passo fundo national forest, southern brazil. *Natureza & Conservação*, Elsevier, v. 13, n. 1, p. 54–59, 2015.
- SCHERL, L. M. et al. As áreas protegidas podem contribuir para a redução da pobreza. *Oportunidades e limitações. Reino Unido: IUCN*, p. 60, 2006.
- SILVA. *O Código Florestal e a Ciência: Contribuições para o Diálogo*. 2. ed. São Paulo: SBPC, 2012. ISBN 978-85-86957-21-5. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/site/publicacoes/outras-publicacoes/CodigoFlorestal__2aed.pdf>.
- SOARES-FILHO, B. et al. Cracking brazil's forest code. *Science*, American Association for the Advancement of Science, v. 344, n. 6182, p. 363–364, 2014.
- SUKOPP, H. Wandel von flora und vegetation in mitteleuropa unter dem einfluß des menschen. *Ber. Landwirt*, v. 50, n. 1, p. 112–139, 1972.
- USGS. *U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey*. [S.l.], 2005. Banco de dados de imagens de satélite. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov>>. Acesso em: jan 2017.
- WACHOWICZ, R. *História do Paraná*. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010. ISBN 9788577981281.
- WALLACE, G. et al. Planejamento da ocupação do solo e regulamentação para o entorno de unidades de conservação: um estudo de marcos legais, melhores práticas e necessidades de capacitação no México e na América Central. *Natureza & Conservação*, v. 3, n. 2, p. 42–64, 2005.
- WINTER, S. Forest naturalness assessment as a component of biodiversity monitoring and conservation management. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, v. 85, n. 2, p. 293, 2012. Disponível em: <[+http://dx.doi.org/10.1093/forestry/cps004](http://dx.doi.org/10.1093/forestry/cps004)>.
- WU, J.; HOBBS, R. Key issues and research priorities in landscape ecology: An idiosyncratic synthesis. *Landscape Ecology*, v. 17, n. 4, p. 355–365, 2002. ISSN 1572-9761. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1023/A:1020561630963>>.
- YU, C. Sistema Faxinal: uma forma de organização camponesa em desagregação no centro-sul do Paraná. *Bol. Tec. IAPAR*, v. 22, p. 123, 1988.
- ZILLER, S. R.; GALVÃO, F. A degradação da espete gramíneo-lenhosa no Paraná por contaminação biológica de *Pinus elliotti* e *P. taeda*. *FLORESTA*, v. 32, n. 1, p. 41–47, 2002.

Índice Remissivo

- Abióticos
 - Aspectos, 16
- Agricultura
 - familiar, 40
 - em outros países, 40
- APP, 49
- Área plantada, 43
- Biocultural
 - Aspectos bioculturais, 9
- Buffer
 - zone, 1
- CAR
 - Cadastro Ambiental Rural, 49
 - Criação, 49
- Caracterização
 - Ambiental, 16
- Declividade, 21
- Determinantes
 - socioeconômicos, 41
- Dinâmica, 25
- Distance to Nature
 - Índice, 14
 - Resultados, 66
- Erosão, 19
- Faxinais, 29
- Fitogeografia, 23
- Fogo
 - Manejo pelo, 26
- Formações
 - Geológicas, 17
- Hemerobia
 - Reclassificação, 30
 - conceito, 3
- Hidrografia, 22
- Hipsometria, 20
- Impactos
 - dos sistemas de produção agrícola, 4
- Indicadores, 2
- Índice, 2
- Landsat, 12
 - consequências da resolução, 31
- Módulos Fiscais, 52
- Pequebas Propriedades, 35
- Políticas
 - Públicas, 46
- População, 37
 - Rural e Urbana, 39
- Produção
 - Agrícola, 43
 - de Erva-mate, 45
 - de Pinhão, 46
 - de soja, milho, etc, 43
 - Estratégias para, 47
- Queimadas, 26
- Questões
 - prioritárias na ecologia da paisagem, 2
- Relevo, 17
- Safrinha, 42
- Saint-Hilaire, 26
- SIG, 12
- Sistemas
 - de produção agrícola, 39
- Solo
 - Tipos de, 18
- Solos, 19
- Tamanho
 - das propriedades rurais, 41

Tropeirismo, 25

Variação

temporal de cultivares, 43

Zona

de amortecimento, 1

de entorno, 1