

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

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

EVOLUÇÃO DA PAISAGEM E CENÁRIOS
PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DO ENTORNO
DA FLORESTA NACIONAL DE PASSO FUNDO, MATO CASTELHANO, RS.

Eliziane Carla Scariot

São Carlos – SP
2014

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

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

EVOLUÇÃO DA PAISAGEM E CENÁRIOS
PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DO ENTORNO
DA FLORESTA NACIONAL DE PASSO FUNDO, MATO CASTELHANO, RS.

Doutoranda: Eliziane Carla Scariot
Orientador: Prof. Dr. José Eduardo dos Santos

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

São Carlos – SP
2014

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

S285ep Scariot, Eliziane Carla.
Evolução da paisagem e cenários para conservação da biodiversidade do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo, Mato Castelhana, RS / Eliziane Carla Scariot. -- São Carlos : UFSCar, 2014.
92 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2014.

1. Conservação. 2. Unidades de conservação. 3. Forças de mudança. 4. Fragmentação florestal. 5. Sustentabilidade ecológica. I. Título.

CDD: 574.5247 (20^a)

ELIZIANE CARLA SCARIOT

Tese apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovada em 13 de fevereiro de 2014

BANCA EXAMINADORA

Presidente



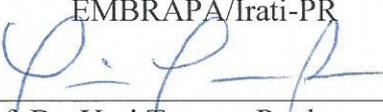
Prof. Dr. José Eduardo dos Santos
(Orientador)

1º Examinador



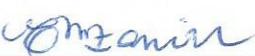
Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Mazza
EMBRAPA/Irati-PR

2º Examinador



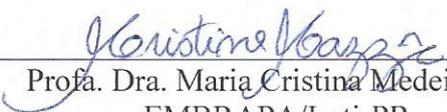
Prof. Dr. Yuri Tavares Rocha
USP/São Paulo-SP

3º Examinador



Profa. Dra. Elisabete Maria Zanin
URI/Erechim-RS

4º Examinador



Profa. Dra. Maria Cristina Medeiros Mazza
EMBRAPA/Irati-PR

*Dedico esta tese a minha família,
especialmente, aos meus queridos pais,
Diva e Altivir.*

Agradecimentos

Agradeço especialmente ao meu orientador José Eduardo dos Santos pela disponibilidade, paciência, conhecimentos compartilhados, amizade e, sobretudo, por sua constante presença em minha orientação, mesmo em momentos, em que sua ausência seria completamente compreensível. Muito obrigada Prof!

Ao Lapa, Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) por me acolher e disponibilizar recursos necessários para o desenvolvimento desse trabalho. Principalmente, pelas amigas e colegas, Angela, Rosely, Dayana, e as recentes integrantes do laboratório, Mayra e Imyra, que foram muito importantes para a realização e discussão das análises desta tese.

Ao LAGEPLAN (Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental da URI-Erechim), por disponibilizar recursos necessários para saídas de campo e pelo apoio técnico e disponibilidade do professor Vanderlei Secreti Decian e Ivan Rovani.

A indispensável ajuda nas saídas de campo ao entorno da Flona-PF e informações fornecidas pelo analista ambiental do ICMBio, Remi Osvino Weirich.

Aos Professores Luiz Eduardo Moschini e Luciano Lopes pela amizade e imensurável ajuda durante as análises e processamento das imagens, bem como, na discussão dos resultados da tese.

À Professora Elisabete Maria Zanin e ao Professor Ademir Reis por fazerem parte da minha formação acadêmica e me incentivarem a continuar esta caminhada.

Aos professores e funcionários do Curso de Gestão Ambiental (especialmente, Frederico Yuri, Érica, Sônia, Juliano, Adriana, Renata, Regina e Osmar) pela amizade, carinho e conselhos durante essa importante etapa.

Aos pesquisadores da Embrapa Florestas, Carlos Alberto da Silva Mazza e Maria Cristina Medeiros Mazza pelo exemplo de dedicação à pesquisa e conservação das Florestas

Nacionais.

Ao indispensável apoio, amor e carinho que recebi de toda minha família (mãe, pai, irmãos e sobrinhos, Silvana, Mariza, Catia, Beatriz, Lucas, Bruna, Mateus, Alana e Joana) e de meu namorado, Ricardo A. Angélico. Estiveram sempre presentes, incentivando-me, apoiando-me e renovando minhas energias, mesmo na existência de grandes distâncias. Merci beaucoup!

Às queridas amigas que conheci em São Carlos: Simoni, Josiane, Azize e Dayana pela amizade, companheirismo, ajuda e aos bons momentos vividos e que ainda virão.

Às amigas distantes, mas sempre presentes: Soane, Franciele (amiga de longa data, de campo e de tese), Roberta, Ana Flávia, Deisy, Luciane e Vera, meus agradecimentos pelo apoio, palavras de conforto e amizade sem fim.

À CAPES, pelo financiamento desta bolsa de pesquisa.

Todos foram de fundamental importância para a realização desta tese e para a formação do ser humano que sou hoje. Muito obrigada.

Resumo

Evolução da Paisagem e Cenários para Conservação da Biodiversidade do entorno da Flona de Passo Fundo, Mato Castelhana, RS

A investigação das mudanças no uso da terra como resultado da pressão dos processos antrópicos é uma abordagem metodológica fundamental para estabelecer correlações entre padrões espaciais e temporais e processos ecológicos da paisagem, sendo adequada para o manejo e gestão do entorno das áreas protegidas. O entorno das Unidades de Conservação (UCs) no Brasil necessita de medidas que complementem as estratégias de conservação adotadas, unicamente para os limites das UCs. O entorno ou as chamadas zonas de amortecimento das unidades de conservação ainda não tem recebido a atenção necessária para efetivar os objetivos da conservação *in situ*. O objetivo geral desta tese foi analisar e quantificar a dinâmica de uso e cobertura da terra, o processo de fragmentação dos habitats naturais, a sustentabilidade ecológica e a elaboração de cenários de conservação da biodiversidade da paisagem do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo, RS, no período de 1986 a 2011, a fim de gerar informações que contribuam para o manejo e implementação de medidas de conservação, do entorno desta UC. Foram realizados mapeamentos de uso e cobertura da terra, com base em imagens Landsat 5 de 12/09/1986; 9/08/1997 e de 01/09/2011, órbita 222, pontos 79 e 80. O mapeamento foi efetuado por classificação visual das imagens, em software Mapinfo 10.0. O processo de fragmentação dos habitats naturais em 1986, 1997 e 2011, foi analisado a partir da elaboração de mapas temáticos da vegetação natural do entorno da Flona-PF, e aplicação das seguintes métricas da paisagem, no software Fragstats 4.1: número de fragmentos, área média dos fragmentos, proporção de área natural na paisagem, maior mancha, graus de isolamento/conectividade e complexidade de formas. A sustentabilidade ecológica foi avaliada pelo uso de indicadores de naturalidade/urbanidade (IB), qualidade ambiental dos fragmentos de vegetação natural (IQA_{BIO}) e vulnerabilidade ambiental ($IVA-P$), cujas equações foram calculadas através do software Idrisi Selva. Com os indicadores de naturalidade e qualidade ambiental da vegetação natural foram selecionados os fragmentos da área em estudo com maior naturalidade e qualidade para o delineamento do cenário de conservação da biodiversidade do entorno da Flona-PF. Os resultados mostraram que as forças diretas e indiretas de mudanças que atuam sobre a paisagem são respectivamente, as atividades agropecuárias, urbanização e conflitos com a comunidade indígena local. De 1986 a 2011 houve uma redução das áreas ocupadas pelas atividades antrópicas e um aumento na proporção de áreas naturais. A área média dos fragmentos ou manchas de habitat natural aumentou e a distância de isolamento entre os fragmentos reduziu em 2011, em relação aos períodos anteriores (1986 e 1997). Todos os indicadores IB , IQA_{BIO} e $IVA-P$ sugerem que a Flona-PF e os fragmentos vizinhos e contínuos a mesma, são as áreas com maior qualidade ambiental, naturalidade e menor vulnerabilidade. A análise de vulnerabilidade ($IVA-P$) considerou somente as forças diretas de mudanças da paisagem, no entanto, forças indiretas, como a demanda por apropriação de território pela comunidade indígena local, poderá provocar mudanças na unidade de conservação, inclusive a alteração de sua categoria. Os resultados apontam um tendência para a redução das forças diretas de mudanças no entorno da Flona-PF no período de 1986 a 2011.

Palavras-chave: entorno de unidades de conservação; forças diretas e indiretas de mudanças; fragmentação; sustentabilidade ecológica.

Abstract

Landscape Evolution and Biodiversity Scenarios for the Passo Fundo National Forest Surrounding's, Mato Castelhana, RS.

The investigation of land use changes as a result of pressure from anthropogenic processes, is a tool for establishing correlations between spatial and temporal patterns and ecological processes of the landscape, being adequate for management of the surrounding protected areas. The Conservation Units surrounding's in Brazil require measures that complement conservation strategies adopted only for the limits of the protected areas. The buffer zones of conservation units surrounding has not yet received the attention needed to meet the objectives of in situ conservation. The general aim of this work was to analyze and quantify the land use dynamic and fragmentation process of natural vegetation, analyze the ecological sustainability and delineate scenarios for biodiversity conservation in the Passo Fundo National Forest surrounding, in the period 1986 to 2011, in order to generate information to management and implementation of conservation measures. Land use maps were made from Landsat image 5 of 12/09/1986, 08/09/1997 and 01/09/2011, orbit 222, 79 and 80 points. The mapping was done by visual classification in software Mapinfo 10.0. The natural vegetation fragmentation process in 1986, 1997 and 2011 was analyzed from the elaboration of thematic maps of natural vegetation, and application of the landscape metrics in software Fragstats 4.1 (number of fragments, mean area of the fragments, proportion of natural area in the landscape, and degrees of isolation /connectivity and complexity of shapes of the patches). Ecological sustainability was assessed by using naturalness / urbanity (*IB*), environmental quality of fragments of natural vegetation (*IQABIO*) and environmental vulnerability (*VAT-P*) indicators, whose equations were calculated using the Idrisi software Selva. With environmental quality and naturalness and natural vegetation indicators were selected fragments of the study area with higher naturalness and quality to delineate a biodiversity conservation scenario for the Flona-PF surrounding. The results showed that the direct and indirect drivers of landscape change are respectively the agricultural activities, urbanization and conflict with the local indigenous community. From 1986 to 2011 there was a reduction in the areas occupied by human activities and an increase in the proportion of natural areas. The average size of fragments or patches of natural vegetation increased, and the isolation distance between the fragments decreased in 2011, compared to previous periods (1986 and 1997). The indicators (*IB*, *IQABIO* and *VAT-P*) pointed Flona-PF and neighboring fragments as the areas with higher environmental quality, naturalness and less vulnerability. However, the vulnerability analysis (*VAT-P*) take into account only the direct forces changes of landscape changes disregarding the indirect forces as the demand of land by the local indigenous community, which can cause changes in this conservation area, including change of category. The results show a tendency to decrease the direct forces of landscape change for the Flona-PF surrounding during 1986 to 2011.

Keywords: surrounding protected areas; direct and indirect drivers of landscape change; fragmentation; ecological sustainability.

Lista de Figuras

1.1	Localização geográfica da área de estudo contemplando a Flona de Passo Fundo e do seu entorno, envolvendo os limites territoriais dos municípios de Mato Castelhana, Passo Fundo, Gentil, Marau, Vila Lângaro, Coxilha e Água Santa. . . .	18
1.2	Carta temática dos tipos de Fitofisionomias do Estado do Rio Grande do Sul. Adaptada de RADAMBRASIL - IBGE, (2004).	19
2.1	Localização geográfica da área de estudo contemplando a Flona de Passo Fundo e os limites territoriais dos municípios de Mato Castelhana, Passo Fundo, Gentil, Marau, Vila Lângaro, Coxilha e Água Santa.	29
2.2	Carta Hipsométrica do entorno da Flona de Passo Fundo, RS, com as classes de altimetria e respectivos percentuais de área.	32
2.3	Carta temática de declividade do entorno da Flona de Passo Fundo (RS), com as classes de declividade e respectivos percentuais de área.	33
2.4	Carta temática dos limites das bacias hidrográficas (A) e da rede hidrográfica do entorno da Flona de Passo Fundo, RS, com destaque aos Rios e Lagos Perenes e as Barragens (B).	34
2.5	Cartas temáticas do uso e cobertura da terra do entorno da Flona de Passo Fundo, RS, para os anos de 1986 (A), 1997 (B), 2011(C). A representação das cores dos usos da terra seguem orientações do Manual Técnico de Classificação de Uso da Terra do IBGE (2006).	36
2.6	Classificação dos tipos de ecossistemas da paisagem do entorno da Flona-PF, com base na dinâmica de uso da terra para os anos de 1986, 1997 e 2011. Adaptado de Haber (1994).	37
2.7	Tipos e área (%) das principais atividades agropecuárias desenvolvidas no entorno da Flona-PF (RS). Dados obtidos do Censo Agropecuário de 2006 (SIDRA, 2013).	39
2.8	Área dos estabelecimentos agropecuários destinados à agricultura familiar e não familiar no entorno da Flona-PF, RS. Dados obtidos do Censo Agropecuário (2006) SIDRA (2013).	40
2.9	Percentual de áreas ocupadas pelos ecossistemas antropogênicos, representando as forças diretas de mudanças (agricultura/pastagem, solo exposto e silvicultura), e pelos ecossistemas naturais (Floresta Ombrófila Mista, Várzeas e campos), nos anos de 1986, 1997 e 2011.	41
2.10	Número de habitantes nas zonas urbanas e rurais dos sete municípios do entorno da Flona-PF, RS, para os anos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010. Dados obtidos do Censo demográfico de 2010 (SIDRA, 2012).	42
2.11	Uso da terra indígena carreteiro para os anos de 1986, 1997 e 2011.	44

3.1	Localização da área de estudo contemplando a Floresta Nacional de Passo Fundo, RS, e dos limites territoriais dos municípios que integram seu entorno.	54
3.2	Percentuais do número e da área dos fragmentos de vegetação natural do entorno da Flona-PF (Mato Castelhana, RS), para os anos de 1986 (A), 1997(B) e 2011(C).	56
3.3	Fragmentos de vegetação natural e classes de intervalos de distâncias entre os mesmos para o entorno da Flona-PF (Mato Castelhana, RS) para o ano de 1986 (A), 1997 (B) e 2011 (C).	58
3.4	Percentual do número e área dos fragmentos de vegetação natural, em relação aos diferentes intervalos do Índice de Forma, para o entorno da Flona-PF (Mato Castelhana, RS) para os anos de 1986(A), 1997(B) e 2011(C).	59
4.1	Localização geográfica da Floresta Nacional de Passo Fundo, RS e de seu entorno – Área de estudo.	72
4.2	Índice de Naturalidade/Urbanidade (UB) do entorno da Flona-PF para os anos de 1986 (A), 1997 (B) e 2011 (C). A legenda na parte esquerda inferior das figuras representa o grau de urbanidade máxima (1) e mínima (0), em relação à extensão pela qual a paisagem vem sendo ocupada pelos sistemas antrópicos, indicando a perda de naturalidade da paisagem. Distribuição da frequência de pixels nos intervalos de classes do índice de naturalidade/urbanidade para o entorno da Flona- PF, para 1986 (D), 1997 (E) e 2011 (F).	76
4.3	Índice de Qualidade Ambiental da Vegetação Natural (<i>IQABIO</i>) do entorno da Flona – PF para os anos de 1986 (A), 1997 (B) e 2011 (C). A legenda no canto esquerdo inferior das figuras representa o grau de Qualidade Ambiental máxima (1) e mínima (0) dos fragmentos. Distribuição da frequência de pixels dos intervalos do <i>IQABIO</i> para o entorno da Flona- PF, nos anos de 1986 (D), 1997 (E) e 2011 (F).	79
4.4	Índice de Vulnerabilidade Ambiental da Paisagem (<i>IVA-P</i>) do entorno da Flona-PF para os anos de 1986 (A), 1997 (B) e 2011 (C). A legenda no canto esquerdo inferior das figuras representa o grau de Vulnerabilidade Ambiental máxima (1) e mínima (0). Distribuição da frequência de pixels nos intervalos do índice Vulnerabilidade Ambiental da Paisagem para o entorno da Flona- PF, para os anos 1986 (D), 1997 (E) e 2011 (F).	80
4.5	A) Índice de vulnerabilidade Ambiental da paisagem do entorno da Flona-PF, no ano de 2011; B) Detalhe do índice de vulnerabilidade próximo a Barragem do Capinguí (corpo hídrico); C e D) Imagens das atividades agrícolas no entorno da Barragem do Capinguí para o ano de 2011. Foto C: Fotografia aérea concedida pela administração da Flona - PF; Foto D fotografada por SCARIOT, E. C. 2011	82
4.6	Índice de Naturalidade/Urbanidade com destaque dos fragmentos com maior naturalidade para os anos de 1986 (A), 1997 (B) e 2011 (C), do entorno da Flona-PF. Índice de Qualidade Ambiental da Vegetação Natural com destaque aos fragmentos com qualidade ambiental máxima para os anos de 1986 (D), 1997 (E) e 2011 (F), do entorno da Flona-PF.	83
4.7	Delineamento do cenário potencial para a conservação da biodiversidade do entorno da Flona-PF para o ano de 2011.	85
5.1	Projeções das forças diretas e indiretas de mudanças na paisagem do entorno da Flona de Passo Fundo, RS.	91

Lista de Tabelas

- 1.1 Área (ha) dos limites territoriais dos municípios do entorno da Flona de Passo Fundo e área total da unidade de gerenciamento da paisagem desta pesquisa. . . 17
- 2.1 Classes de ecossistemas e tipos de uso e cobertura da terra (2º nível hierárquico) do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo (RS), e suas respectivas áreas (ha e %), para os anos de 1986, 1997 e 2011. 38
- 3.1 Classes de intervalos de distâncias entre os fragmentos de vegetação natural (% de número e área) para o entorno da Flona-PF (Mato Castelhano, RS), para os anos de 1986, 1997 e 2011. 57

Sumário

1	Introdução geral	13
1.1	Objetivos e estrutura da tese	15
1.1.1	Estrutura da tese	15
1.2	Caracterização da área de estudo	16
1.2.1	Floresta Nacional de Passo Fundo	16
1.2.2	Área de estudo – Entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo	17
1.3	Referências	21
2	Análise ambiental e dinâmica de uso da terra do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo, RS	24
2.1	Introdução	27
2.2	Materiais e métodos	29
2.2.1	Área de estudo	29
2.2.2	Análise ambiental	30
2.2.3	Dinâmica de uso e cobertura da terra	31
2.3	Resultados obtidos	32
2.3.1	Análise ambiental	32
2.3.2	Dinâmica de uso e cobertura da terra	35
2.4	Conclusões	45
2.5	Referências	46
3	Análise espaço-temporal da fragmentação da vegetação natural do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo, RS	49
3.1	Introdução	52
3.2	Materiais e métodos	53
3.2.1	Área de estudo	53
3.2.2	Procedimentos	54
3.3	Resultados	55
3.3.1	Análise da fragmentação da paisagem de 1986 a 2011	55
3.3.2	Grau e espacialização do isolamento dos fragmentos	55
3.3.3	Complexidade de forma dos fragmentos de vegetação	59
3.4	Discussão	59
3.5	Conclusões	62
3.6	Referências	62

4	Indicadores de sustentabilidade ecológica do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo, RS	66
4.1	Introdução	69
4.2	Materiais e métodos	72
4.2.1	Área de estudo	72
4.2.2	Procedimentos	73
4.3	Resultados e discussão	75
4.3.1	Índices de naturalidade/urbanidade, de qualidade ambiental da vegetação natural e da vulnerabilidade ambiental da paisagem	75
4.3.2	Cenários para conservação da biodiversidade do entorno da Flona-PF	82
4.4	Conclusões	86
4.5	Referências	87
5	Considerações finais	89
Anexo A		
A	Nota técnica	94

Introdução geral

As Unidades de Conservação (UCs) brasileiras foram criadas com o objetivo de conservar os recursos naturais, de evitar a perda de biodiversidade e de garantir a sua manutenção em longo prazo. No entanto, em sua maioria, as UCs apresentam-se isoladas em paisagens fragmentadas, e submetidas a uma série de riscos ambientais decorrentes das atividades antrópicas do seu entorno.

Muitos países considerados desenvolvidos já incorporaram a estratégia da conservação *in situ*, por intermédio da criação de parques e outras áreas protegidas, que são inquestionavelmente, populares e efetivos quanto aos seus objetivos. Na maioria dos países em desenvolvimento, a implementação das UCs ainda depende de ampla discussão com as comunidades locais para que estas compreendam a importância das UCs, não apenas em termos de proteção da biodiversidade, mas também como oportunidade de proporcionar serviços ecossistêmicos ao bem-estar humano.

O Estado do Rio Grande do Sul apresenta, aproximadamente, 2,77% do seu território ocupado por UCs federais e estaduais. Deste percentual, 75% são UCs de uso sustentável e 25% de proteção integral, estando muito aquém da situação ideal (DUARTE, 2008).

Com a criação das UCs categorizadas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC - Lei 9.985 de 18 de julho de 2000), surgem as propostas de criação das Zonas de Amortecimento (ZAs), aplicadas ao entorno das áreas protegidas (art. 2º, XVIII, SNUC), e de criação de corredores ecológicos (artigo 2º, XIX, SNUC). Ambas as propostas têm a finalidade de garantir a conectividade entre os ecossistemas, constituir mecanismos adicionais de proteção que ofereçam uma adequada sustentação às UCs e permitam a manutenção dos processos ecológicos, do fluxo de espécies e genes, além de protegerem a

área dos efeitos negativos das intervenções humanas (BRASIL, 2004).

Apesar desta exigência legal e da sugestão de muitos pesquisadores para a criação de ZAs, pouca atenção tem sido direcionada ao planejamento e manejo das mesmas, como também para a condição do entorno das UCs na conservação da biodiversidade (TAMBOSI, 2008; PERELLÓ, et al., 2012). No Brasil, faltam diretrizes e regulamentos específicos para estabelecer os limites às ZAs, bem como, para a inclusão dessas áreas nas políticas de conservação da biodiversidade (KINOUCI, 2010). Em geral, a delimitação das ZAs está baseada em critérios arbitrários e aleatórios e não relacionados às peculiaridades de cada área protegida.

As ZAs exercem importante função para as UCs, tais como, a amenização das interferências antrópicas, a exploração dos recursos hídricos e de alimentos (PERELLÓ et al., 2012), e barreiras ao estabelecimento de espécies exóticas contaminantes (NAIMAN et al., 1993; SCHULTZ et al., 1997). As ZAs também podem representar corredores que conectam a área protegida a outros fragmentos, reduzindo os efeitos do isolamento entre populações (HENRY et al., 1999), conservando habitats ou espécies que não estão inseridos nas UCs (EBREGT e GREVE, 2000). Além disso, melhoram a capacidade de fornecimento dos serviços ecossistêmicos como, por exemplo, a manutenção da qualidade da água (NORDSTROM e HOTTA, 2004; LEE et al., 2003).

Para estabelecer e implementar medidas de conservação no entorno das áreas protegidas é necessário conhecer, inicialmente, a condição atual da paisagem, o seu histórico de uso e ocupação e as forças diretas e indiretas, que agem e modificam esse entorno. Identificar e compreender as mudanças nos padrões dos ecossistemas ao longo da evolução espacial e temporal do uso da terra são abordagens utilizadas para compreender e estabelecer uma correlação entre os padrões e processos da paisagem (RENETZEDER et al., 2010).

Indicadores de sustentabilidade ecológica baseados em informações estruturais e temporais da paisagem, assim como, parâmetros sobre composição e disposição dos elementos da paisagem, sobretudo dos remanescentes de habitats naturais são fundamentais para a gestão e manejo do entorno das UCs. O estabelecimento e interpretação de indicadores e parâmetros estruturais facilitam o monitoramento das interações entre os sistemas antrópicos e naturais (simplificação), permitindo a obtenção de dados (quantificação) que detectem e informem a condição atual e histórica dessas interações (comunicação) (HABERL e SCHANDL, 1998).

1.1. Objetivos e estrutura da tese

Esta pesquisa teve como objetivo gerar informações que contribuam para o manejo e implementação de medidas de conservação do entorno da Unidade de Conservação de Uso Sustentável – Floresta Nacional de Passo Fundo (Flona-PF), localizada no Planalto Médio do Rio Grande do Sul. Neste contexto, foi analisada e quantificada a dinâmica de uso e cobertura da terra, no período de 1986 a 2011, bem como, analisado o processo de fragmentação dos habitats naturais e a sustentabilidade ecológica da paisagem do entorno da Flona-PF.

A presente pesquisa está integrada a um projeto de pesquisa mais abrangente, denominado “*Rede Conservabio*” (Rede para a conservação da biodiversidade e valoração dos produtos da Floresta com Araucária - Conservabio II, no qual o entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo (Fundo-PF) (RS), juntamente com os das Flonas de Irati (PR) e de Três Barras (SC), compreendem unidades de gerenciamento da paisagem para a geração de pesquisas integradas para a conservação, uso e manejo sustentável das Florestas Nacionais (Flonas), contribuindo para formação de uma base organizacional e de pesquisa em rede. Os resultados obtidos para cada Flona e seus respectivos entornos, em cada estado, possibilitarão a difusão das experiências a serem aplicadas para outros territórios, além de consolidar métodos, procedimentos e políticas públicas voltadas para a conservação da biodiversidade.

1.1.1. Estrutura da tese

A tese foi estruturada em artigos científicos independentes, cada qual com uma introdução ao assunto abordado, descrição da metodologia adotada, discussão dos resultados obtidos e respectivas conclusões. Esses artigos são antecidos por uma introdução geral, que elucida as contribuições desta pesquisa e apresenta a área de estudo. Após os artigos, são apresentadas as considerações finais dos principais resultados da tese, bem como, possibilidades para futuros trabalhos.

O artigo, “**Análise ambiental e dinâmica de uso da terra do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo (RS)**” contempla a análise ambiental e a dinâmica de uso e cobertura da terra do entorno da Flona-PF, com o objetivo de identificar e quantificar as alterações do uso da terra, no período de 1986 a 2011, classificando os tipos de ecossistemas e as forças, diretas e indiretas, que determinaram as características da paisagem em estudo.

O artigo, “**Análise Espaço-Temporal da Fragmentação da Vegetação Natu-**

ral do Entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo”, contempla a análise da fragmentação das áreas naturais da Flona-PF e seu entorno, no período de 1986 a 2011, com base em métricas do grau de fragmentação, de isolamento e de complexidade de formas das manchas de habitats naturais da paisagem. Esta análise visa a compreensão do processo de fragmentação do entorno da Flona-PF e o apoio às estratégias de manejo que garantam a conservação da biodiversidade local e a conectividade estrutural entre os remanescentes de vegetação natural e a UC.

O artigo, “**Indicadores de Sustentabilidade Ecológica do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo (RS)**” abrange a identificação e análise das condições de naturalidade, da qualidade ambiental dos habitats naturais e da vulnerabilidade ecológica da paisagem, do entorno da Flona-PF, entre os anos de 1986 e 2011, com a finalidade de discutir a sua sustentabilidade ecológica e elaborar cenários de conservação da biodiversidade.

1.2. Caracterização da área de estudo

1.2.1. Floresta Nacional de Passo Fundo

A Flona-PF é uma UC de uso sustentável, e está localizada no município de Mato Castelhano, RS, Planalto Médio do Rio Grande do Sul.

O histórico de criação da Flona-PF remete ao ano de 1940, quando as primeiras glebas de terras foram adquiridas pelo Governo Federal, na região de ocorrência natural da espécie *Araucaria angustifolia*, com o objetivo de estudar o crescimento e o comportamento dessa espécie sob diferentes condições silviculturais. Com base neste objetivo, criou-se em dezembro de 1946, o Parque Florestal Segadas Viena, onde se iniciaram os plantios de araucária, que já era explorada em alta escala e representava um dos principais produtos de exportação do país. Em 1960, foram introduzidas espécies do gênero *Pinus* com o propósito de testar a procedência e tratos silviculturais e suprir a necessidade de madeira especialmente, nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (ICMBio, 2011).

O Parque Florestal Segadas Viena foi administrado até 1967 pelo Instituto Nacional do Pinho – INP e depois pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF, quando recebeu a denominação de Floresta Nacional (Portaria n° 61, de 25 de outubro de 1968). Em 1989, a Unidade passa a ser administrada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Em 2007, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) assumiu a Gestão das Unidades de Conservação Federais (ICMBio, 2011).

Tabela 1.1.: Área (ha) dos limites territoriais dos municípios do entorno da Flona de Passo Fundo e área total da unidade de gerenciamento da paisagem desta pesquisa.

Municípios	Área total (ha)
Passo Fundo	78.371,10
Marau	65.205,28
Mato Castelhana	23.863,61
Vila Lângaro	15.246,61
Água Santa	29.232,18
Gentil	18.376,58
Coxilha	42.388,94
Total da extensão da área de estudo	272.684,30

A partir da criação do SNUC e da gestão, primeiramente pelo IBAMA e atualmente, pelo ICMBio, a Flona-PF passa a ter uma nova finalidade, relacionada muito mais com o desenvolvimento de práticas de conservação e valoração da biodiversidade natural, do que apenas o desenvolvimento de técnicas silviculturais para produção de madeira, por meio espécies arbóreas nativas e exóticas. Além disso, a gestão das UCs de uso sustentável e de proteção integral passa a contemplar e considerar o entorno das UCs nas atividades de gestão das áreas protegidas (BRASIL, 2000).

1.2.2. Área de estudo – Entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo

Esta pesquisa está cadastrada no Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO, número 40541-2, conforme instrução normativa IBAMA nº 154, de 1º de março de 2007, artigo 3º, item VI (realização de pesquisa em unidade de conservação federal ou em cavidade natural subterrânea).

A área de estudo desta pesquisa abrange os limites territoriais dos municípios do entorno da Flona-PF que são: Mato Castelhana, Passo Fundo, Gentil, Marau, Vila Lângaro, Coxilha e Água Santa (**Figura 1.1**). Os limites municipais apresentados na **Figura 1.1**, cujas áreas estão listadas na (**Tabela 1.1**), serão tratados nesta pesquisa como uma unidade de gerenciamento da paisagem, sem a análise em escala municipal.

A área de estudo desta pesquisa esta inserida dentro do domínio morfoclimático das Araucárias, que abrange o sul paulista até o norte gaúcho (AB' SÁBER, 2003). O entorno da Flona-PF caracteriza-se como uma região de transição, tanto em termos geomorfológicos quanto fitofisionômicos. É composto por duas fitofisionomias: Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária - altamontana), ocupando maior extensão, e a Estepe (Campos do Sul do Brasil, gramíneo lenhosa - campestre com floresta de galeria),

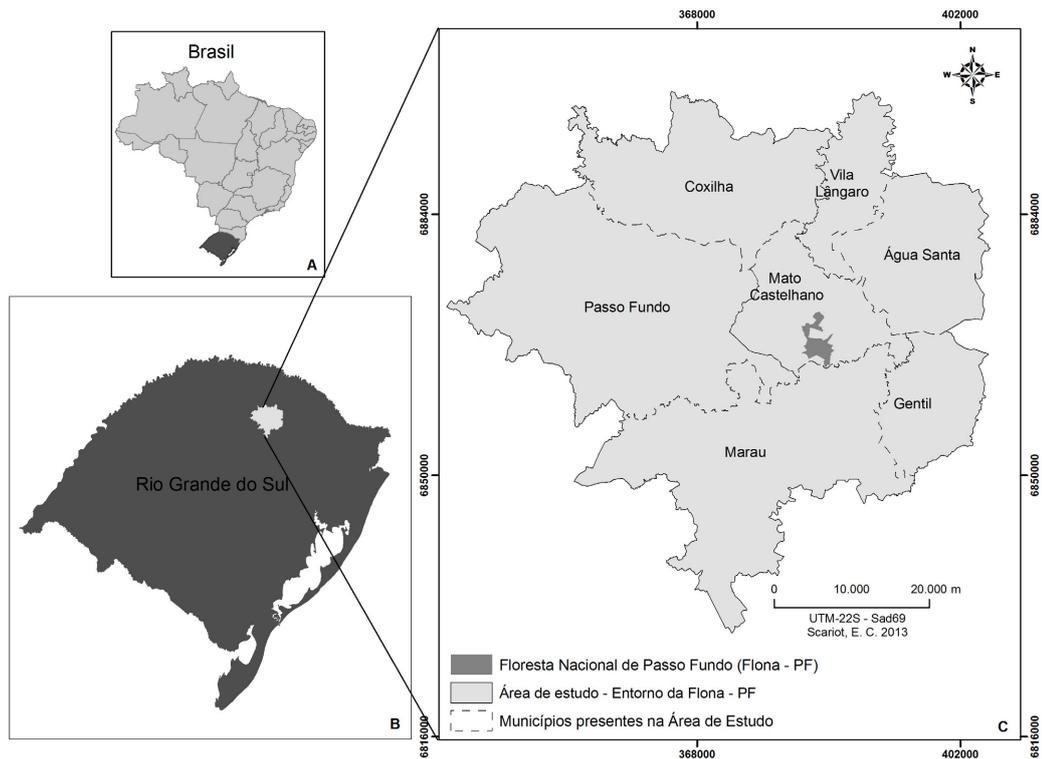


Figura 1.1.: Localização geográfica da área de estudo contemplando a Flona de Passo Fundo e do seu entorno, envolvendo os limites territoriais dos municípios de Mato Castelhana, Passo Fundo, Gentil, Marau, Vila Lângaro, Coxilha e Água Santa.

situada principalmente, na região noroeste da área de estudo, nos municípios de Passo Fundo e Coxilha (IBGE, 2004) (**Figura 1.2**).

O termo Estepe, bem como, os termos, Pampa e Savana, são considerados inapropriados para descrever os Campos do Sul do Brasil (OVERBECK et al., 2009). Os autores afirmam que Estepes são usualmente consideradas como campos semi-áridos sob um clima temperado frio, tais como as pradarias de gramíneas baixas e altas da América do Norte e os campos da Eurásia. Nestas regiões, a baixa precipitação, em geral menor que 250 mm durante a estação quente, restringe o desenvolvimento de vegetação florestal, o que claramente não é o caso no sul do Brasil (OVERBECK et al., 2009). O termo Pampa também é considerado inadequado, pois é usualmente associado com os campos ao sul do Rio da Prata (SORIANO, et al., 1992), sendo distinto da flora dos campos, presente em porções do sul do Brasil. As Savanas, geralmente são definidas como um tipo de vegetação que possui um misto de formas de vida herbácea e lenhosa, em estratos distintos, que ocorre em regiões tropicais, com precipitação sazonal (WALKER, 2001). No Brasil, o termo Savana é aplicável para a vegetação de Cerrado (OVERBECK et al., 2009).

Estudos botânicos e fitogeográficos clássicos de Lindman (1906), Rambo (1956) e trabalhos mais recentes sobre vegetação campestre no Sul do Brasil, como os de Boldrini

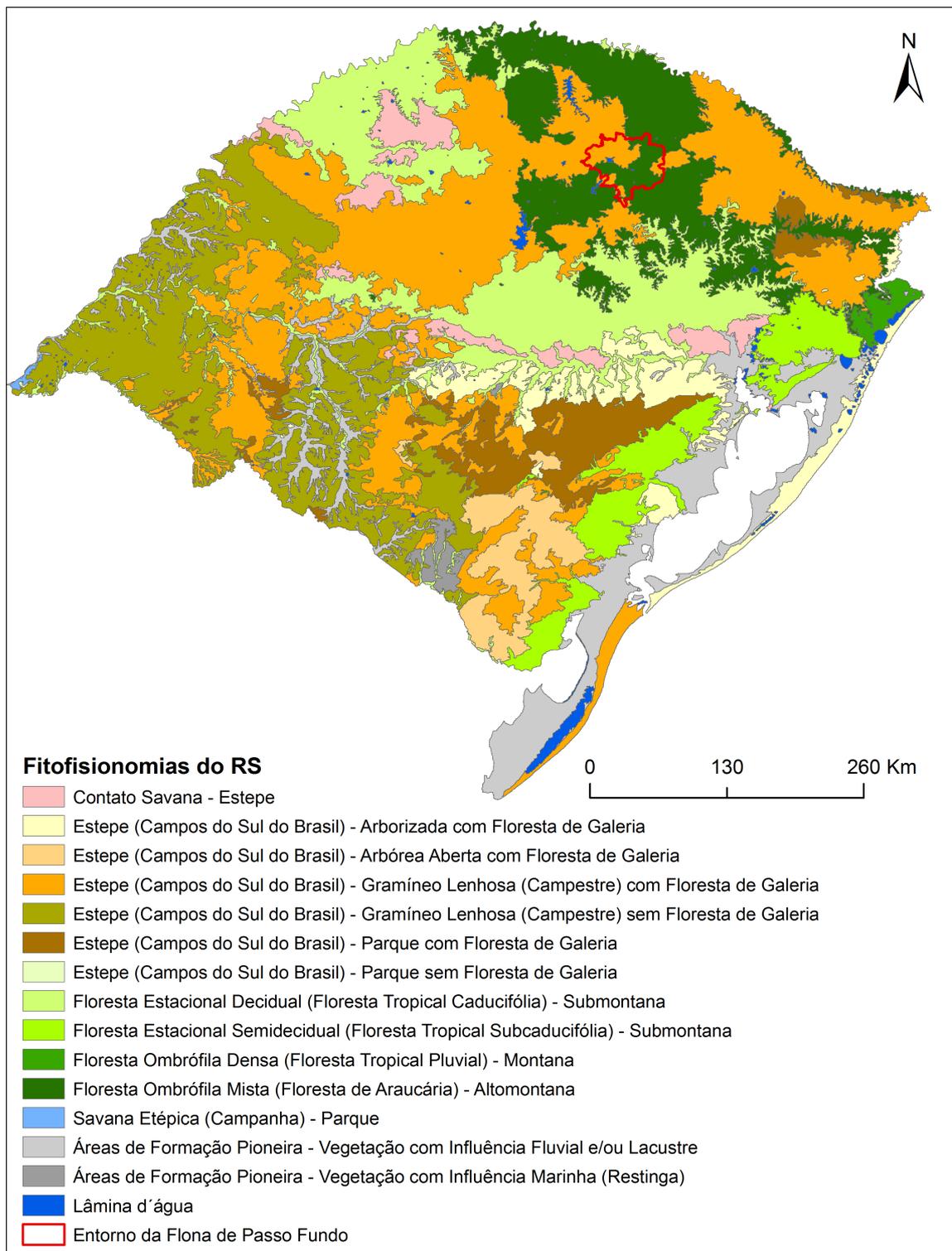


Figura 1.2.: Carta temática dos tipos de Fitofisionomias do Estado do Rio Grande do Sul. Adaptada de RADAMBRASIL - IBGE, (2004).

(1997), Pillar e Quadros (1997) e Overbeck e Pfadenhauer (2007), embora sem objetivos de classificação, referem-se a estas formações campestres unicamente, como Campos (OVERBECK et al., 2009), termo este, adotado no escopo deste trabalho.

A flora da fitofisionomia Campos do Sul do Brasil é caracterizada por um grande número de espécies da família Asteraceae (24%), seguida pelas gramíneas (Poaceae) com 20% e famílias com ocorrências menores que 7%, como Leguminosae e Cyperaceae, e 3% em Apiaceae. Outras famílias correspondem a 39% das espécies (BOLDRINI et al., 2009). Entre as Poaceae destacam-se, na fisionomia dos campos bem drenados, *Andropogon lateralis* Ness, *Axonopus siccus* (Nees) Kuhl., *Paspalum maculosum* Trin., *Schizachyrium tenerum* Ness e *S. spicatum* (Spreng.) Herter. Nos campos mal drenados, salientam-se *Andropogon macrothrix* Trin. e *Paspalum pumilum* Ness. Entre as espécies da família Astereaceae ocorrem: *Acmella bellidoides* (Smith in Rees) R.K. Jansen, *Baccharis milleflora* (Less.) DC., *B. trimera* (Less.) DC., *B. uncinella* DC., *Calea phyllolepis* Baker, *Eupatorium bupleurifolium* DC., *Eupatorium tanacetifolium* Gill. ex Hook. & Arn., *Hieracium commersonii* Monnier, *Hypochaeris lutea* (Vell.) Britton, *Holocheilus monocephalus* C.A.Mondin, *Mikania decumbens* Malme (BOLDRINI et al., 2009).

A fitofisionomia de Floresta Ombrófila Mista era caracterizada originalmente, pelo domínio da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, no estrato superior da floresta. De acordo com o Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul, as espécies comumente encontradas no sub-bosque da *Araucaria angustifolia* são: casca-d'anta (*Drimys brasiliensis* Miers), erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire), caúna (*Ilex dumosa* Reissek), guamirim (*Myrcia bombycina* O.Berg), aroeiras (*Schinus spp.*), bugreiro (*Lithraea brasiliensis* Marchand), branquilho (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. & Downs), fumo-bravo (*Solanum erianthum* D. Don ou *Solanum mauritianum* Scop.), mamica-de-cadela (*Zanthoxylum rhoifolium* Lam.), pessegueiro-bravo (*Prunus sellowii* Koehne ou *Prunus myrtifolia* (L.) Urb.), cambuí (*Myrceugenia sp.*), canela-lageana (*Ocotea pulchella* (Nees) Mez), camboatá (*Matayba elaeagnoides* Radlk), guaçatunga (*Casearia decandra* Jacq.), guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* O.Berg), pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart. & Zucc.), entre outras (SEMA, 2013).

Dois regiões geomorfológicas são identificadas na área de estudo: Planalto das Araucárias e Planalto das Missões, ambas inseridas no Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares, conforme a Carta Temática de Geomorfologia desenvolvida pelo IBGE (2003). O Planalto das Missões caracteriza-se por formas de relevo homogêneas, representadas por colinas suaves e arredondadas também chamadas de coxilhas. O Planalto das Araucárias caracteriza-se por formas de relevo amplas e aplainadas (IBGE, 2003).

O clima da área de estudo, segundo a classificação de Köppen, é classificado como climático Cfa. De acordo com o Atlas Eólico do Rio Grande do Sul, as temperaturas médias anuais variam entre 16 e 18°C e as temperaturas mais frias, nos meses de inverno,

variam entre 3 graus negativos a 10°C (SEMC, 2002).

Os tipos de solos que ocorrem na área são Latossolo Vermelho Distrófico e alumínico, Nitossolo Vermelho distrófico e Neossolo Regolítico Eutrófico (STRECK et al., 2000). Os Latossolos Vermelhos, principalmente os Distróficos apresentam elevado potencial agrícola, sendo responsáveis por grande parcela da produção agrícola nacional, sobretudo uma grande variedade de grãos na Região Sul (IBGE, 2007).

O Nitossolo Vermelho distrófico é considerado solo de Terras Roxas Estruturadas e de Terras Roxas Estruturadas Similares. Ocorre praticamente em todo o território nacional, sendo muito expressivo em terras da Bacia Platina que se estende desde o estado do Rio Grande do Sul até o de Goiás. Têm textura argilosa ou muito argilosa e a diferença textural é inexpressiva. São em geral, moderadamente ácidos a ácidos, com saturação por bases baixa a alta (IBGE, 2007).

O Neossolo Regolítico Eutrófico consiste em solos constituídos por material mineral ou material orgânico pouco espesso (menos de 30 cm de espessura), sem apresentar qualquer tipo de horizonte B. Congregam solos profundos e arenosos com presença considerável de minerais primários de fácil intemperização. Ocorre em praticamente todas as regiões do país, embora sem constituir representatividade espacial expressiva, ou seja, ocorrem de forma dispersa em ambientes específicos como, por exemplo, margens de córregos ou em relevos muito acidentados (IBGE, 2007).

1.3. Referências

BRASIL. Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. **Texto da Lei 9985 de 18 de julho de 2000 e vetos da Presidência da República ao PL aprovado pelo Congresso Nacional e Decreto Nº 4.340, de 22 de agosto de 2000.** Brasília: MMA. 2004. 56 p.

BOLDRINI, I. B. et al. A flora dos Campos do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, VALÉRIO DE PATTA. et al. (Editores) **Campos Sulinos-conservação e uso sustentável da biodiversidade.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 63-77.

BOLDRINI, I. O. B. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociências – UFRGS**, v. 56, p. 1-39, 1997.

EBREGT, A. ; GREVE, P. **Buffer zones and their management: Policy and Best Practices for Terrestrial Ecosystems in Developing Countries.** Wageningen: International Agricultural Centre, National Reference Centre for Nature Management - EC-LNV, International Agricultural Centre - IAC. Theme Studies Series 5. Forests, Fo-

restry and Biological Diversity Support Group. 2000. 64 p.

HABERL H; SCHANDL H. Indicators for Sustainable Land Use. In: **38th Congress of European Regional Science Association (ERSA)**, 28 August a 1 September 1998, Vienna, Austria.

HASENACK, H.; WEBER, E. (org). **Base Cartográfica Vetorial contínua do Rio Grande do Sul – escala 1:50.000**. Porto Alegre, UFRGS-IB-Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM (Série Geoprocessamento 3).

HENRY, A. C. et al. Conservation corridors in the United States: Benefits and planning guidelines. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.54, n.4, p. 645-650. 1999.

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Passo Fundo - Resumo Executivo**. Florianópolis. 2011. 47 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil**. 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: abril de 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Geomorfologia do Brasil**. Rio Grande do Sul, Carta Passo Fundo (SH.22-V-B) na escala 1:250.000. 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia**. Ed.2: Rio de Janeiro, RJ. 2007.

KINOUCI, Marcelo. R. 2010. **Da proximidade à vizinhança: desenho e gestão das zonas de amortecimento em unidades de conservação**. 2010. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, SP, 2010.

LEE K. H. et al. Sediment and nutrient removal in an established multi-species riparian buffer. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.58, n.1, p.1-10, 2003.

LINDMAN, C. A. M. **A Vegetação no Rio Grande do Sul**. EDUSP/Itatiaia, São Paulo/Belo Horizonte. 1906.

NAIMAN R. L. et al. The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. **Ecological Applications**, v.3, p. 209-212, 1993. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2307/1941822>. Acesso em: maio de 2011.

NORDSTROM K.F. e HOTTA S, Wind erosion from cropland in the USA: a review of problems, solutions and prospects. **Geoderma**, 2004. Disponível em: <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&zpsidt=15924665>. Acesso em: junho de 2011.

OVERBECK, G. E. et al. Os Campos Sulinos: um bioma negligenciado. In: PILLAR, V DE P, et al. (Ed) **Campos Sulinos-conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. 403 p.

OVERBECK G. E. e PFADENHAUER J. Adaptive strategies in burned subtropical grassland in southern Brazil. **Flora**, v.202 p. 27-49, 2007.

PERELLÓ, L. F. C. Ecological, Legal, and Methodological Principles for Planning Buffer Zones. **Natureza & Conservação**, v.10, n.1, p. 3-11, 2012.

PILLAR, V. D. e QUADROS, F. L. F. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. **Coenoses**, v.12, p.119-126, 1997.

RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. Selbach, Porto Alegre. 1956.

RENETZEDER CHRISTA, et al. Can we measure ecological sustainability? Landscape pattern as an indicator for naturalness and land use intensity at regional, national and European level. **Ecological Indicators**. v.10, p. 39-48, Janeiro 2010.

SEMA (Secretaria estadual de Meio Ambiente). **Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ifcrs/frame.htm>. Acesso em: julho de 2013.

SEMC - Secretaria de Energia, Minas e Comunicações. **Atlas Eólico: RS**. 2002. 70 p.

SORIANO, A. et al. Río de la Plata Grasslands. In: **Ecosystems of the World. Natural Grasslands**. Introduction and Western Hemisphere (ed. Coupland RT). Elsevier Amsterdam, 1992. p.367-407.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Editora UFRGS, Porto Alegre, RS. 2000. 122 p.

SCHULTZ, R. C. et al. **Riparian Buffer Systems**. Iowa State University Publication. 1997. Disponível em: <http://nac.unl.edu/afnotes/rip-2/index.html>. Acesso em: outubro de 2012.

TAMBOSI, L. R. **Análise da paisagem no entorno de três Unidades de conservação: subsídios para criação da Zona de Amortecimento**. 2008. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Ecologia. Universidade de São Paulo (USP), SP. 2008.

WALKER, B. Tropical Savanna. In: CHAPIN, F.S.; SALA, O. E.e HUBER-SANNWALD. E. (eds). **Global biodiversity in a changing environment**. Springer Berlin, 2001. p.139-156.

Análise ambiental e dinâmica de uso da terra do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo, RS



Agricultura. Foto: Agosto/2011, E. C. Scariot, Passo Fundo, RS

RESUMO

Análise ambiental e dinâmica de uso da terra do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo (RS).

A investigação da dinâmica, espacial e temporal, do uso da terra como resultado da pressão dos processos antrópicos, é uma abordagem metodológica fundamental para estabelecer correlações entre padrões e processos da paisagem, e para o manejo e gestão do entorno de Unidades de Conservação. O objetivo deste trabalho foi a análise ambiental dos aspectos físicos do relevo e da dinâmica do uso da terra do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo, RS, no período de 1986, 1997 e 2011, a fim de identificar as alterações quantitativas no uso e cobertura da terra do entorno da UC, bem como, dos tipos de ecossistemas resultantes das forças, diretas e indiretas, de mudanças sobre a paisagem. Os mapas de uso e cobertura da terra foram elaborados com base em imagens Landsat 5, de 12/09/1986; 9/08/1997 e de 01/09/2011, órbita 222, pontos 79 e 80, por interpretação visual, através do software MapInfo 10. Com o mapeamento obtido foi efetuada a classificação ecossistêmica resultando em quatro tipos de ecossistemas: Naturais (Floresta Ombrófila Mista, várzea e campo), Antropogênicos (Agricultura/pastagem, Solo exposto e Silvicultura), Urbano-industriais (Áreas urbanas e Estradas/ferrovias) e Aquáticos (represas, lagos artificiais e naturais). No período de 1986 a 2011 foi identificada uma redução de 6% na área total ocupada pelos ecossistemas antropogênicos, em contrapartida a um aumento de 4,7% nos ecossistemas naturais, sugerindo a ocorrência da recuperação da vegetação natural, principalmente, em regiões com relevo mais íngreme. A recuperação dos ecossistemas naturais aponta uma tendência à redução da pressão das forças de mudanças diretas (atividades agropecuárias) sobre os ecossistemas naturais do entorno da Flona-PF. Entretanto é essencial que os municípios do entorno, juntamente com os órgãos ambientais, estaduais e federais garantam a continuidade dos remanescentes de vegetação natural do entorno da Flona-PF, para a manutenção dos serviços ecossistêmicos proporcionados ao bem-estar humano.

Palavras-chave: uso da terra, classificação ecossistêmica; forças diretas e indiretas.

ABSTRACT

Environmental analysis and land use dynamics of the Passo Fundo National Forest (RS) surrounding.

The investigation of the land use dynamic as a result of pressure from anthropogenic processes, is an essential tool to establish correlations between landscape patterns and processes, and for the management of natural protected areas surrounding's. The goal of this work was an environmental analysis of the relief physical aspects and the land use dynamics of Passo Fundo National Forest (RS) surrounding, from 1986, 1997 and 2011, in order to identify quantitative changes of land use, as well as the ecosystems types resulting from direct and indirect pressures of landscape changes. The land use maps have been developed based on Landsat 5, of 12/09/1986, 09/08/1997 and 01/09/2011, orbit 222, points 79 and 80 by visual analysis performed in MapInfo software 10. The ecosystem classification performed from the mapping, resulted in four types of ecosystems: Natural (Araucaria Forest, wetlands and grassland areas), anthropogenic (agriculture / pasture, exposed soil and forestry) Urban-Industrial (Urban and roads / railways) and water (dams, artificial and natural lakes). In the period from 1986 to 2011 was identified a decrease of 6% in the total area occupied by anthropogenic ecosystems, in contrast to a increase of 4.7% in natural ecosystems, suggesting a natural vegetation restoration, especially in regions with steeper relief. The natural ecosystems restoration shows a trend in a change reduction of agricultural activities to natural ecosystems for the Flona-PF surrounding. However it is essential that the surrounding municipalities, along with the environmental agencies, state and federal, guarantee the continuity of the natural vegetation remaining in the Flona-PF surrounding to assure the ecosystem services maintenance provided to human welfare.

Keywords: land use, ecosystemic classification, direct and indirect driver forces.

2.1. Introdução

A perda e a degradação de habitats naturais são consideradas as principais ameaças à biodiversidade (SALA et al., 2000; GREEN et al., 2005). Ambas ameaças resultam dos diferentes tipos de uso e ocupação da terra, decorrentes de atividades antrópicas, especialmente a agricultura (DOBROVOLSKI et al., 2011b). Embora considerado um país megadiverso, o Brasil vem promovendo a expansão agrícola como uma das principais formas de desenvolvimento econômico (RODRIGUES et al., 2009). Esta vem sendo considerada um componente “chave” tanto para a elaboração de estratégias de produção de alimentos, como também, para a conservação da biodiversidade (DOBROVOLSKI et al., 2011a).

A identificação das forças de mudanças, diretas e indiretas, nas paisagens e as consequências dessas mudanças sobre os recursos naturais, podem contribuir com o planejamento adequado da expansão agrícola, além de conciliar estratégias de conservação e de desenvolvimento, sobretudo, quando as atividades desenvolvimentistas encontram-se em locais prioritários para conservação.

No Brasil, existem áreas com elevados níveis de endemismo, diversidade e alto grau de ameaça como, por exemplo, a Mata Atlântica e o Cerrado (MYERS et al., 2000; MITTERMEIER, et al., 2005), além de algumas regiões da Amazônia que já foram, parcialmente, substituídas pela agricultura. Esta condição também é válida para o estado do Rio Grande do Sul, e, particularmente, para a área de estudo dessa pesquisa, que contempla duas fitofisionomias do bioma Mata Atlântica e apresenta solos de elevada produtividade agrícola. O Estado do Rio Grande do Sul é dividido em Conselhos Regionais de Desenvolvimento (COREDEs), compostos por municípios que apresentam potenciais econômicos, ambientais e sociais similares (FEE, 2013). O entorno da Flona-PF, com exceção do município de Água Santa, está inserido no COREDE Regional denominado COREDE Produção, cuja estrutura produtiva está centrada no setor de serviços e indústria, seguida da agropecuária que representa 13,6% do PIB regional (FINAMORE, 2010). O cultivo de soja é predominante, junto ao milho, trigo e mandioca. Além desses cultivos, outras cadeias produtivas focadas em agroindústrias têm representatividade estadual, como, aves, suínos e leite (FINAMORE, 2010).

A Floresta Ombrófila Mista e os Campos do Sul do Brasil são as fitofisionomias originais do COREDE Produção e do entorno da Flona-PF (IBGE, 2004). As únicas áreas protegidas na região de estudo são a Flona-PF e a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Maragato, situada no município de Passo Fundo, com uma área de 41,56

ha. Desta forma, é essencial a adoção de estratégias para conciliar a produção agrícola regional e a conservação dos remanescentes naturais, situados em propriedades particulares e não protegidos pelo SNUC.

O conhecimento e planejamento das condições dos entornos das UCs, como forma de amenizar os impactos das atividades desenvolvidas nos mesmos, tornaram-se exigências do SNUC, quando este, instituiu as Zonas de Amortecimentos, estabelecendo que a região do entorno seja considerada no plano de manejo das UCs (BRASIL, 2000). Desta forma, a identificação dos fatores ambientais e antropogênicos, como as forças diretas e indiretas de mudanças da paisagem, onde estão inseridas as UCs, torna-se essencial às práticas de planejamento e manejo das mesmas, bem como para a adequada expansão agrícola do seu entorno.

As informações sobre os atributos físicos da paisagem, como aspectos do relevo, hidrografia, tipos de solos, dentre outros, são essenciais para compreender as limitações impostas aos usos da terra e a compreensão de sua dinâmica. Essas informações revelam as características físicas do entorno das UCs, possibilitando conhecer a paisagem natural e compreender as interações com seu histórico de uso e ocupação da terra.

As forças diretas de mudanças consistem nas atividades antrópicas que exercem pressão sobre os recursos naturais e influenciam os processos dos ecossistemas (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005; NELSON et al., 2006). As mudanças climáticas, as mudanças de uso e cobertura da terra, o uso de agrotóxicos, a contaminação biológica, etc constituem exemplos de forças diretas de mudanças. As forças indiretas de mudanças operam mais difusamente, alterando uma ou mais forças diretas (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005; NELSON et al., 2006). As condições demográficas, econômicas, sócio-política, culturais, religiosas, científicas e tecnológicas são os principais exemplos de forças indiretas (NELSON et al., 2006; PEREIRA et al., 2010). As interações entre ambas as forças de mudanças conduzem a alterações nos serviços ecossistêmicos (NELSON et al., 2005), fundamentais ao bem-estar humano, dentre os quais destacam-se: a produção de alimentos, de água, de madeira, etc (Serviços de Provisão); a regulação climática, controle biológico e de doenças, polinização, etc (Serviços de Regulação); formação de solo, ciclagem de nutrientes, produção primária, etc (Serviços de Suporte), e benefícios espirituais, culturais, estéticos, de lazer, etc (Serviços Culturais) (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005; WALLACE, 2007; CONSTANZA et al., 1997).

Este artigo teve como objetivo realizar a análise ambiental, evidenciando, principalmente, os aspectos hidrográficos e do relevo, e a análise da dinâmica do uso da terra do

entorno da Flona-PF, RS, para os anos de 1986, 1997 e 2011 (25 anos). A dinâmica do uso e ocupação da terra associada às características ambientais do entorno da Flona-PF visam responder aos seguintes questionamentos:

- a) Quais as principais alterações, quantitativas da paisagem do entorno da UC, de 1986 a 2011, como resultado das ações desenvolvimentistas?
- b) Que classes de ecossistemas podem ser identificadas na paisagem do entorno da UC como resultado das ações desenvolvimentistas?
- c) Quais as principais forças diretas e indiretas de mudanças atuantes na paisagem do entorno da Flona-PF?

2.2. Materiais e métodos

2.2.1. Área de estudo

A área de estudo compreende o entorno da Flona-PF, representado pelos limites territoriais dos municípios de Mato Castelhanos, Passo Fundo, Gentil, Marau, Vila Lângaro, Coxilha e Água Santa (**Figura 2.1**).

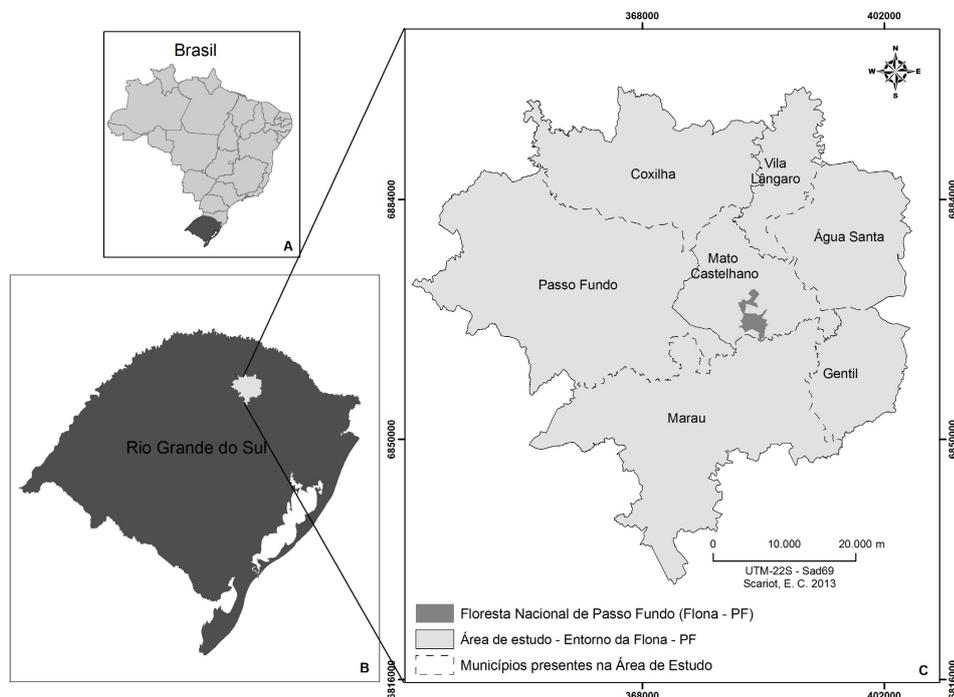


Figura 2.1.: Localização geográfica da área de estudo contemplando a Flona de Passo Fundo e os limites territoriais dos municípios de Mato Castelhanos, Passo Fundo, Gentil, Marau, Vila Lângaro, Coxilha e Água Santa.

2.2.2. Análise ambiental

As cartas temáticas de hipsometria, declividade e rede hidrográfica do entorno da Flona-PF foram elaboradas através de arquivos vetoriais extraídos da Base Cartográfica Vetorial Contínua do Rio Grande do Sul, sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), escala 1:50.000, Datum SAD/69, fuso 22 Sul (HASENACK e WEBER, 2010), com o uso do software ArcGIS 9.3. A malha viária da base cartográfica foi inserida junto com as cartas temáticas de uso e cobertura da terra e atualizada por meio da imagem de satélite para o ano de 2011.

A carta temática das bacias hidrográficas da área de estudo foi obtida da base digital da Secretaria do Meio Ambiente do RS, disponibilizada pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS (FEPAM, 2011, 2012), em escala 1:250.000 e elaboradas em SIG (Sistema de Informações Geográficas) – ArcGIS 9.3. As cartas temáticas de hipsometria e declividade do relevo foram elaboradas pelo método 3D Analyst Tools do software ArcGIS 9.3, por meio das curvas de níveis e pontos cotados, obtidos da Base Cartográfica Vetorial Contínua do Rio Grande do Sul.

As classes de declividade da área de estudo foram baseadas na classificação proposta por EMBRAPA (2006):

- Plano - superfície de topografia horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades variáveis de 0 a 3%;
- Suave ondulado - superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros (elevações de altitudes relativas até 50 m e de 50 a 100 m, respectivamente), apresentando declives suaves, predominantemente variáveis de 3 a 8%;
- Ondulado - superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas, apresentando declives moderados, predominantemente variáveis de 8 a 20%;
- Forte ondulado - superfície de topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros (elevações de 50 a 100 m e de 100 a 200 m de altitudes relativas, respectivamente) e raramente colinas, com declives fortes, predominantemente variáveis de 20 a 45%;
- Montanhoso - superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas por morros, montanhas, maciços montanhosos e alinhamentos montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes e muito fortes, predominantemente variáveis de 45 a 75%;

- Escarpado - áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo superfícies muito íngremes e escarpamentos, tais como, aparados, itaimbés, frentes de cuevas, falésias, vertentes de declives muito fortes, usualmente ultrapassando 75%.

2.2.3. Dinâmica de uso e cobertura da terra

A análise e quantificação da dinâmica de uso e cobertura da terra do entorno da Flona-PF, foi realizada por meio da interpretação de imagens do satélite Landsat 5 TM de 12/09/1986; 9/08/1997 e 01/09/2011, órbita 222, pontos 79 e 80, e resolução do pixel, 30 metros. No ambiente SIG Envi 4.7 foi gerada a composição das imagens dos três anos (1986, 1997 e 2011) com as bandas 5; 4 e 3 nos canais RGB. As imagens geradas, pela composição de bandas abrangeram duas cenas, sendo necessária a elaboração de um mosaico para cada ano, no software Regeemy 0.243 (INPE, 2011).

O georreferenciamento das imagens do período de estudo foi efetuado com base nos arquivos vetoriais extraídos da Base Cartográfica Vetorial Contínua do Rio Grande do Sul, no sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), escala 1:50.000, Datum SAD/69, fuso 22 Sul (HASENACK e WEBER, 2010). O georreferenciamento foi realizado no Software ArcGIS 9.3 obtendo-se um resíduo (erro) inferior a 20 metros para os três anos.

A metodologia de classificação de uso da terra aplicada foi a interpretação visual (manual), efetuada através do software MapInfo 10.0. Para esta metodologia de classificação foram elaboradas legendas para as imagens de satélite dos três anos (1986, 1997 e 2011), contendo os padrões de cada tipo de uso da terra considerando a cor, textura, padrão, localização, forma, sombra e tamanho, de acordo com Curran (1985) apud Novo (2008). Durante a classificação da imagem de 2011 foram realizadas saídas de campo, no entorno da Flona-PF, para reconhecimento e esclarecimentos dos tipos de uso da terra atuais, de registros fotográficos e de coordenadas geográficas. Além disso, as coordenadas coletadas em campo foram utilizadas para a obtenção da acurácia da classificação de 2011 que foi de 0,88 (Kappa).

Com base no mapeamento das imagens para os anos de 1986, 1997 e 2011 foi efetuada uma classificação ecossistêmica de acordo com as unidades (áreas) identificadas com base na perda de naturalidade e na capacidade de auto regulação dos ecossistemas, definidas em um gradiente de predominância de componentes naturais e culturais (HABER, 1994). A classificação ecossistêmica foi operacionalizada em três níveis hierárquicos de detalhamento: o primeiro nível consistiu na classificação dos tipos de ecossistemas, o segundo

nível, no detalhamento dos sub-tipos de ecossistemas e o terceiro nível envolveu os tipos de uso e cobertura da terra dos sub-tipos de ecossistemas.

2.3. Resultados obtidos

2.3.1. Análise ambiental

A análise ambiental envolveu a descrição das principais características do relevo e hidrografia do entorno da Flona-PF. As cartas temáticas de hipsometria e declividade do entorno da Flona-PF são apresentadas nas **Figuras 2.2 e 2.3**, respectivamente.

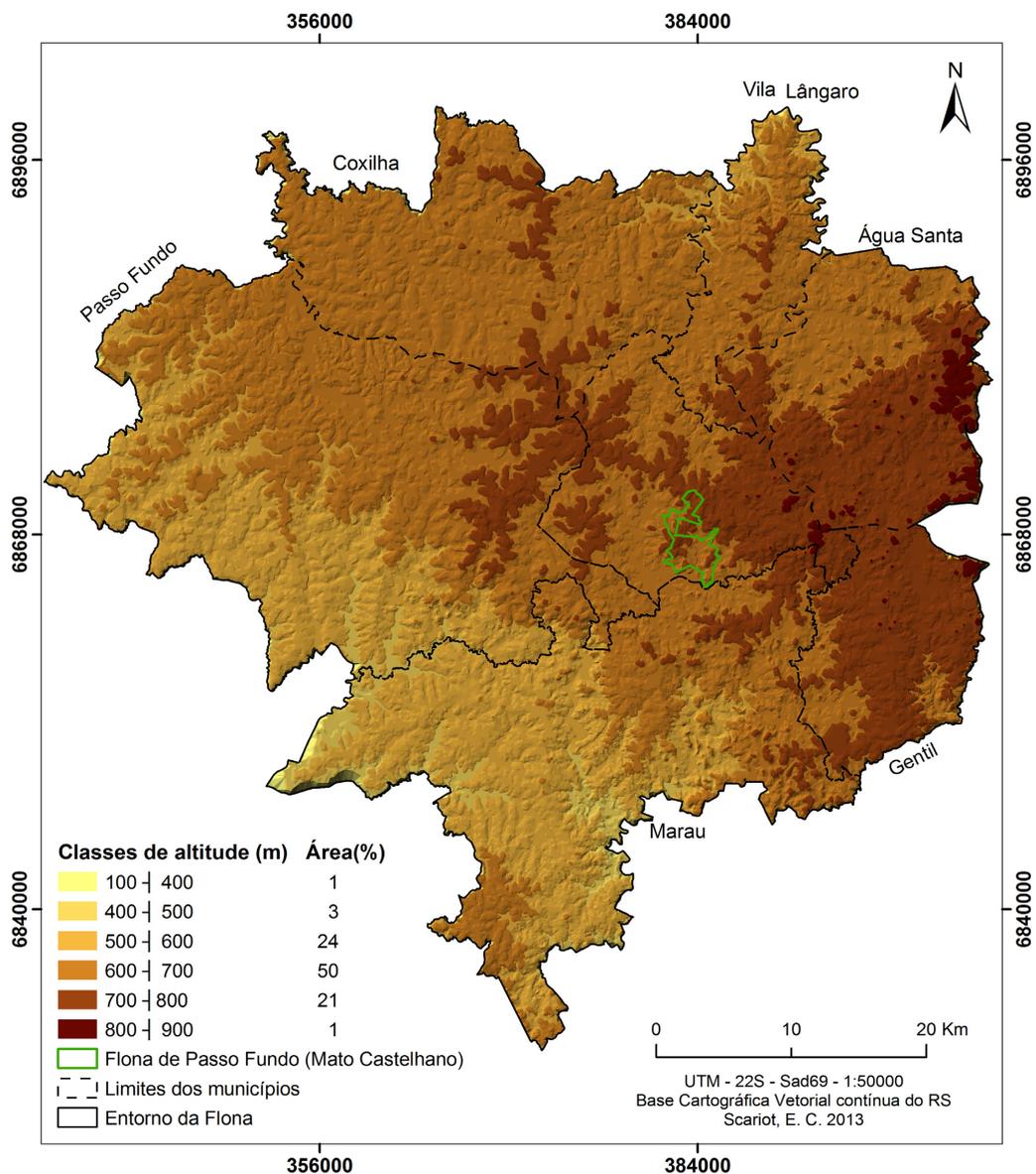


Figura 2.2.: Carta Hipsométrica do entorno da Flona de Passo Fundo, RS, com as classes de altimetria e respectivos percentuais de área.

As classes de altitude do relevo variaram entre 100 e 873 m. O intervalo de altitude de 600 a 700 m foi predominante na área de estudo (50%). Apenas 1% da área atingiu as maiores altitudes, de 800 a 900 m. As menores altitudes, de 100 a 400 m, situam-se ao sul da área de estudo, no município de Marau, enquanto que as maiores encontram-se nos municípios de Gentil e Água Santa.

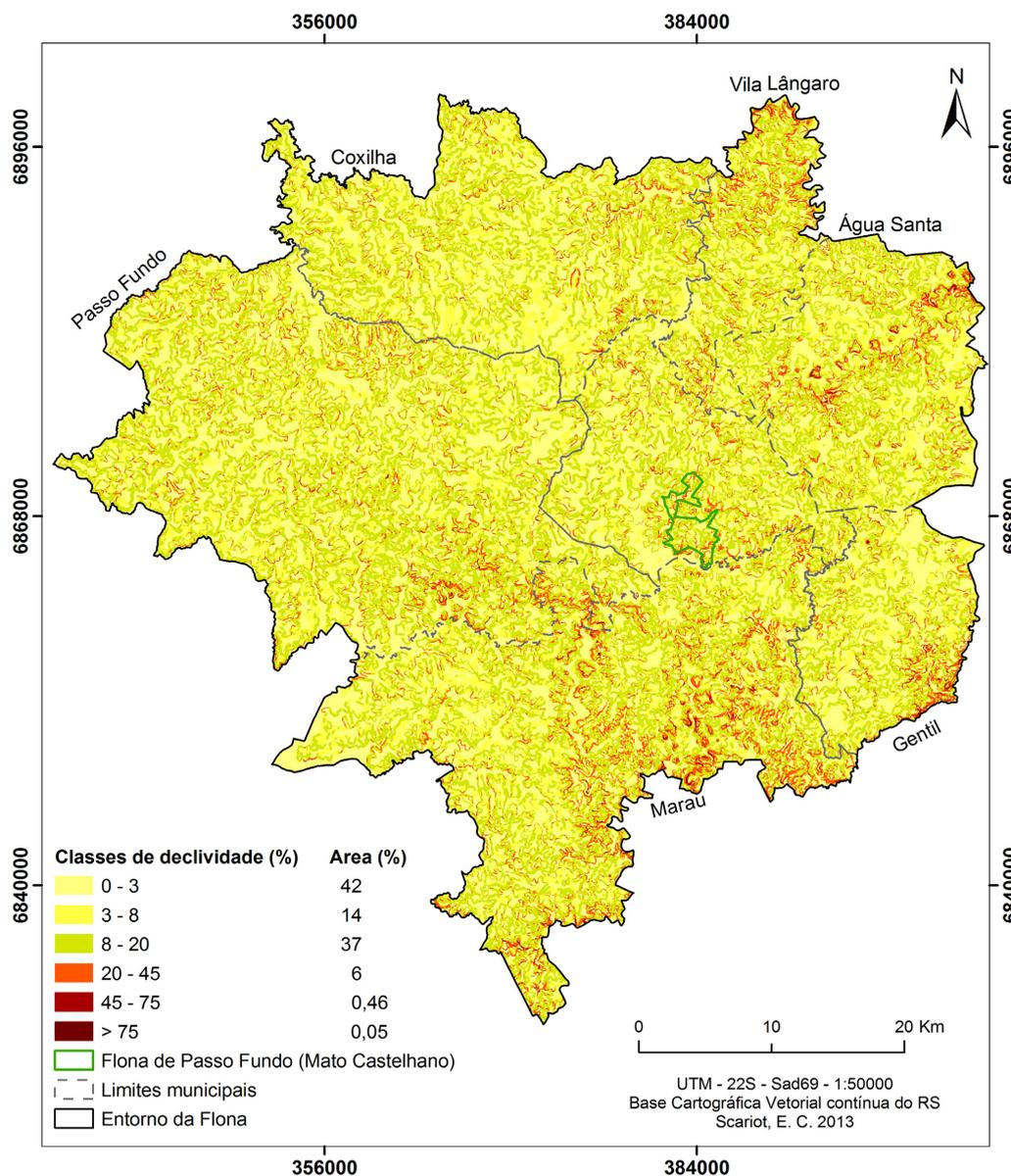


Figura 2.3.: Carta temática de declividade do entorno da Flona de Passo Fundo (RS), com as classes de declividade e respectivos percentuais de área.

As regiões mais íngremes do entorno da Flona-PF, com declividades superiores a 45%, caracterizadas por terrenos montanhosos e escarpados, ocupam 0,51% da área e estão

concentradas, principalmente, em algumas porções dos municípios de Marau, Água Santa e Vila Lângaro. O maior percentual de área do entorno da Flona-PF (42%), apresenta-se no intervalo de declividade de 0 a 3%, que corresponde a terrenos planos, em que os desnivelamentos podem ser considerados muito pequenos (EMBRAPA, 2006). Nas classes de declividade de 3 a 8% e de 8 a 20%, que correspondem, respectivamente, aos terrenos Suave Ondulado e Ondulado, concentra-se 51% da área total de estudo (**Figura 2.3**).

Declividades superiores a 20% representam 6,51% da área de estudo e estão localizadas principalmente no município de Marau. A predominância de superfícies plana a onduladas propiciam um alto potencial agrícola à região, principalmente para a agricultura mecanizada e o cultivo de grãos.

As bacias hidrográficas do entorno da Flona-PF abrangem porções das bacias hidrográficas do Alto-Jacuí, Apuaê-Inhandava, Passo Fundo, Taquari das Antas e Várzea (**Figura 2.4A**). Os principais rios perenes da região de estudo estão destacados na

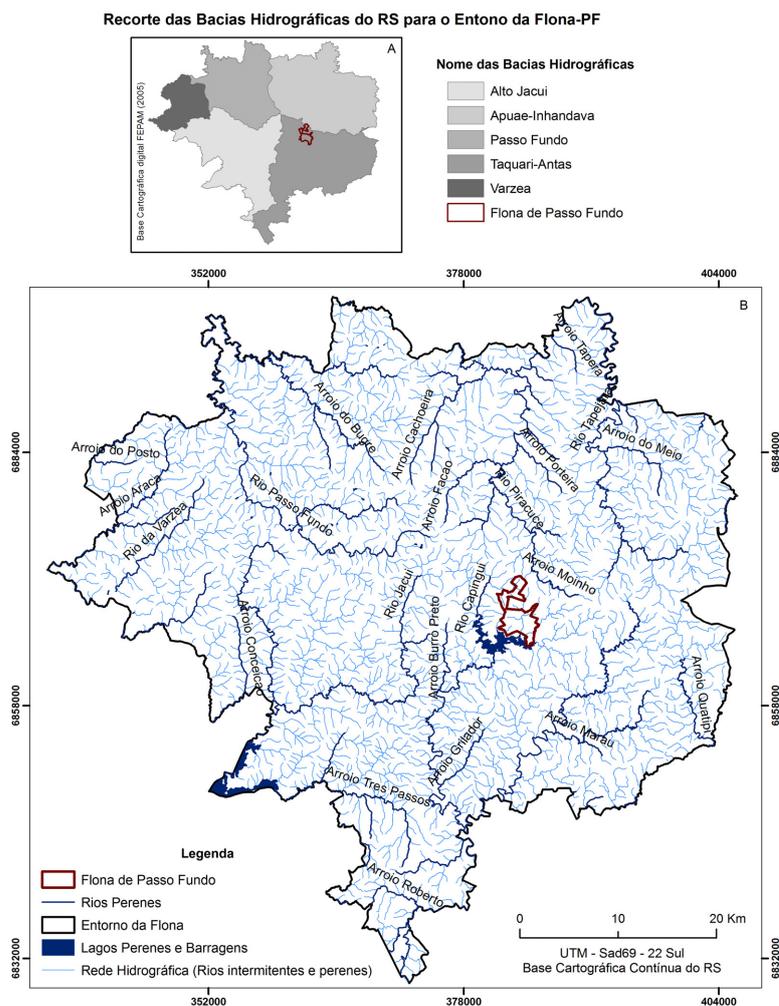


Figura 2.4.: Carta temática dos limites das bacias hidrográficas (A) e da rede hidrográfica do entorno da Flona de Passo Fundo, RS, com destaque aos Rios e Lagos Perenes e as Barragens (B).

(**Figura 2.4B**). Dentre eles cabe ressaltar os Rios Passo Fundo e Jacuí, que abastecem as bacias hidrográficas dos Rios Passo Fundo e Alto Jacuí, respectivamente. Além destes, o Rio Capingui também merece destaque por ser um dos principais rios que abastece a Barragem do Capingui, localizada na extremidade Sul da Flona-PF, utilizada para geração de energia elétrica. Os principais usos da água das bacias hidrográficas (**Figura 2.4A**) compreendem o abastecimento humano, a dessedentação animal, a irrigação e o uso industrial (SEMA, 2013).

2.3.2. Dinâmica de uso e cobertura da terra

Com os mapeamentos realizados por meio das imagens de satélites, para os anos de 1986, 1997 e 2011, foram identificados os tipos de uso da terra (**Figura 2.5 A, B e C**), e efetuada a classificação ecossistêmica do entorno da Flona-PF em três níveis de detalhamento, em decorrência dos usos da terra (**Figura 2.6**).

O primeiro nível hierárquico da classificação ecossistêmica do entorno da Flona-PF está representada pelos Bio-Ecossistemas, Tecno-Ecossistemas e a categoria Outros (HABER 1994). Para o segundo nível hierárquico os Bio-ecossistemas foram categorizados em Ecossistemas Naturais e Antropogênicos. Os Tecno-ecossistemas em Sistemas urbanos-industriais e a categoria Outros contemplou os Ecossistemas Aquáticos. O terceiro nível hierárquico está representado pelos diferentes tipos de uso e cobertura da terra resultantes das atividades desenvolvimentistas no contexto regional (**Figura 2.6**).

Os Ecossistemas Naturais compreendem os sistemas de suporte de Vida da paisagem com predomínio dos componentes naturais e dos processos biológicos. Abrangem fitofisionomias com diferentes níveis de alteração antrópica, em um gradiente de condição natural e semi-natural, observadas durante o processo de interpretação das imagens. No entanto, optou-se pela não categorização destas alterações, para evitar possíveis erros decorrentes da resolução das imagens. Os Ecossistemas Antropogênicos (Agroecossistemas) compreendem as áreas, intencionalmente estabelecidas para as atividades agropecuárias, basicamente dependentes do controle e manejo humano. Os Tecno-Ecossistemas abrangem as áreas urbano-industriais com predomínio de estruturas e processos tecnológicos.

Os Ecossistemas Naturais representados por remanescentes de Floresta Ombrófila Mista em diferentes estádios sucessionais, áreas de várzea e de campos, totalizaram 19,2% da área de estudo em 2011. Em 1997, os ecossistemas naturais ocupavam 16,9%. Em 1986, ocupavam 14,5%. No período de 1986 a 2011, verificou-se uma ampliação de 4,7% no total de áreas ocupadas pelos habitats naturais (**Tabela 2.1**).

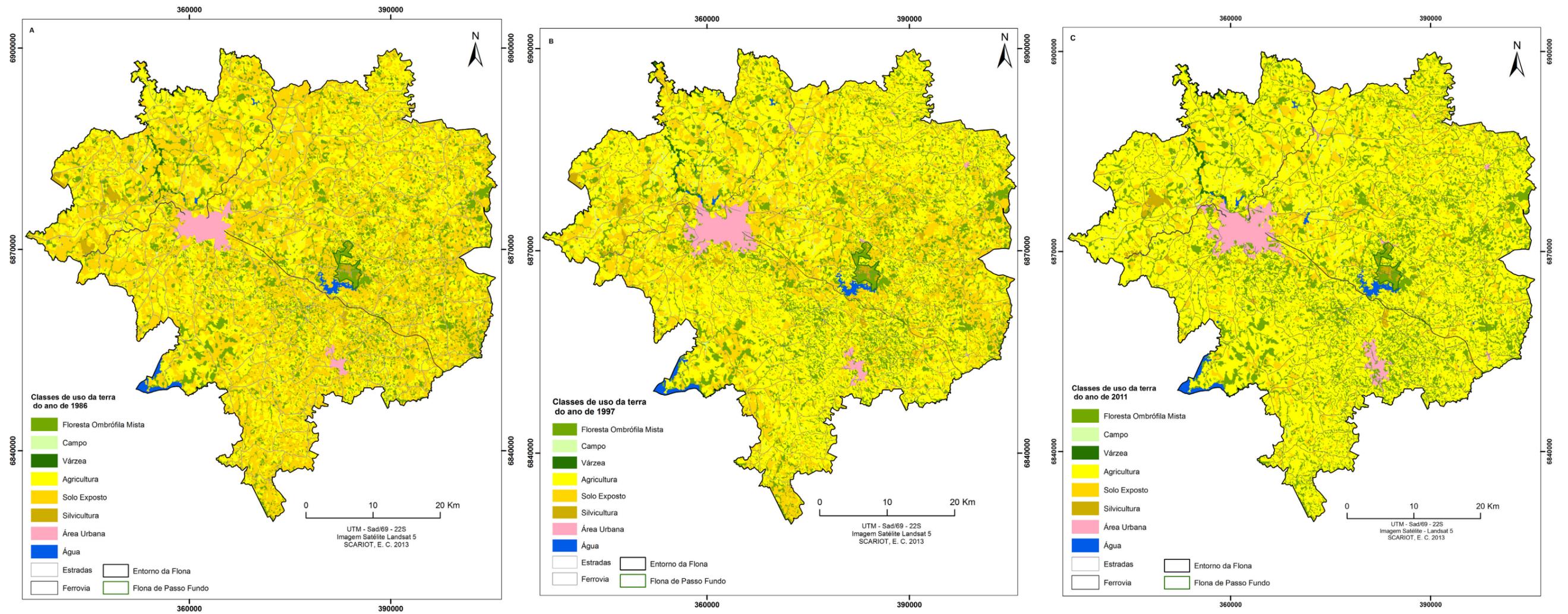


Figura 2.5.: Cartas temáticas do uso e cobertura da terra do entorno da Flona de Passo Fundo, RS, para os anos de 1986 (A), 1997 (B), 2011(C). A representação das cores dos usos da terra seguem orientações do Manual Técnico de Classificação de Uso da Terra do IBGE (2006).



Figura 2.6.: Classificação dos tipos de ecossistemas da paisagem do entorno da Flona-PF, com base na dinâmica de uso da terra para os anos de 1986, 1997 e 2011. Adaptado de Haber (1994).

Tabela 2.1.: Classes de ecossistemas e tipos de uso e cobertura da terra (2º nível hierárquico) do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo (RS), e suas respectivas áreas (ha e %), para os anos de 1986, 1997 e 2011.

Classes de ecossistemas	Tipos de uso e cobertura da terra	1986		1997		2011	
		Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Ecossistemas naturais	Floresta Ombrófila Mista	37.953,00	13,91	43.904,40	16,10	50.280,80	18,44
	Campo	791,0	0,29	1.453,30	0,53	1.104,90	0,41
	Várzea	815,60	0,30	959,00	0,35	961,60	0,35
	Subtotal	39.559,60	14,50	46.316,70	16,99	52.347,40	19,20
Ecossistemas antropogênicos	Agricultura	100.749,30	36,92	140.670,90	51,59	184.681,70	67,73
	Solo Exposto	124.282,30	45,55	75.076,00	27,53	234.46,80	8,60
	Silvicultura	1.894,80	0,69	1.792,20	0,66	2.194,80	0,80
	Subtotal	226.926,40	83,16	217.539,10	79,78	210.323,20	77,13
Sistemas urbanos-industriais	Estradas e Ferrovia	831,50	0,30	831,53	0,30	831,54	0,30
	Área urbana	3.842,30	1,41	5.932,90	2,18	6.897,80	2,53
	Subtotal	4.673,80	1,71	6.764,40	2,48	7.729,30	2,83
Ecossistemas aquáticos	Represas, lagos	1.524,50	0,56	2.064,30	0,76	2.284,60	0,84
Total		272.684,00	100,00	272.684,00	100,00	272.684,00	100,00

Os Ecossistemas Antropogênicos representados pelas áreas de agricultura, pastagem, solo exposto e silvicultura foram os usos da terra predominantes entre 1986 e 2011, sendo consideradas as forças diretas de mudanças da paisagem do entorno da Flona-PF. Representam as atividades antrópicas responsáveis pelas modificações da paisagem natural, influenciando os processos ecossistêmicos.

As atividades agropecuárias, consideradas as principais forças diretas de mudanças, intensificaram-se na região Norte do Rio Grande do Sul, a partir de 1950 (WENTS, 2004), configurando a paisagem atual. Anterior a este período, a exploração madeireira, era a atividade preponderante no entorno da Flona-PF. Devido à escassez de madeira, principalmente, da *Araucaria angustifolia*, intensamente explorada desde 1920, as atividades agropecuárias substituíram a exploração madeireira. Isso provocou mudanças na economia da região, com a migração da atividade madeireira para outros estados, ou o investimento em outros setores econômicos (WENTS, 2004). Aqueles que tinham a indústria da madeira como principal atividade econômica, mas também possuíam outros empreendimentos, optaram por permanecer nos locais de origem, diversificando para a agricultura e pecuária, alicerçando a economia no cultivo de trigo e soja. Outros empresários que mantiveram-se no ramo madeireiro migraram para o oeste de Santa Catarina, onde ainda existiam imensas florestas, com araucárias, e terras a explorar (WENTS, 2004).

A agricultura intensiva e a pecuária passaram a ser as atividades preponderantes na região, a partir do declínio da atividade madeireira. A primeira baseia-se, atualmente, no desenvolvimento de lavouras temporárias de soja, milho e trigo, enquanto que a segunda na criação de bovinos, ovinos, caprinos, suínos e aves (SIDRA, 2013) (**Figura 2.7**). As

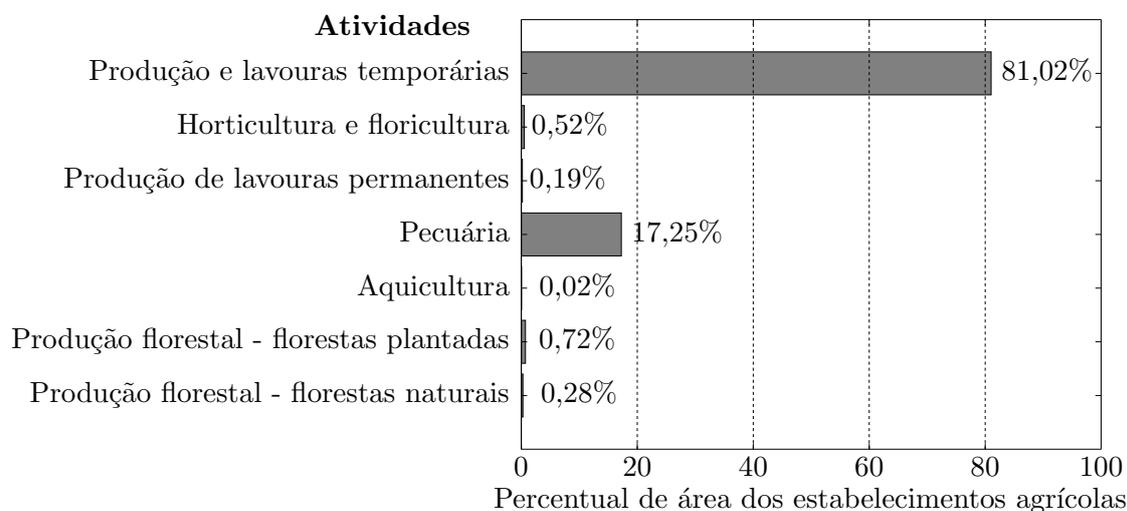


Figura 2.7.: Tipos e área (%) das principais atividades agropecuárias desenvolvidas no entorno da Flona-PF (RS). Dados obtidos do Censo Agropecuário de 2006 (SIDRA, 2013).

principais lavouras permanentes, atualmente, cultivadas no entorno da Flona-PF são uva, tangerina, pêssego, erva mate (em folhas) e laranja (SIDRA, 2013).

O sistema de produção agrícola atual, do entorno da Flona-PF também potencializa a pressão dessas atividades sobre os ecossistemas naturais, uma vez que é baseado, predominantemente, na agricultura não familiar, envolvendo grandes propriedades agrícolas (**Figura 2.8**).

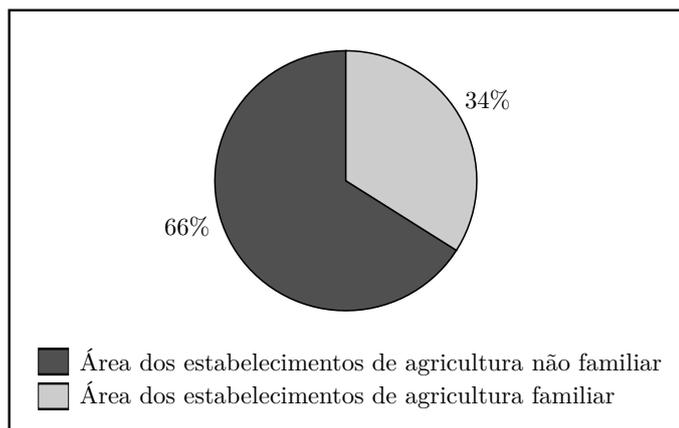


Figura 2.8.: Área dos estabelecimentos agropecuários destinados à agricultura familiar e não familiar no entorno da Flona-PF, RS. Dados obtidos do Censo Agropecuário (2006) SIDRA (2013).

O relevo do entorno da Flona-PF também propicia este tipo de sistema agrícola, uma vez que mais de 50% da superfície é considerada plana e moderadamente ondulada (**Figura 2.3**), além de possuir Latossolos Vermelhos distróficos e alumínicos (STRECK, et al., 2000), os quais apresentam elevado potencial agrícola.

Apesar das atividades agropecuárias (Ecossistemas antropogênicos) serem preponderantes na paisagem, houve uma redução de 6% da área total ocupada pelas mesmas entre 1986 e 2011, em contrapartida a um aumento da área ocupada pelos habitats naturais (Ecossistemas Naturais) (**Tabela 2.1** e **Figura 2.9**). O aumento no percentual desses habitats (**Figura 2.9**) pode ser resultado do abandono de algumas lavouras agrícolas ou pastagens, em regiões mais íngremes ou com declividades mais acentuadas (**Figura 2.3**), onde o uso da mecanização agrícola é menos usual.

A redução das áreas destinadas à agropecuária entre o período de 1986 a 2011, corrobora com o censo agropecuário de 1970/2006, que também constata uma redução em áreas de agropecuária, em especial das áreas de pastagem. O censo também aponta um incremento nas áreas de vegetação natural para o estado do Rio Grande do Sul no intervalo de tempo de 1970 a 2006 (IBGE, 2006), similar ao observado neste estudo.

Atribui-se a redução do percentual das áreas agrícolas e de pecuária, constatadas no

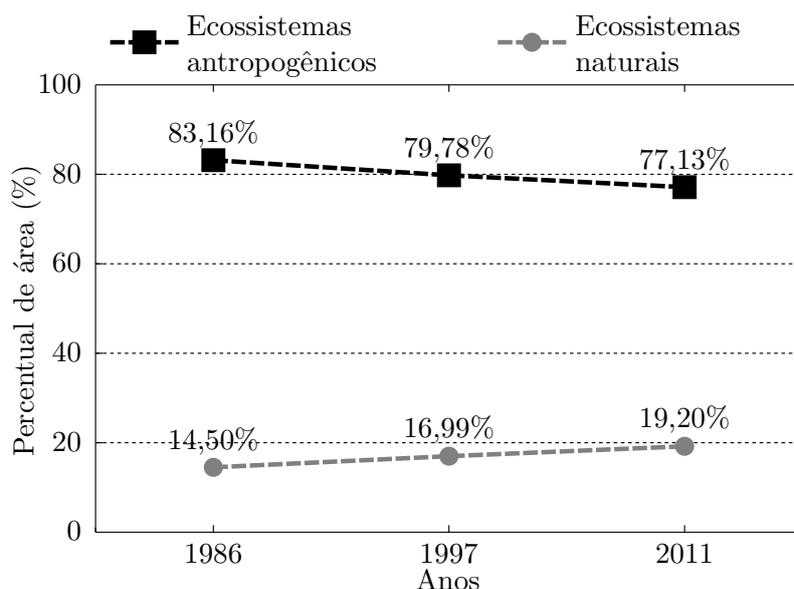


Figura 2.9.: Percentual de áreas ocupadas pelos ecossistemas antropogênicos, representando as forças diretas de mudanças (agricultura/pastagem, solo exposto e silvicultura), e pelos ecossistemas naturais (Floresta Ombrófila Mista, Várzeas e campos), nos anos de 1986, 1997 e 2011.

entorno da Flona-PF, a um conjunto de fatores, dentre os quais destacam-se a intensificação do processo de mecanização agrícola, que passa a dificultar o cultivo nos locais com relevos irregulares, a redução de áreas de pastagens e o possível aumento da fiscalização de crimes ambientais no entorno imediato a Flona-PF. O Censo agropecuário de 1970/2006 constatou também um crescimento da mecanização agrícola pelo uso de implementos agrícolas, dentre estes, a utilização de tratores, que no Rio Grande do Sul, em 1980, totalizava 120.070 e em 2006, atingiu um total de 161.434 unidades (IBGE, 2006).

Os Tecno-ecossistemas que abrangem as áreas urbanas e a malha viária (estradas e ferrovia), são considerados forças indiretas de mudanças da paisagem do entorno da Flona-PF, uma vez que as modificações resultantes dessas atividades antrópicas, são pontuais e exercem influência sobre as forças diretas de mudanças.

A malha viária está representada por estradas pavimentadas e não pavimentadas, municipais, estaduais e federais, bem como, pela ferrovia que compõem a linha ferroviária Marcelino Ramos - Santa Maria, idealizada em 1889, juntamente com a linha Itararé, SP - Santa Maria, RS. Atualmente, o trecho Marcelino Ramos - Passo Fundo encontra-se desativado (ESTAÇÕES FERROVIÁRIAS DO BRASIL, 2013). Não foi possível observar variação na área ocupada pela malha viária, ao longo do período de análise, em função da resolução das imagens utilizadas.

As áreas urbanas, por sua vez, apresentaram um crescimento de 1% entre 1986 a 2011,

devido a emancipação dos municípios de Coxilha, Gentil, Vila Lângaro e Mato Castelhana, e ao crescimento demográfico regional (Censo Demográfico de 2010) (**Figura 2.10**).

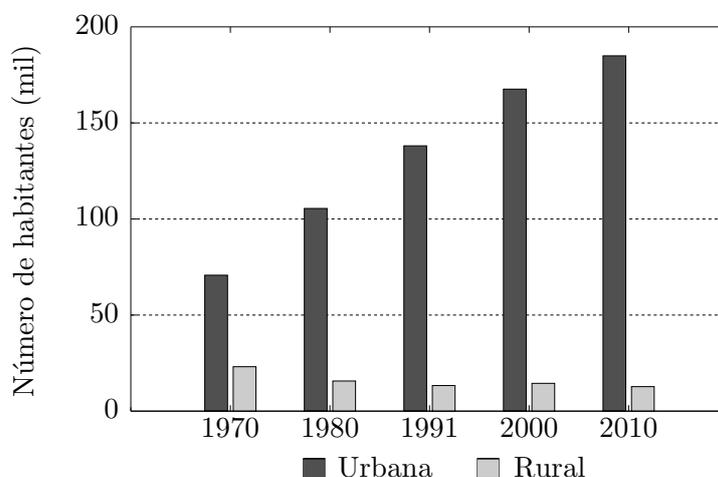


Figura 2.10.: Número de habitantes nas zonas urbanas e rurais dos sete municípios do entorno da Flona-PF, RS, para os anos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010. Dados obtidos do Censo demográfico de 2010 (SIDRA, 2012).

Houve um crescimento demográfico urbano em todos os municípios que compõem o entorno da Flona-PF, entre os anos de 1970 e 2010. A população rural decresceu na maioria municípios, com exceção de Mato Castelhana e Passo Fundo, que apresentaram um crescimento demográfico rural no intervalo de 2000 a 2010 (SIDRA, 2012).

Outra força indireta, que tem gerado grandes preocupações aos diversos setores da sociedade, e que pode ocasionar mudanças na paisagem do entorno da Flona-PF e, principalmente, na própria Flona-PF, é a demanda por apropriação do território da Flona pela comunidade indígena Kaingang. Esta etnia indígena reivindica junto a Fundação Nacional do Índio (FUNAI) o direito a posse das terras da Floresta Nacional de Passo Fundo.

Segundo nota técnica, emitida pela administração da Flona-PF ao ICMBio (**Anexo A**), desde a criação da Flona-PF, em 1947, as terras que compõem o território desta unidade de conservação pertenciam a agricultores, não havendo pesquisas que comprovem vestígios da presença da comunidade indígena Kaingang, nos seus 67 anos de existência. Segundo esse documento as reivindicações iniciaram no ano de 2005, junto ao um intenso conflito que surgiu com a proibição do cultivo da soja transgênica no entorno da Flona-PF. Neste período, um grupo indígena Kaingang, oriundo de várias terras indígenas regularizadas do Norte do Rio Grande do Sul, invadiu a Flona-PF. Após seis meses de ocupação e conflitos internos o grupo indígena foi obrigado a retirar-se mediante ordem judicial. Este grupo indígena ocupou as margens da BR 285 nas proximidades da Flona-PF e em 2012

voltaram a reivindicar a reintegração de posse montando acampamentos nos limites da UC e cometendo alguns crimes ambientais como, por exemplo, a retirada ilegal de madeira e a caça.

O grupo técnico da FUNAI, visando a criação de uma futura Terra Indígena no local, fez duas visitas à Flona-PF para averiguar a possibilidade de existência do direito indígena sobre a área (**Anexo A**). O grupo técnico afirmou que a existência de algumas depressões no terreno e a presença de um cemitério antigo são vestígios da presença dos ancestrais Kaingangs. No entanto, conforme Nota Técnica (**Anexo A**) estes vestígios não foram estudados de forma adequada, não havendo sustentação técnica, legal e conclusiva sobre a existência dos vestígios indígenas na área. Além disso, considera-se que a sobreposição da unidade de conservação e terra indígena ocasionaria a desconstituição da Flona-PF, ao longo do tempo, pois a Flona-PF não tem condições de sustentar toda a população indígena reivindicante.

A apropriação da Flona-PF, pela comunidade indígena, tem gerado conflitos de interesses, entre os administradores da Flona-PF, agricultores do entorno e a comunidade indígena. Assim, considera-se que a posse da Flona-PF pela comunidade indígena, é uma força de mudança da paisagem que poderá conduzir a uma alteração na paisagem e na categoria desta UC, caso a mesma se torne uma Terra Indígena.

Devido ao surgimento dessa força indireta de mudança, buscou-se conhecer a dinâmica de o uso e cobertura da terra, da Terra Indígena Carreiros, representada predominantemente pelo grupo indígena Kaingang, demarcada e criada oficialmente em 1991, no município de Agua Santa, ou seja, dentro da área de estudo dessa pesquisa. A terra indígena Carreteiro possui uma área de 599,92 hectares ocupados por vegetação natural, agricultura/solo exposto, água e estrada (**Figura 2.11**). Entre os anos de 1986 a 2011 ocorreram modificações no uso e cobertura da área que corresponde a atual Terra Indígena. O percentual de área de vegetação natural em 1986 foi de 17,5 e em 1997 de 23,7. No entanto, em 2011 o percentual de área de vegetação natural reduziu novamente para 16,1%. As áreas ocupadas pelas atividades antrópicas ocupam mais de 75% da extensão desta Terra Indígena desde a sua criação até atualmente, apesar de ter ocorrido uma redução no ano de 1997. Em 1986 a área ocupada pelas atividades antrópicas ocupavam um percentual de 82,2% e em 2011, 83,1%.

Dessa forma, com base na dinâmica de uso e ocupação observado para a Terra Indígena Carreteiro pode-se considerar que a conservação da biodiversidade regional dentro desta terra Indígena é tão comprometida como no seu entorno, principalmente por atividades agropecuárias.

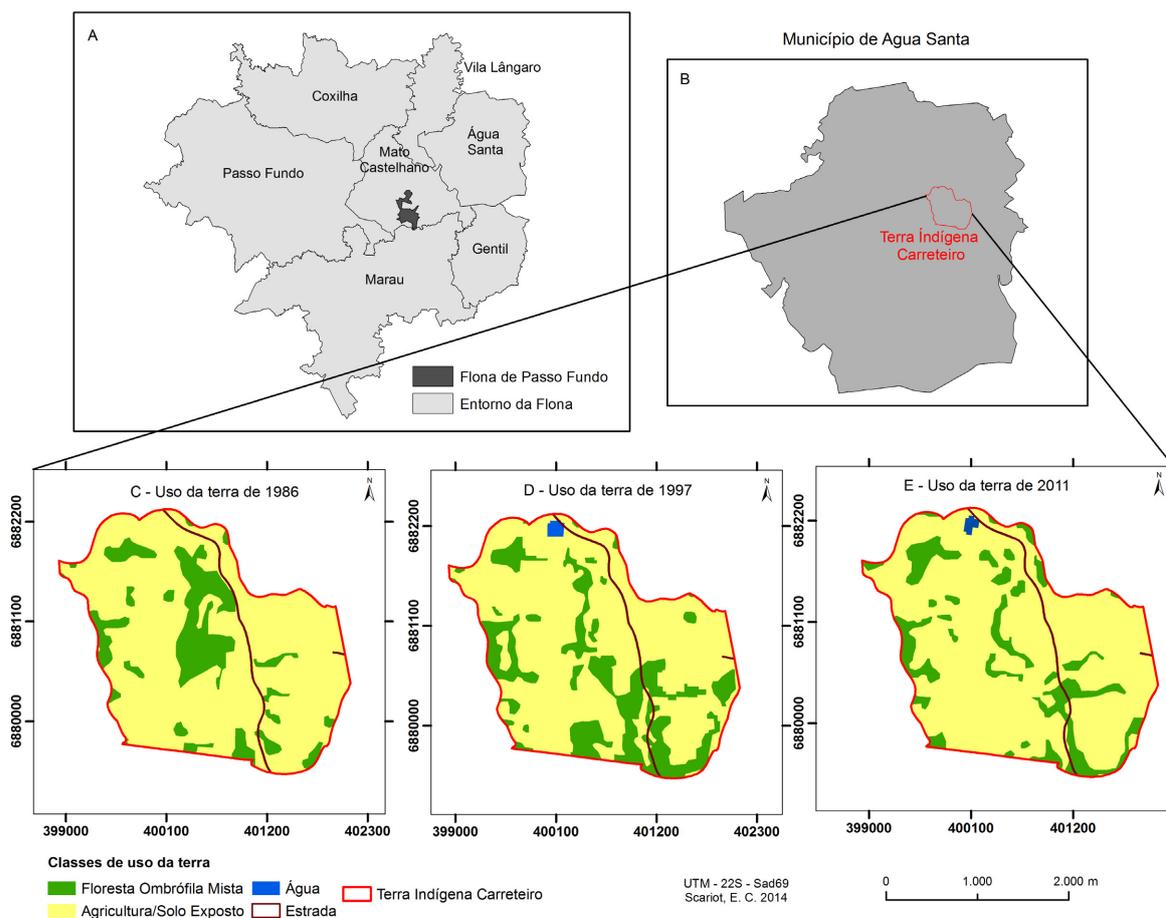


Figura 2.11.: Uso da terra indígena carreteiro para os anos de 1986, 1997 e 2011.

Os ecossistemas aquáticos do entorno da Flona-PF estão representados pelas represas e lagos artificiais e naturais. Foi evidenciada uma variação de 0,28% de área ocupada por estes corpos d'água (**Tabela 2.1**). Essa variação pode estar relacionada à maior incidência de chuvas entre agosto e setembro dos anos de 1997 e de 2011. Os meses de agosto e setembro foram os períodos de obtenção das imagens destes dois anos, e apresentaram um total de precipitação de 258,4 mm e 254,4 mm, respectivamente (BDMET, 2013). Para o ano de 1986 não foi possível obter o total de precipitação do mês de setembro (obtenção da imagem), uma vez que o Banco de dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMET) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), não possui os dados de precipitação de 1985 a 1987 para a região do entorno da Flona de Passo Fundo. Neste caso, foi possível apenas obtenção do valor médio de precipitação (114,8 mm) para a década de 1980 (BDMET, 2013). Assim, a maior incidência de chuvas nos anos de 1997 e 2011, em relação a 1986, consiste apenas em uma hipótese.

2.4. Conclusões

A dinâmica do uso e cobertura da terra do entorno da Flona-PF mostrou alterações, quantitativas, expressivas entre as áreas de habitats naturais (Ecosistemas Naturais) e as áreas ocupadas pela agropecuária (Ecosistemas Antropogênicos), e pela urbanização (Tecno-ecossistemas) no período de análise (1986, 1997 e 2011).

As atividades desenvolvimentistas, no período de 1986 a 2011, imprimiram quatro tipos de ecossistemas no entorno da Flona-PF. Os ecossistemas antropogênicos, ainda que predominantes, apresentaram uma redução de área ocupada, em contrapartida ao aumento da área coberta pelos ecossistemas naturais. A redução das áreas de cultivo agrícola e da pecuária pode ser atribuída à intensificação da mecanização agrícola, ao longo do tempo, que provavelmente dificultou o cultivo agrícola em regiões de relevos íngremes, possibilitando a recuperação da vegetação natural nesses locais. Além disso, a redução de áreas de pastagem e a fiscalização de crimes ambientais no entorno da Flona podem ter contribuído com o aumento da área ocupada pelos ecossistemas naturais.

As atividades agropecuárias em conjunto com o sistema agrícola de produção constituem as principais forças diretas de mudanças da paisagem do entorno da Flona-PF, principalmente, em função da produção intensiva do cultivo temporário de espécies como soja, milho e trigo, cultivados em extensas áreas de estabelecimentos agrícolas não familiares.

As áreas urbanas associadas ao crescimento populacional juntamente a demanda por apropriação das terras da Flona pela comunidade indígena Kaingang, representam as principais forças indiretas de mudanças da paisagem do entorno da Flona-PF, ocupando menores proporções de áreas da paisagem, mas exercendo influência nas forças diretas de mudanças.

A dinâmica do uso da terra do entorno da Flona-PF mostra uma tendência à recuperação da vegetação natural, apontando uma redução das forças diretas de mudanças sobre os ecossistemas naturais. Entretanto é essencial que os municípios do entorno, juntamente aos órgãos ambientais nas esferas municipais, estaduais e federais, garantam a continuidade dos remanescentes de vegetação natural do entorno da Flona-PF, na perspectiva da manutenção da biodiversidade regional e dos serviços ecossistêmicos proporcionados ao bem-estar humano, como por exemplo, a conservação dos recursos hídricos, utilizados para o abastecimento humano, para a dessedentação animal e produção de energia elétrica, bem como, para a manutenção da biodiversidade de polinizadores e controladores biológicos da macro e microfauna do solo, essenciais para a produção agrícola

de espécies temporárias e permanentes.

2.5. Referências

BDMEP - **BANCO DE DADOS METEOROLÓGICOS PARA ENSINO E PESQUISA** – Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: setembro de 2013.

BRASIL. Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. **Texto da Lei 9985 de 18 de julho de 2000 e vetos da Presidência da República ao PL aprovado pelo Congresso Nacional e Decreto Nº 4.340, de 22 de agosto de 2000**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente MMA/SBF. 2004. 56 p.

COSTANZA, ROBERT. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**. v. 387. p. 253-258, 1997.

DOBROVOLSKI, R, et al. Agricultural Expansion Can Menace Brazilian Protected Areas During the 21st Century. **Natureza & Conservação**, v.9, n.2, p.208-213, December 2011a. Disponível em: doi:10.4322/natcon.2011.027. Acesso em: maio de 2012.

DOBROVOLSKI, R, et al. Agricultural expansion and the fate of global conservation priorities. **Biodiversity and Conservation**, v.20, p.2445–2459, 2011b. Disponível em: doi:10.1007/s10531-011-9997-z. Acesso em: maio de 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: 2.ed. 2006. 306 p.

ESTACOES FERROVIÁRIAS DO BRASIL. Disponível em: http://www.estacoesferroviarias.com.br/rs_marcelino-stamaria/rs_marcelino-stamaria.htm. Acesso em: setembro de 2013.

FEE - **Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul**. Disponível em: http://www.fee.tche.br/sitefee/pt/content/resumo/pg_coredes.php. Acesso em: junho de 2013.

FEPAM - **Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler** – RS. Disponível em: http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases_geo.asp. Acesso em: maio de 2010 e 2011.

FIRAMORE, E. B. (org). **Planejamento Estratégico da região da Produção: do Diagnóstico ao Mapa Estratégico 2008/2028**. Editora: UPF. Passo Fundo, RS. 2010. 156 p.

GREEN, R. E. et al. Farming and the Fate of Wild Nature. **Science**, v.307, p. 550-

555, 2005. Disponível em: PMID:15618485. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1106049>. Acesso em: outubro de 2012.

HASENACK, H.e WEBER, E (org). **Base Cartográfica Vetorial contínua do Rio Grande do Sul – escala 1:50.000**. Porto Alegre, UFRGS-IB-Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM (Série Geoprocessamento 3).

HABER, W. System Ecological concepts for environmental planning. In KLIJN, F. K. (Ed) **Ecosystem Classification for Environmental Management**. Academic Publishers. 1994. p. 49-67.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2006. 146 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil**. 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em maio de 2012.

INPE - **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, 2011. Disponível em: <http://regima.dpi.inpe.br/>. Acesso em: abril de 2011.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis**. World Resources Institute, Washington, DC. 2005.

MITTERMEIER, R. A. et al. **Hotspots Revisited. Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions**. Conservation International. 392p. 2005.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-857, 2000. Disponível em: PMID:10706275. <http://dx.doi.org/10.1038/35002501>. Acesso em: novembro de 2012.

NELSON, G. C. et al. Anthropogenic Drivers of Ecosystem Change: an Overview. Anthropogenic drivers of ecosystem change: an overview. **Ecology and Society**, v.11, n.2, 29 p. 2006. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art29/>. Acesso em: março de 2013.

NOVO, E. M. L. Métodos de Extração de Informações. In: **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. São Paulo. Editora Blucher. 2008. p. 253 - 301.

PEREIRA, HENRIQUE. M. et al. Scenarios for Global Biodiversity in the 21st Century. **Science**. Dezembro de 2010: v. 330, n. 6010, p. 1496-1501. Disponível em: DOI:10.1126/science.1196624. Acesso em: outubro de 2011.

RODRIGUES, ANA. S. L. et al. Boom-and-bust development patterns across the Amazon deforestation frontier. **Science**. v. 324, p. 1435-1437, 2009. Disponível em: PMID:19520958. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1174002>. Acesso em: março de 2012.

SALA O. E. et al. Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. **Science**. 287: 1770-1774, 2000. Disponível em: PMID:10710299. <http://dx.doi.org/10.1126/science.287.5459.1770>. Acesso em: abril de 2013.

SEMA (Secretaria estadual de Meio Ambiente). **Bacias Hidrográficas do RS**. Disponível: http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=56&cod_conteudo=6250. Acesso em: setembro de 2013.

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação automática. **Censo Demográfico de 2010**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=cd&o=2&i=P&c=200>. Acesso em: setembro de 2012.

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação automática. **Censo Agropecuário de 2006 e Produção agrícola municipal de 1990 a 2011**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=t&o=3>. Acesso em: junho de 2013.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Editora: UFRGS, Porto Alegre, RS. 122 p. 2000.

WALLACE, KEN J. Classification of ecosystem services: Problems and solutions. **Biological Conservation**, v.139, p. 235-246, 2007.

WENTS, L. I. M. **Os caminhos da Madeira: Região Norte do Rio Grande do Sul (1902 - 1950)**. Passo Fundo: UPF. 2004. 180 p.

**Análise espaço-temporal da fragmentação da
vegetação natural do entorno da Floresta Nacional de
Passo Fundo, RS**



Vegetação natural. Foto: Agosto/2011, E. C. Scariot, Mato Castelhano, RS

RESUMO

Análise espaço-temporal da fragmentação da vegetação natural do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo, RS.

Foi realizada a análise espacial e temporal da fragmentação dos remanescentes de vegetação natural do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo, RS, entre os anos de 1986, 1997 e 2011, para identificar a condição da conectividade/isolamento e complexidade das manchas de vegetação natural (Floresta Ombrófila Mista, Várzea e Campo) e assim contribuir com a conservação da biodiversidade regional. O processo de fragmentação foi avaliado com base em métricas de paisagem em nível de classe e manchas, aplicadas por meio do software Fragstats 4.1. As métricas adotadas para esta análise, em nível de classe, foram PLAND, NP, LPI, AREA_MN, ENN_MN e em nível de mancha foram ENN e SHAPE. A área ocupada pela vegetação natural variou de 14,5% em 1986 para 19,2% em 2011, em relação à área total do entorno da Flona-PF. Neste período, a área média das manchas e a proporção ocupada pela maior mancha aumentaram, e as distâncias de isolamento entre os remanescentes de vegetação natural (manchas) reduziram. No entanto, a forma geométrica dos remanescentes tornou-se mais complexa, ou seja, mais linear e/ou irregular, de 1986 a 2011. Este cenário sugere uma redução das ações desenvolvimentistas no processo de fragmentação do entorno da Flona-PF, durante o período de investigação e uma tendência a redução da pressão das forças diretas de mudanças sobre os ecossistemas naturais. Entretanto, a área remanescente de vegetação nativa no entorno da Flona-PF ainda não é considerada suficientemente ampla para garantir a conservação e continuidade da biodiversidade regional.

Palavras-chave: fragmentação; conectividade da paisagem; complexidade da paisagem.

ABSTRACT**Spatial and temporal analysis of the natural vegetation fragmentation of the Passo Fundo National Forest (RS) surrounding's.**

It was carried out the spatial and temporal analysis of the natural vegetation fragmentation of the Passo Fundo National Forest, RS, surrounding's between the years 1986, 1997 and 2011, to identify the connectivity / isolation condition and the natural vegetation patches complexity (Araucaria Forest, Flooded area and grassland) and their contribution to regional biodiversity conservation. The fragmentation process was evaluated based on landscape metrics of class and patches level through Fragstats 4.1 software. The metrics adopted for this analysis, in class and patches level, were PLAND, NP, LPI, AREA_MN, ENN_MN and patches level were ENN and SHAPE. The area occupied by natural vegetation ranged from 14.5% in 1986 to 19.2% in 2011, compared to the total area of surrounding Flona-PF. In this period, the average area of the patches and the proportion occupied by the largest patch increased and the isolation distances between the remaining natural vegetation (patches) decreased. However, the geometric shape of remnants become more complex, which is more linear and / or irregular, from 1986 to 2011. This scenario suggests a reduction of developmental actions in the fragmentation process surrounding the Flona-PF, over 25 years and a tendency to reduce the pressure of the direct forces of change on natural ecosystems. However, the remaining area of native vegetation surrounding the Flona-PF is still not considered large enough to ensure the preservation and continuity of the regional biodiversity.

Keywords: fragmentation; landscape connectivity; landscape complexity.

3.1. Introdução

A fragmentação e a perda de habitat resultantes, principalmente, das atividades agrícolas e da expansão urbana são consideradas as maiores ameaças à perda de biodiversidade (FAHRIG, 2003; LAURANCE e BIERREGAARD, 1997).

O processo de fragmentação provoca alterações no arranjo espacial e nos processos ecológicos das comunidades (SAUNDERS et al., 1991), resultando em remanescentes de habitats naturais, com tamanhos, complexidade de formas, proximidades e limiares de conectividade críticos, que podem comprometer a biodiversidade, bem como, ocasionar a extinção abrupta de algumas espécies (METZGER e DÉCAMPS, 1997; ANDRÈN, 1994).

A perda de habitat natural acarreta efeitos diretos e indiretos, sobre o componente biótico, na forma de alterações na distribuição, abundância e interações entre as espécies, e sobre o componente abiótico, na forma de mudanças na temperatura, luminosidade, umidade relativa do ar e velocidade do vento, configurando o efeito de borda (MURCIA, 1995).

Uma medida para evitar a perda de biodiversidade, garantir manutenção dos remanescentes de vegetação natural e, conseqüentemente, reduzir os efeitos da fragmentação foi a criação das unidades de conservação (UCs) e das suas Zonas de Amortecimento, instituído pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC - Lei 9.985 de 18/06/2000, artigo 2º, inciso XVIII) (BRASIL, 2004).

Segundo o BRASIL (2004), a função da zona de amortecimento, juntamente com a de corredores ecológicos, é a de garantir a conectividade entre os ecossistemas, além de permitir a manutenção dos processos ecológicos, do fluxo de espécies e de genes, além de proteger a UC dos efeitos negativos das intervenções humanas.

Apesar das exigências legais, pouca atenção tem sido dada ao planejamento e manejo do entorno das áreas protegidas (TAMBOSI, 2008; PERELLÓ et al., 2012; WALLACE et al., 2005). No Brasil, faltam diretrizes para a inclusão do entorno das UCs nas políticas de conservação da biodiversidade e regulamentos específicos para estabelecer os limites das ZAs (KINOUCI, 2010). Em geral, a delimitação das ZAs está baseada em critérios arbitrários, e não relacionado às peculiaridades da área protegida (KELLY e ROTENBERRY, 1993).

Informações sobre a estrutura da paisagem são fundamentais para iniciar o processo de manejo do entorno de áreas protegidas, embora expliquem indiretamente os efeitos sobre os processos ecológicos. A estrutura ou o padrão espacial da paisagem pode responder questões sobre a composição e a disposição dos elementos estruturais que a compõem.

Neste aspecto, diferentes métricas auxiliam a compreensão do processo de fragmentação da paisagem, em termos do arranjo espacial da mesma, do grau de fragmentação e, do grau de isolamento e complexidade de formas dos remanescentes de vegetação natural (METZGER, 2006).

Este estudo analisou o processo de fragmentação dos habitats naturais do entorno da Flona de Passo Fundo (Flona - PF), uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável do Rio Grande do Sul, Brasil, para os anos de 1986, 1997 e 2011, com a finalidade de identificar a condição da conectividade/isolamento e complexidade das manchas de habitat natural e contribuir para estratégias de manejo do entorno desta Unidade de Conservação. Para isso, buscou-se responder as seguintes questões:

- a) Houve intensificação do processo de fragmentação dos habitats naturais no entorno da Flona-PF, entre os anos de 1986 a 2011?
- b) Ocorreram alterações no grau de isolamento e na complexidade de formas dos remanescentes de vegetação natural do entorno da Flona-PF, entre os anos de 1986 a 2011?
- c) Qual a condição de isolamento (distância) dos remanescentes de vegetação natural do entorno da Flona-PF entre os anos de 1986 a 2011, e onde estão localizados os remanescentes mais isolados?

3.2. Materiais e métodos

3.2.1. Área de estudo

A área de estudo compreende o entorno da Flona-PF, representado pelos limites territoriais dos municípios de Mato Castelhano, Passo Fundo, Gentil, Marau, Vila Lângaro, Coxilha e Água Santa. A Flona-PF possui uma área de 1.281 ha e está inserida no município de Mato Castelhano (**Figura 3.1**).

O relevo da área de estudo é caracterizado por formas homogêneas, representadas por colinas suaves e arredondadas também chamadas de coxilhas (Planalto das Missões) e por formas de relevo amplas e aplainadas (Planalto das Araucárias) (IBGE, 2003).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é temperado úmido com verão quente (Cfa). As temperaturas médias anuais variam entre 16 e 18°C e as temperaturas mais frias, nos meses de inverno, variam entre -3 e 10°C (SEMC, 2002). As fitofisionomias originais da área de estudo compreendem a Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária - altamontana), ocupando a maior extensão, e a Estepe (Campos do Sul do Brasil, gramíneo lenhosa - campestre com floresta de galeria), situada principalmente, nos municípios de Passo Fundo e Coxilha (IBGE, 2004).

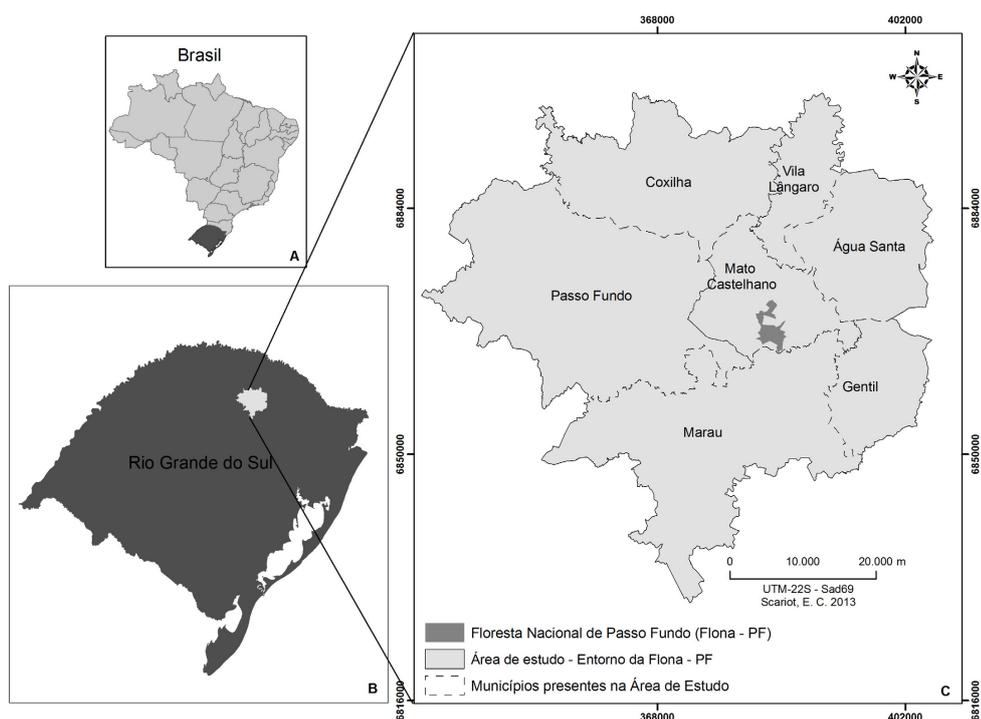


Figura 3.1.: Localização da área de estudo contemplando a Floresta Nacional de Passo Fundo, RS, e dos limites territoriais dos municípios que integram seu entorno.

3.2.2. Procedimentos

Elaboração de cartas temáticas de uso e cobertura da terra

Foram elaboradas cartas de uso e cobertura da terra do entorno da Flona-PF, referentes aos anos de 1986, 1997, e 2011, por meio da interpretação visual de imagem LandSat 5 TM (pontos 79 e 80; e órbita, 222). A composição das bandas 5; 4 e 3 nos canais RGB foram efetuadas em ambiente SIG Envi e a interpretação visual das imagens em MapInfo 10.0.

Com base nestas imagens foram elaboradas as cartas temáticas de vegetação natural, para os anos de 1986, 1997, e 2011, configuradas pelo agrupamento de Fragmentos de Floresta Ombrófila Mista em diferentes estágios sucessionais, várzea e campo. No formato vetorial essas cartas foram rasterizadas através do método de atribuição de valores celular Cell Center, no Software ArcGIS 9.3 e, posteriormente, importadas para o Fragstats 4.1 para cálculo de métricas da paisagem.

Análise da fragmentação

Para análise do grau de fragmentação do entorno da Flona-PF em nível de classe foram selecionadas as métricas: Proporção de vegetação natural na paisagem (PLAND, Pro-

portion of landscape), Número de Manchas (NP, Number of patches), Área Média das Manchas (AREA_MN, Mean patch area-ha), Proporção da maior mancha (LPI, Largest Patch Index), Média da distância Euclidiana do Vizinho mais próximo (ENN_MN, Euclidean Nearest-Neighbor Distance mean) e Média do Índice de Forma (SHAPE_MN, Shape Index mean). Para análise do grau de isolamento e complexidade de formas dos fragmentos de vegetação natural, em nível de mancha, foram utilizadas as métricas Distância Euclidiana do Vizinho mais próximo (ENN, Euclidean Nearest-Neighbor Distance) e Índice de Forma (SHAPE, Shape index).

Foi aplicada a análise de variância não paramétrica de Kruskal Wallis, com os dados obtidos da métrica ENN e SHAPE, para verificar a existência de variação significativa na conectividade e complexidade das manchas entre os anos de 1986, 1997 e 2011. Esta análise foi efetuada no software PAST.

Os intervalos de distância entre os fragmentos do entorno da Flona-PF, para os anos de 1986, 1997 e 2011, foram espacializados através de arquivos obtidos pelo Fragstats e tratados em Sig ArcGIS 9.3.

3.3. Resultados

3.3.1. Análise da fragmentação da paisagem de 1986 a 2011

Em 2011 a vegetação natural ocupava 19,2% do entorno da Flona-PF e, 16,9 e 14,5% nos anos de 1997 e 1986, respectivamente. Estas áreas de vegetação natural estavam distribuídas em 5.705 fragmentos em 2011, 5.789 em 1997 e 5.769 em 1986, com mais de 80% deles com extensão de até 10 ha, ocupando cerca de 31% da área total de vegetação natural, para os três anos de análise (**Figura 3.2**). A área ocupada pelos maiores fragmentos (500 a 2000 ha) foi de 5%, em 1986, 3,77% em 1997 e 7,29% em 2011.

A área média (Area_MN) dos fragmentos aumentou de 6,4 ha em 1986; para 7,8 ha em 1997 e 9,2 ha em 2011, e o percentual de área ocupada pela maior mancha (LPI) do entorno da Flona-PF foi de 0,38% em 1986, 0,35% em 1997 e 0,4% em 2011.

3.3.2. Grau e espacialização do isolamento dos fragmentos

A distância mínima, encontrada entre os fragmentos de vegetação natural, no período de análise, foi de 60 m, enquanto que a distância máxima foi de 958 m. A média das distâncias entre os fragmentos diminuiu do ano de 1986 para 2011, de 148,4 metros para 126 metros, respectivamente. Esse comportamento ocorreu de maneira similar em relação

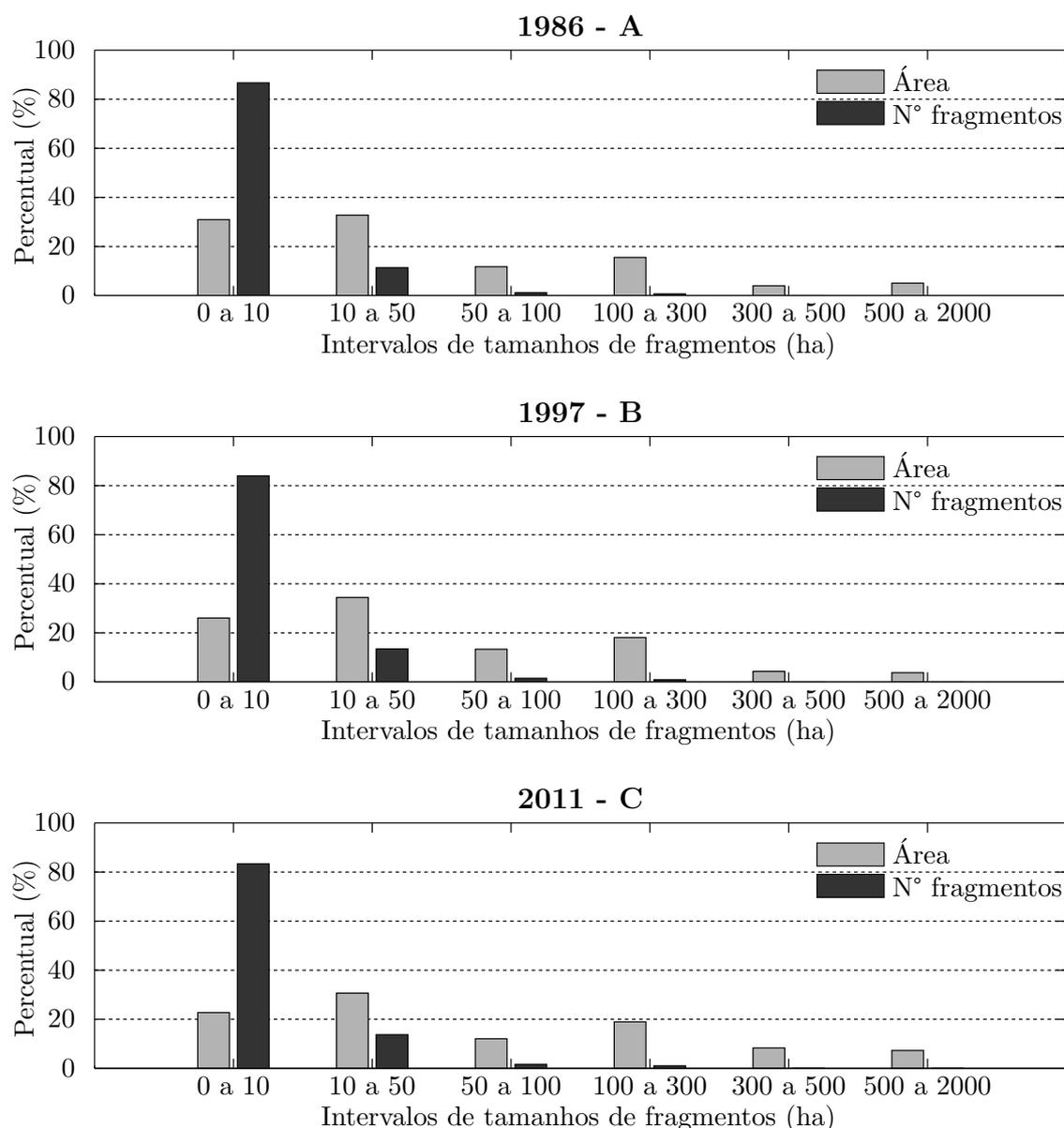


Figura 3.2.: Percentuais do número e da área dos fragmentos de vegetação natural do entorno da Flona-PF (Mato Castelhano, RS), para os anos de 1986 (A), 1997(B) e 2011(C).

à distância euclidiana do vizinho mais próximo (ENN) em nível de manchas (**Tabela 3.1**). Obteve-se uma diferença significativa nas distâncias das manchas entre os três anos ($p < 0,001$).

A maioria dos fragmentos, incluindo os que compõem a própria Flona-PF, se enquadra no menor intervalo de distância (60 a 200 m), para os três anos de investigação (**Tabela 3.1**). No ano de 1986, 19,82% dos fragmentos encontram-se categorizados nos intervalos de distâncias intermediários, de 200 a 600 m. Em 1997 e 2011 esse percentual reduziu para 16,15% e 13,53%, respectivamente. No maior intervalo de isolamento, de 600 a 1000 m, também se constatou uma redução no percentual de fragmentos de 1986 para

2011 (**Tabela 3.1**).

Tabela 3.1.: Classes de intervalos de distâncias entre os fragmentos de vegetação natural (% de número e área) para o entorno da Flona-PF (Mato Castelhana, RS), para os anos de 1986, 1997 e 2011.

Classes de distâncias (m)	1986		1997		2011	
	N° frag. (%)	Área (ha)	N° frag. (%)	Área (ha)	N° frag. (%)	Área (ha)
60 † 200	79,67	34.984,26	83,73	42.248,88	86,40	49.240,00
200 † 400	17,32	3.830,13	14,16	3318,75	12,41	2.766,06
400 † 600	2,50	499,32	1,99	524,43	1,12	220,41
600 † 1000	0,52	126	0,12	54,54	0,07	47,61
Total	100	39.439,71	100	46.146,6	100	52.274,08

A maior incidência de fragmentos mais isolados foi observada nos municípios de Passo Fundo, Coxilha, Água Santa, região norte de Mato Castelhana e extremo oeste de Marau, nos três anos de investigação conforme apresentado nas **Figuras 3.3A, B e C**.

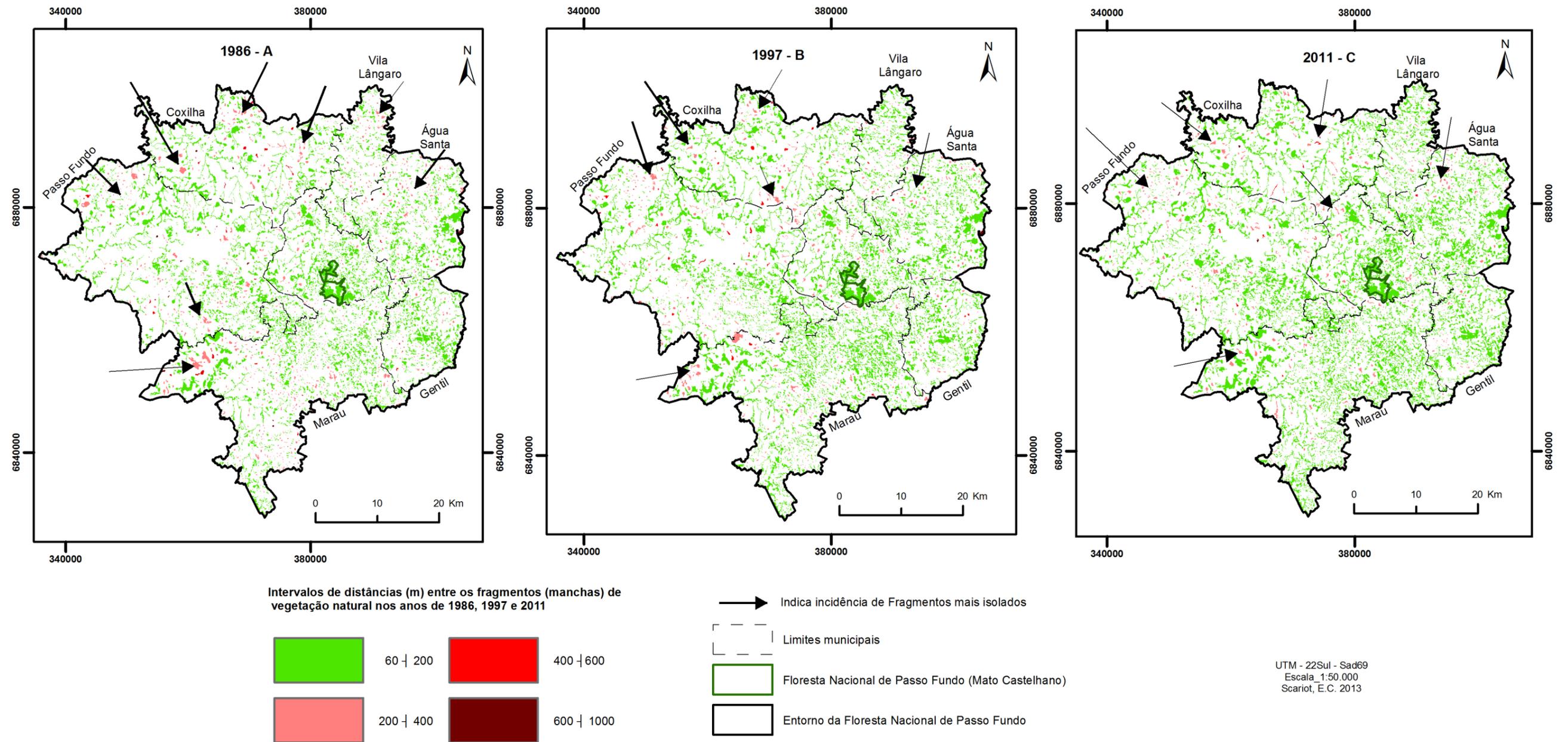


Figura 3.3.: Fragmentos de vegetação natural e classes de intervalos de distâncias entre os mesmos para o entorno da Flona-PF (Mato Castelhanos, RS) para o ano de 1986 (A), 1997 (B) e 2011 (C).

3.3.3. Complexidade de forma dos fragmentos de vegetação

A média do índice de forma (SHAPE_MN) no ano de 2011 foi mais elevada (1,60) que a média encontrada em 1997 (1,57) e em 1986 (1,50) observando-se um aumento na complexidade das formas das manchas de vegetação natural ao longo do período analisado. Essa constatação se repetiu na análise em nível de manchas (**Figuras 3.4 A, B, C**) detectando-se uma diferença significativa nas formas geométricas de cada mancha, entre os três anos de investigação ($p < 0,001$).

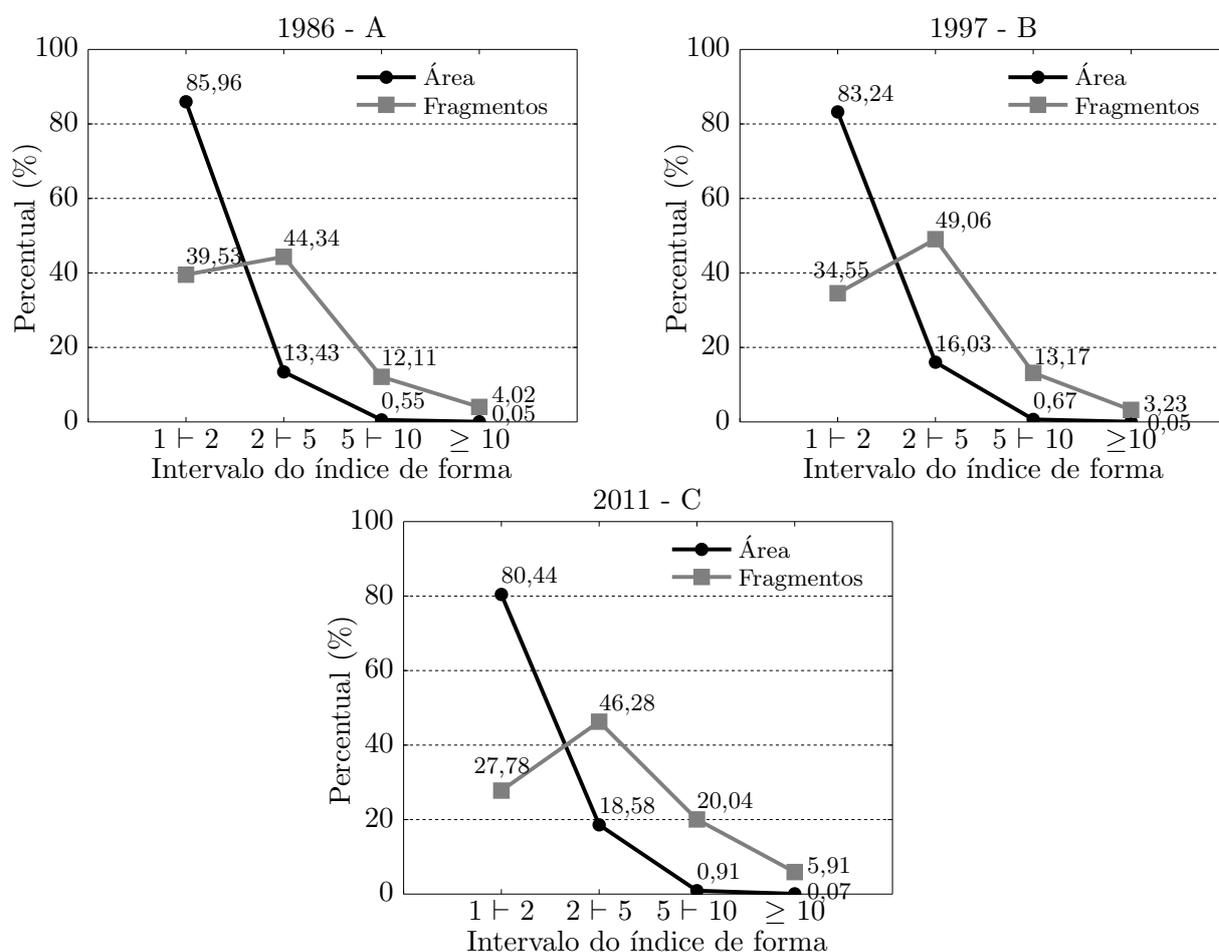


Figura 3.4.: Percentual do número e área dos fragmentos de vegetação natural, em relação aos diferentes intervalos do Índice de Forma, para o entorno da Flona-PF (Mato Castelhano, RS) para os anos de 1986(A), 1997(B) e 2011(C).

3.4. Discussão

A área do entorno da Flona-PF ocupada pela vegetação natural no ano de 2011 foi maior que às observadas para os anos de 1997 e 1986. Esse resultado evidencia uma redução dos efeitos da fragmentação sobre os habitats naturais ao longo do período analisado. Esse cenário, provavelmente, reflete a intensificação regional da mecanização agrícola,

principalmente na década de 80, do século passado, conforme relata o censo agropecuário de 2010.

A intensificação da mecanização agrícola, caracterizada pelo uso de implementos agrícolas como tratores, colheitadeiras etc., apesar de agilizar as atividades agrícolas, não favorece o plantio e a colheita em terrenos íngremes, induzindo os agricultores rurais a deixarem de cultivar nestes locais. O aumento da vegetação natural em 2011 pode estar relacionado a esta condição. De qualquer modo, 19,2% de vegetação natural, ainda é considerado um percentual crítico para suprir as necessidades de sobrevivência de várias espécies. Rybicki e Hanski (2013) e Andr en (1994) citam que uma cobertura vegetal inferior a 20% da área total de paisagens fragmentadas, remete a um percentual que pode aumentar o risco de extinção de muitas espécies.

A redução no número total e o aumento da área média dos fragmentos de vegetação natural, em 2011, sugere uma atenuação do processo de fragmentação, quando comparada aos anos de 1997 e 1986, embora 83% dos fragmentos de 2011 apresentam áreas inferiores a 10 ha. Ribeiro et al. (2009) relatam um comportamento similar para a fitofisionomia de Mata Atlântica, em que 80% dos fragmentos são menores que 50 ha. Do mesmo modo, Ranta et al. (1999), também relatam, para fitofisionomia de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil, que 45% dos fragmentos apresentam áreas inferiores a 10 ha.

A presença de pequenos fragmentos tem uma função dicot mica em paisagens alteradas. Embora ocupem extensões reduzidas da paisagem total, têm importante função como trampolim ecológico (stepping stone) em paisagens fragmentadas. Boscolo e Metzger (2011) verificaram que pequenas manchas de habitat e também fragmentos lineares (corredores) são mecanismos de conectividade funcional entre grandes áreas de habitat, as quais mant m populações de espécies menos generalistas. Consideram que esses mecanismos de conectividade são importantes em paisagens com intensa atividade humana e ausência grandes áreas naturais contínuas (BOSCOLO e METZGER, 2011).

No entanto, Gibson, et al. (2013), verificaram uma alta taxa de extinção em comunidades de pequenos mamíferos, em fragmentos florestais da Tailândia inferiores a 10 ha, bem como, a redução, mais lenta da riqueza de espécies em fragmentos com área de até 56 ha. Além disso, evidenciaram a presença de uma espécie invasora de roedor (*Rattus tiomanicus*), em todos os fragmentos florestais estudados. Os autores consideram o efeito dessa espécie de roedor altamente prejudicial à fauna nativa, principalmente aves. Para Gibson et al. (2013), o aparente sinergismo entre fragmentação de habitats e invasão de espécies reforça a necessidade da continuidade de grandes fragmentos de vegetação natural na paisagem.

A presença de grandes fragmentos de vegetação natural na paisagem é fundamental para manutenção de espécies que necessitam de habitats específicos, como aquelas que dependem das condições existentes no centro (core) de grandes fragmentos. Neste estudo, a proporção da paisagem ocupada pela maior mancha atingiu o percentual de 0,4% em 2011, a qual é considerada inferior, quando comparada com a relatada em outras pesquisas. A maior mancha encontrada por Cemim et al. (2009), em Floresta Ombrófila Mista, no Vale do Taquari, RS, ocupou um percentual de 9,27%, e a encontrada por Zanella et al. (2012), no município de Minas do Carmo, em Minas Gerais, foi de 2,6%. No presente estudo, a maior mancha encontrada, refere-se a um dos fragmentos que compõem a Flona-PF e a um fragmento contínuo a mesma, situado em uma propriedade particular. Desta forma, a Flona-PF tem fundamental importância para a conservação da biodiversidade regional, sendo a única unidade de conservação de domínio público e também a maior mancha de habitat natural presente na região em estudo.

A redução significativa nos valores das distâncias de isolamento entre as manchas de habitat natural, no intervalo de 1986 para 2011, indica uma atenuação no grau de isolamento entre as manchas do entorno da Flona-PF, sugerindo uma melhoria na condição de conectividade estrutural, provavelmente, devido ao aumento da extensão de vegetação natural constatada em 2011.

A maior incidência de manchas de vegetação natural, mais isoladas, com distâncias acima de 200 m, nos municípios de Passo Fundo, Coxilha, Água Santa, região norte de Mato Castelhano e extremo oeste de Marau (Figura 3), pode estar associada às características do relevo destes locais, que apresentam declividades planas a onduladas, aos tipos de solos, e ao regime agrícola predominante, baseado na presença de extensas propriedades rurais (IBGE, 2006). Devido a estes fatores essas regiões tornaram-se propícias às intensas atividades agrícolas e favorecem o aumento das distâncias de isolamento entre as manchas de habitat natural. Bennett e Saunders (2010), consideram, por exemplo, que as atividades de desmatamentos são comuns em áreas mais planas, de menor declividade e em solos mais produtivos.

A crescente complexidade de formas das manchas ou fragmentos de vegetação natural, no período de 1986 a 2011 resultou em manchas com geometria linear ou irregular. Apesar do aumento das áreas de vegetação natural, reduzir a distância entre as manchas, muitos fragmentos apresentam formas correspondentes, principalmente, à vegetação ciliar de rios e córregos. Segundo Collinge (1996) a forma geométrica dos fragmentos, assim como a área, também influencia na extensão dos efeitos de borda. Entretanto, fragmentos lineares ou com formas irregulares, apesar de sujeitos a maior efeito de borda, constituem meca-

nismos de conectividade entre habitats naturais, bem como, contribuem para a proteção dos recursos hídricos, quando situados sobre as margens de rios e córregos. Desta forma, a conservação e a restauração destes tipos de fragmentos são fundamentais para melhoria da conectividade estrutural e da conservação dos recursos hídricos do entorno da Flona-PF.

3.5. Conclusões

O aumento na proporção de vegetação natural, na média de área dos fragmentos, bem como, a redução significativa do isolamento entre os remanescentes de vegetação natural do entorno da Flona-PF, em 2011, apontam uma redução no processo de fragmentação. No entanto, a proporção de vegetação natural atual ainda pode ser considerada crítica para sobrevivência de algumas populações, uma vez que está distribuída, em muitos fragmentos pequenos (menores de 10 ha), com formas lineares ou irregulares. Fragmentos menores e com formas lineares, apesar de apresentarem uma importante função como trampolins ecológicos e mecanismos de conectividade, podem não ser suficientes para atender a manutenção de espécies não generalistas, além serem mais vulneráveis a colonização de espécies exóticas contaminantes.

A conservação de grandes áreas de habitat natural é fundamental para a manutenção de espécies que exigem condições específicas de habitat. Nesse aspecto a Flona-PF é de fundamental importância, pois constitui a maior mancha de habitat natural da paisagem, e ainda a única unidade de conservação de domínio público existente na região do seu entorno.

Os fragmentos com maiores distâncias de isolamento foram mais frequentes nos municípios de Passo Fundo, Coxilha, Água Santa e regiões dos municípios de Mato Castelhano e Marau. Visando atender aos objetivos inerentes às ZAs, bem como, as condições do entorno da Flona-PF, é fundamental que estes fragmentos mais isolados e que a conectividade entre os mesmos, sejam consideradas nas estratégias de manejo da região em estudo.

3.6. Referências

ANDRÉN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos*, v. 71, p. 355-366, 1994. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2307/3545823>. Acesso em: junho de 2013.

BOSCOLO, D. e METZGER J. P. Isolation determines patterns of species presence in highly fragmented landscapes, *Ecography*, p. 1-12, janeiro de 2011. Disponível em: doi:

10.1111/j.1600-0587.2011.06763.x Acesso em: junho de 2013.

BENNETT, A. F. e SAUNDERS, D. A. Habitat fragmentation and landscape change. In: SODHI, N. S e EHRLICH, P. R. (eds.) **Conservation Biology for All**. Cap. 5. 2010, p. 88-104. Disponível em: <http://ukcatalogue.oup.com/product/9780199554249.do>. Acesso em: maio de 2011.

BRASIL, Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, **Texto da Lei 9985 de 18 de julho de 2000 e vetos da Presidência da República ao PL aprovado pelo Congresso Nacional e Decreto Nº 4.340, de 22 de agosto de 2000**. Brasília: MMA/SBF. 2004, 56 p.

CEMING, P. E. e REMPEL, C. Composição e configuração da paisagem da sub-bacia do arroio Jacaré, Vale do Taquari-RS, com ênfase nas áreas de florestas. **Árvore**, v.33, p. 705-711, 2009.

COLLINGE, S. K, Ecological consequences of habitat fragmentation: implications for landscape architecture and planning. **Landscape and Urban Planning**, v.36 p. 59-77, 1996.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 34, p. 487-515, 2003.

GIBSON, L. et al. Near-Complete Extinction of Native Small Mammal Fauna 25 Years After Forest Fragmentation. **Science**, v. 341. September. p. 1508-1510. 2013.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil**. 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: julho de 2013

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Geomorfologia do Brasil. Rio Grande do Sul**. Carta Passo Fundo (SH.22-V-B), escala 1:250.000. 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro. 2006, 146 p.

KELLY, P.A. and J.T. ROTENBERRY. 1993. **Buffer Zones for Ecological Reserves in California: Replacing Guesswork with Science**. In Interface Between Ecology and Land Development in California, ed. J. Keeley. Los Angeles, California: Southern California Academy of Sciences.

KINOUCI, Marcelo. R. 2010. **Da proximidade à vizinhança: desenho e gestão das zonas de amortecimento em unidades de conservação** 2010. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, SP, 2010.

LAURANCE, W. F. e BIERREGAARD, R. O. JR. (eds), **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities**. The University of Chicago Press, Chicago e London. 1997.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem: uso adequado de métricas. In: CULLEN-JUNIOR L.; PÁDUA, C. V. e RUDY, R. **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. 2 ed. Curitiba: UFPR. 2006. p. 423-453.

METZGER, J. P. e DÉCAMPS, H. The structural connectivity threshold: an hypothesis in conservation biology at the landscape scale. **Acta Ecologica**, v. 18, p. 1-12, 1997.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 10, p. 58-62, 1995.

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.

RANTA, P. et al. The fragmented Atlantic rain Forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, v. 7, p.385-403, 1998. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1008885813543>. Acesso em: julho de 2013.

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**, v. 142, p. 1141-1153, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>. Acesso em: setembro de 2013.

RYBICKI, J. e HANSKI, I. Species–area relationships and extinctions caused by habitat loss and fragmentation. **Ecology Letters**, v.16, p. 27-38, 2013. Disponível em: [doi:10.1111/ele.12065](https://doi.org/10.1111/ele.12065). Acesso em: julho de 2013.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R.J. e MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, v. 5, p. 18-32, 1991. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.1991.tb00384>. Acesso em: junho de 2013.

TAMBOSI, L. R. 2008. **Análise da paisagem no entorno de três Unidades de conservação: subsídios para criação da Zona de Amortecimento**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Ecologia. Universidade de São Paulo, 2008.

WALLACE, G. N., 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, p. 64-42, 2005.

SEMC, Secretaria de Energia, Minas e Comunicações. **Atlas Eólico: Rio Grande do**

Sul. 2002. 70 p.

ZANELLA, L. et al. Atlantic Forest Fragmentation Analysis and Landscape Restoration Management Scenarios. **Natureza & Conservação**, v. 10, n. 1, p. 57-63, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/natcon.2012.010> Acesso em: janeiro de 2013.

**Indicadores de sustentabilidade ecológica do entorno
da Floresta Nacional de Passo Fundo, RS**



Vegetação Natural. Foto: Agosto/2011, E. C. Scariot, Mato Castelhano, RS

RESUMO

Indicadores de sustentabilidade ecológica do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo, RS

A sustentabilidade ecológica visa a manutenção, em um mesmo local e tempo de dois elementos interativos, as atividades culturais/econômicas e o funcionamento dos processos ecossistêmicos. Para analisar e mensurar a sustentabilidade ecológica de uma determinada paisagem é necessário conhecer seus padrões espaciais e temporais resultantes, principalmente, das relações entre as atividades antrópicas e as condições abióticas. O objetivo deste artigo foi analisar os efeitos da intensidade do uso da terra sobre os padrões espaciais e temporais da paisagem do entorno da Flona-PF, por meio do emprego de indicadores de naturalidade/urbanidade (*IB*), qualidade ambiental da vegetação natural (*IQABIO*) e vulnerabilidade ambiental da paisagem (*IVA-P*), para identificar a condição da sustentabilidade ecológica da mesma, bem como, elaborar cenários de conservação da biodiversidade regional. Os indicadores utilizados foram calculados com base no da Flona-PF e na estimativa dos mesmos pelo software Idrisi Selva. O grau de naturalidade e o de qualidade ambiental aumentou de 1986 a 2011, e o grau de vulnerabilidade ambiental da paisagem diminuiu de 1986 para 2011, em algumas regiões específicas do entorno da Flona-PF. Esses resultados apontam uma tendência na mitigação das forças diretas de mudanças sobre a paisagem, para o período de investigação, porém ainda insuficiente para afirmar a melhoria na condição de sustentabilidade ecológica no da Flona-PF. Os fragmentos de vegetação natural que compõem a Flona-PF e outros presentes no entorno, foram destacados por apresentarem maior qualidade e naturalidade, e menor vulnerabilidade, sendo utilizados para geração de cenários potenciais de conservação da biodiversidade regional. Entretanto, o cenário atual (de 2011) está submetido a uma condição de risco, resultante da pressão de uma força indireta de mudança de uso da terra, representada pela demanda por apropriação do território da Flona-PF pela comunidade indígena local.

Palavras-chave: naturalidade; qualidade ambiental; vulnerabilidade ambiental.

ABSTRACT

Ecological sustainability indicators of the Passo Fundo National Forest (RS) surrounding's.

Ecological sustainability is aimed at maintaining, in the same place and time, the cultural/economic and functioning of ecosystem processes interactive elements. To analyze and estimate the ecological sustainability of a particular landscape is important to understand their spatial and temporal patterns, resulting mainly from the relationship between human activities and their abiotic conditions. The purpose of this chapter was to analyze the effects of the intensity of land use on spatial and temporal patterns of the Flona-PF surrounding landscape, through the use of naturalness/urbanity (*IB*), environmental quality of natural vegetation (*IQABIO*) and landscape environmental vulnerability (*VAT-P*) indicators, to identify its ecological sustainability condition, as well as delineate regional biodiversity conservation scenarios. The indicators were calculated based on the processing of thematic maps of land use for the years 1986, 1997 and 2011, of the municipalities surrounding Flona-PF and the application of their respective equations by Idrisi Selva. The degree of naturalness and environmental quality increased from 1986 to 2011, and the degree of landscape environmental vulnerability decreased from 1986 to 2011 in some specific regions of the municipalities surrounding Flona-PF. These results indicate a trend in mitigation of direct forces of change on the landscape, for the period of investigation, but insufficient to assure the improvement in the ecological sustainability condition in the Flona-PF surrounding. The fragments of natural vegetation that comprise the Flona-PF and some present in the surrounding municipalities, were highlighted by presenting high quality and naturalness, and less vulnerability that is being used to generate potential scenarios for the conservation of regional biodiversity. However, the current scenario (2011) is subjected to an unsafe condition, resulting from the pressure of an indirect force for change of land use, represented by the demand for ownership of the territory Flona-PF by the local indigenous community.

Keywords: naturalness; environmental quality; environmental vulnerability.

4.1. Introdução

A perda da biodiversidade pode influenciar diretamente a estrutura e o funcionamento do ecossistema (HOPPER, et al.; 2005), reduzindo sua resiliência ou sua capacidade de adaptação, tornando-o vulnerável a perturbações ambientais (CHAPIN et al., 2000), e colocando em risco os serviços ecossistêmicos proporcionados ao bem-estar humano (CARPENTER et al., 2009). Atualmente, a conversão de áreas naturais em antrópicas é considerada como o principal fator de mudança global da biodiversidade (GUILHERME e PEREIRA, 2013).

Existem evidências de que as atividades humanas ocupam cerca de 36% da superfície terrestre total, enquanto que 37% encontra-se sob efeitos de perturbações decorrentes das atividades antrópicas e apenas 27% encontra-se em condições intactas (HABERL et al., 2004). De modo similar, Sanderson et al. (2002) e Ellis e Ramankutty (2008) consideram que 83% da superfície terrestre está sob influência humana direta. Apesar deste cenário favorecer o crescimento econômico, cerca de 1,2 bilhões de pessoas, um quinto da população mundial, vive em condição de extrema pobreza, com menos de um dólar, per capita, por dia. Desta forma, a busca pela solução ou amenização dos problemas ecológicos e sócio-econômicos torna-se a principal finalidade da sustentabilidade.

Algumas maneiras de inferir ou mensurar a sustentabilidade ecológica de paisagens ou ecossistemas têm sido foco de vários estudos de planejamento e gestão territorial. Uma das formas é conhecer os padrões espaciais e temporais das paisagens, que são determinados pela relação entre as atividades humanas e as condições abióticas como, por exemplo, os tipos de solo, geomorfologia e clima. A interação destes dois fatores determinam a atual configuração ou padrão espacial das paisagens, possibilitando inferir, indiretamente, sobre a sustentabilidade ecológica. O uso de indicadores biológicos, são complementares a este tipo de análise e mais adequados para geração de dados sobre a sustentabilidade ecológica em longo prazo.

A sustentabilidade ecológica da paisagem foi utilizada por Callicott e Mumford (1997), para complementar o conceito de sustentabilidade. Este conceito utilizado recentemente por outros autores como Peterseil et al. (2004) e Renetzeder et al. (2010) restringem a sustentabilidade ecológica à manutenção, em um mesmo local e tempo, de dois elementos interativos: atividades culturais/econômicas e saúde do ecossistema. Callicott e Mumford (1997) consideram que todos os empreendimentos não deveriam ser implementados somente com base em critérios econômicos, mas sim, considerando os prejuízos à saúde dos ecossistemas, ou seja, o funcionamento dos processos ecossistêmicos.

O termo saúde dos ecossistemas é considerado ainda incipiente e está associado ao conceito de integridade ecológica (CALLICOTT e MUMFORD, 1997). No entanto, em sua abrangência a integridade ecológica visa a conservação da estrutura e composição de comunidades biológicas, estando relacionada à conservação da biodiversidade em paisagens com a mínima interferência humana, como por exemplo, em unidades de conservação (UCs) de proteção integral. O conceito de saúde do ecossistema, diretamente associado à sustentabilidade ecológica, refere-se a conservação da biodiversidade de paisagens sujeitas a interferências humanas, em que as atividades antrópicas e a conservação da biodiversidade são, inevitavelmente, concomitantes, como por exemplo em unidades de conservação de uso sustentável. Neste caso, a sustentabilidade ecológica pretende a manutenção e continuidade dos serviços ambientais, como produção de alimentos, madeira, combustíveis, etc, de forma que sejam garantidos também os serviços ecossistêmicos, tais como, a purificação do ar, água potável, controle de inundações, a polinização das culturas etc (CALLICOTT e MUMFORD, 1997).

O conceito de sustentabilidade ecológica surgiu da iniciativa da Reserva da Biosfera Mundial, que incorpora abordagens complementares, que priorizam além da conservação de áreas estritamente protegidas, zonas tampão e de transição, inseridas em áreas habitadas pelas populações humanas e sob influência das suas atividades econômicas e culturais (CALLICOTT e MUMFORD, 1997).

Renetzeder et al. (2010) e Peterseil et al. (2004) propõem o uso de indicadores estruturais da paisagem para analisar a sustentabilidade ecológica, como por exemplo, o indicador de naturalidade e métricas da paisagem. Estes autores avaliaram a sustentabilidade ecológica em escalas regional, nacional e européia, com base nos conceitos de hemerobia e de geometrização de padrões espaciais da paisagem propostos, respectivamente, por Naveh e Leebermann (1984), Forman (1995) e Turner et al. (2001). Esses conceitos foram utilizados para avaliar a magnitude dos efeitos antrópicos sobre as áreas naturais de regiões, predominantemente, agrícola, da Áustria e da Europa. O indicador de naturalidade ou de urbanidade proposto por O'Neill et al. (1988) e aplicado, posteriormente, por Wrbka et al. (2004), correlacionado à métricas de forma, dimensão fractal e relação perímetro-área, foram empregados por Renetzeder et al. (2010) como indicador de sustentabilidade ecológica da paisagem.

Outros autores buscando identificar e monitorar os efeitos das atividades antrópicas sobre os padrões estruturais e funcionais das paisagens, utilizaram os conceitos de vulnerabilidade da paisagem e de qualidade de habitat, propostos respectivamente por Turner et al. (2003), Adger (2006), Canter (1996) e Bojórquez-Tapia et al. (2002).

Os conceitos de vulnerabilidade remetem a sustentabilidade ecológica, e constituem uma ferramenta analítica para identificar o estado de susceptibilidade em relação aos danos resultantes das pressões ambientais e sociais e a falta de capacidade de adaptação dos ecossistemas (TURNER et al., 2003; ADGER, 2006; CANTER, 1996). A vulnerabilidade também representa uma ferramenta fundamental para orientar normas que visem o bem-estar humano e reduzam os riscos ambientais e sociais de uma determinada região (ADGER, 2006). Os principais parâmetros da vulnerabilidade constituem o estresse a que um sistema (paisagem) está exposto, a sua sensibilidade ao estresse, e a sua capacidade de adaptação, também denominada resiliência (ADGER, 2006; TURNER et al., 2003). A resiliência, por sua vez, consiste na capacidade das paisagens em absorverem os efeitos das perturbações ou estresse a que são expostas, a autonomia de auto-organização e/ou a capacidade de se adaptarem a estas perturbações, retornando ao seu estado de referência e mantendo certas estruturas e funções, apesar da perturbação (CANTER, 1996; ADGER, 2006; TURNER et al., 2003).

Com a adaptação do índice de Qualidade Ambiental (IQA), que configura a “susceptibilidade de um componente ecológico aos efeitos de uma determinada atividade antrópica” (BOJÓRQUEZ-TAPIA et al., 2002) e o Índice de Qualidade de Habitat, proposto por CANTER (1996), elaborou-se o Índice de Qualidade Ambiental da Vegetação Natural, que representa a susceptibilidade ecológica da paisagem em relação à perda de biodiversidade e de habitats, decorrentes do processo de fragmentação das áreas de vegetação natural (DOS SANTOS et al., 2012). O Índice de Qualidade Ambiental da Vegetação Natural permite analisar os efeitos da fragmentação sobre os habitats naturais e, conseqüentemente, analisar também a sustentabilidade ecológica das paisagens.

Indicadores baseados em informações estruturais e temporais da paisagem podem ser bastante úteis para os estudos de gestão e manejo do entorno de UCs, uma vez que facilitam o monitoramento das interações complexas entre os sistemas antrópicos e naturais (simplificação), permitem a obtenção de dados (quantificação) que detectem e informem a condição atual e histórica dessas interações (comunicação) (HABERL e SCHANDL, 1998; HABERL et al., 2004).

Diante dessas considerações, o objetivo deste capítulo foi analisar os efeitos da intensidade do uso da terra sobre os padrões espaciais e temporais da paisagem do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo (Flona-PF), por meio de indicadores de naturalidade, qualidade ambiental da vegetação natural e vulnerabilidade ambiental da paisagem, para identificar a condição da sustentabilidade ecológica da mesma, bem como, identificar cenários de conservação da biodiversidade regional. Com base nestes objetivos buscou-se

responder as seguintes questões:

- Houve alterações nas condições de naturalidade, na qualidade ambiental da vegetação natural, bem como, na vulnerabilidade ambiental da paisagem do entorno da Flona-PF entre o período de 1986 a 2011?
- A utilização de indicadores evidencia tendências na melhoria da sustentabilidade ecológica da paisagem do entorno da Flona-PF?
- Que cenários potenciais para a conservação da biodiversidade regional foram identificados para o entorno da Flona-PF entre o período de 1986 a 2011?

4.2. Materiais e métodos

4.2.1. Área de estudo

A área de estudo compreende o entorno da Flona-PF representado pelos territórios dos municípios de Mato Castelhana, Passo Fundo, Gentil, Marau, Vila Lângaro, Coxilha e Água Santa. (**Figura 4.1**).

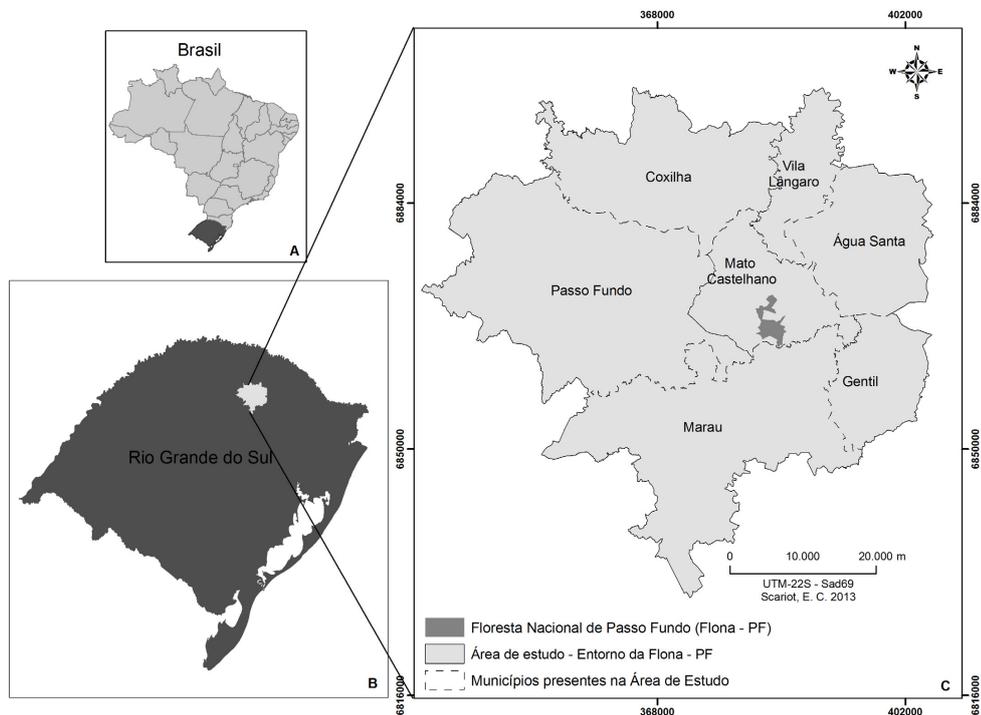


Figura 4.1.: Localização geográfica da Floresta Nacional de Passo Fundo, RS e de seu entorno – Área de estudo.

4.2.2. Procedimentos

Para análise dos efeitos do uso da terra sobre os padrões espaciais e temporais da paisagem do entorno da Flona-PF foram utilizados os seguintes indicadores da paisagem: Índice de Naturalidade/Urbanidade (IB), Índice de Qualidade Ambiental da Vegetação Nativa (IQA_{BIO}) e Índice de Vulnerabilidade Ambiental da Paisagem ($IVA-P$). Essa abordagem pressupõe que os impactos ambientais resultantes das atividades desenvolvimentistas configuradas pelas mudanças dos tipos de usos da terra estão associados à vulnerabilidade e suscetibilidade dos componentes ambientais (vegetação natural e recursos hídricos)

Para a análise da condição de naturalidade foi utilizado o índice de Urbanidade (IB), proposto por O'Neill et al. (1988) e, posteriormente, adaptado por Wr̄bka et al. (2004). Este indicador foi usado para estimar a perda de naturalidade da paisagem, expressando a extensão pela qual a paisagem vem sendo ocupada pelos sistemas antrópicos. O IB é definido como:

$$IB = \log \left(\frac{U + A}{F + W} \right) \quad (4.1)$$

sendo: U: a área urbana; A: a área agrícola; F: a área de vegetação natural e W: a área de corpos hídricos.

O índice de Urbanidade foi obtido utilizando o módulo AREA do SIG IDRISI SELVA (EASTMAN, 2012), e reescalada com base na lógica difusa FUZZY, tipo linear, com saída de dados no intervalo de 0 a 1 e função decrescente. O valor zero (0) corresponde a urbanidade mínima e o valor um (1) a urbanidade máxima.

O Índice de Qualidade Ambiental da Vegetação Natural (IQA_{BIO}) foi obtido com base na análise dos valores da área (IQA_{AREA}), forma (IQA_{FORMA}) e distância ($IQA_{DISTANCIA}$) dos fragmentos de vegetação natural da paisagem do entorno da Flona-PF, definido como:

$$IQA_{BIO} = \frac{IQA_{AREA} + IQA_{FORMA} + IQA_{DISTANCIA}}{3}. \quad (4.2)$$

Para estimativa do IQA_{AREA} foi utilizada a carta temática da classe de vegetação natural (reclassificada da carta temática de uso da terra de cada ano) e aplicada a função AREA do SIG IDRISI SELVA (EASTMAN, 2012). O IQA_{FORMA} também foi gerado com base na carta temática dos fragmentos de vegetação nativa, para o cálculo do perímetro de cada fragmento, utilizando-se a função PERIM do SIG IDRISI SELVA (EASTMAN, 2012). Conforme proposto por Valente (2001), o Índice de Forma (IF) é definido como:

$$IF = 0.25 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (4.3)$$

sendo: P: o perímetro dos fragmentos; A: a área dos fragmentos. A equação (4.3) foi calculada utilizando módulo IMAGE CALCULATOR, resultando em uma carta temática onde cada fragmento apresenta um valor relacionado à sua forma.

Ao aplicar o Índice de Forma em arquivos base no formato “raster”, a forma padrão do fragmento é representada por um quadrado. Deste modo, quanto mais distante deste padrão geométrico, mais irregular é considerada a forma do fragmento e, portanto, mais sujeito ao efeito de borda, implicando na redução de sua qualidade ambiental. Os fragmentos com valores do Índice de Forma mais próximo a 1 (um), apresentaram menor efeito de borda e, conseqüentemente, maior qualidade ambiental, enquanto os fragmentos com Índice de Forma mais próximo de 0 (zero) apresentam menor qualidade ambiental.

Para estimativa do $IQA_{DISTANCIA}$ foi aplicado o módulo DISTANCE do SIG IDRISI SELVA (EASTMAN, 2012), na carta temática dos fragmentos de vegetação natural (reclassificada da carta temática de uso da terra, de cada ano), gerando uma carta temática com valores de distâncias entre os fragmentos. O menor grau de qualidade foi atribuído aos fragmentos com distancias superiores a 1.000 m, enquanto que o maior grau de qualidade foi atribuído aos fragmentos com distâncias mais próximas de zero (m).

A partir da equação (4.2), a representação espacial do IQA_{BIO} foi obtida após o reescalamento de valores, com base na lógica difusa FUZZY, do tipo linear, com saída de dados definida no intervalo de 0 a 1 e função crescente. Sendo o valor 1 a qualidade ambiental máxima e zero a mínima. A qualidade ambiental tem sua fundamentação teórica baseada nas curvas funcionais para determinação da qualidade do habitat (Habitat Quality Index) (CANTER, 1996).

O índice de Vulnerabilidade Ambiental da Paisagem avalia o grau de suscetibilidade à degradação com base na incidência de impactos ambientais, exprimindo o potencial da paisagem em absorver possíveis alterações sem perda de qualidade (CANTER, 1996, TURNER, et al., 2003; ADGER, 2006). A vulnerabilidade ou fragilidade da paisagem é definida como o inverso da capacidade da paisagem em absorver possíveis alterações sem perda da qualidade. Assim, quanto maior a capacidade da paisagem absorver impactos ambientais, menor será a sua vulnerabilidade. Para a elaboração do Índice de Vulnerabilidade Ambiental da paisagem foi, previamente, calculado o Índice de Qualidade Ambiental dos Recursos Hídricos (IQA_{HIDRO}) da área de estudo.

O IQA_{HIDRO} configura a suscetibilidade dos recursos hídricos da área de estudo, em relação à distância de fontes impactantes. Foram separadas as classes agrícolas (agricultura/pastagem, silvicultura e solo exposto), não agrícolas (urbanas e estradas) e os recursos hídricos de cada carta temática de uso e cobertura da terra. Além disso, foram agrupados

aos corpos hídricos, provenientes das cartas temáticas de uso da terra, os rios perenes e intermitentes, obtidos da base cartográfica contínua do Rio Grande do Sul, para estimar a distância entre as fontes impactantes - agrícola e não agrícola e os recursos hídricos. A distância entre as fontes impactantes e os recursos hídricos foi estimada pelo módulo DISTANCE do SIG IDRISI SELVA (EASTMAN, 2012), e reescalada com base na lógica difusa FUZZY, de tipo linear, com saída de dados entre 0 e 1 e função crescente.

Após esta etapa, estimou-se o Índice de Vulnerabilidade da Paisagem (*IVA-P*) como:

$$IVA-P = \frac{IQA_{HIDRO} + IQA_{BIO}}{2} \quad (4.4)$$

O índice de Vulnerabilidade (*IVA-P*) foi obtido pelo módulo IMAGE CALCULATOR do SIG IDRISI SELVA (EASTMAN, 2012). A carta temática resultante desse cálculo foi reescalada com base na lógica difusa FUZZY, de tipo linear, com saída de dados entre 0 e 1 e função decrescente. O maior grau de vulnerabilidade ambiental da paisagem (*IVA-P* = 1) foi atribuído para a condição mais suscetível aos impactos, enquanto o menor grau de vulnerabilidade ambiental da paisagem (*IVA-P* = 0) foi atribuído para uma condição de maior capacidade (resiliência) em absorver impactos.

4.3. Resultados e discussão

4.3.1. Índices de naturalidade/urbanidade, de qualidade ambiental da vegetação natural e da vulnerabilidade ambiental da paisagem

Conhecer e mensurar a sustentabilidade ecológica de paisagens exige análises e esforços multidisciplinares. Nesta tese foram utilizados indicadores sobre os padrões espaciais da paisagem, ao longo de um período de 25 anos (1986 a 2011), para compreensão da perda de naturalidade da mesma, da qualidade ambiental dos seus habitats naturais e da vulnerabilidade dos elementos que a compõem.

O Índice de Naturalidade/Urbanidade que reflete, prioritariamente, a pressão exercida pelos Ecossistemas Antropogênicos e pelos Sistemas Urbano-industriais, sobre os Ecossistemas Naturais, evidenciou uma tendência de estabilização do processo de antropização para o entorno da Flona-PF, para 1986, 1997 e 2011 (**Figuras 4.2A, B, C**).

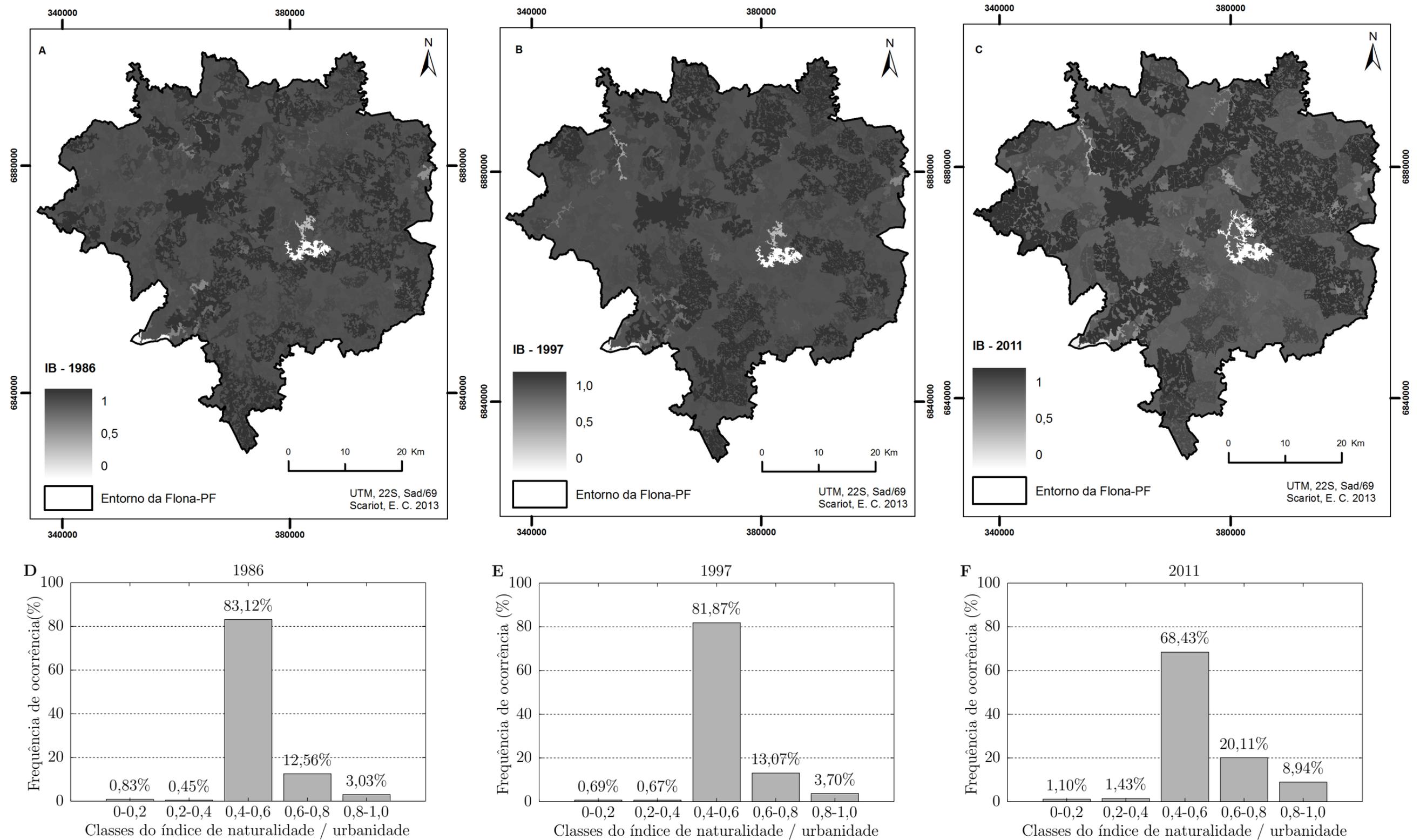


Figura 4.2.: Índice de Naturalidade/Urbanidade (UB) do entorno da Flona-PF para os anos de 1986 (A), 1997 (B) e 2011 (C). A legenda na parte esquerda inferior das figuras representa o grau de urbanidade máxima (1) e mínima (0), em relação à extensão pela qual a paisagem vem sendo ocupada pelos sistemas antrópicos, indicando a perda de naturalidade da paisagem. Distribuição da frequência de pixels nos intervalos de classes do índice de naturalidade/urbanidade para o entorno da Flona- PF, para 1986 (D), 1997 (E) e 2011 (F).

O grau médio de urbanidade para o período de estudo (1986, 1997 e 2011) ultrapassou 0,50, sugerindo que a condição da paisagem do entorno da Flona-PF está, predominantemente, antropizada, principalmente, pela atividade agrícola. Entretanto, cabe destacar que houve uma melhoria pontual na condição de naturalidade, particularmente em 2011, para alguns fragmentos de vegetação natural do entorno da Flona-PF (**Figuras 4.2C**).

Ao se analisar as **Figuras 4.2D, E, F**, é possível verificar um aumento na frequência de pixels nos menores intervalos do índice de urbanidade (0 a 0,2 e 0,2 a 0,4), com evidências do aumento de remanescentes de vegetação natural no período de 1986 a 2011, dentre eles os fragmentos que compõem a própria Flona-PF.

Entretanto, também deve-se ressaltar que no ano de 2011 algumas regiões da paisagem apresentaram um aumento no grau de urbanidade (classe de 0,8 a 1,0), como é possível visualizar principalmente, a direita da Flona - PF. Esse aumento pode estar relacionado com a intensificação da atividade antrópica nestas áreas específicas, mas muito provavelmente, devido a predominância de áreas de cultivo agrícola no ano de 2011, em relação as áreas ocupadas pelo solo exposto. Nos anos de 1986 e 1997 os ecossistemas antropogênicos, de agricultura e solo exposto apresentavam áreas totais similares, enquanto que em 2011 a quantidade de solo exposto era menor que a de agricultura. O indicador de urbanidade considera a área de cada polígono, então, quando temos uma paisagem com grandes polígonos de uma única classe antrópica, como ocorreu em 2011, o grau de urbanidade será maior. Quando essas áreas antrópicas estão subdivididas em agricultura e solo exposto o grau de urbanidade será menor pois será diluído entre os polígonos antropogênicos.

A condição de naturalidade da paisagem do entorno da Flona-PF reflete a dinâmica do uso da terra. O aumento de áreas de vegetação natural e a redução das áreas de cultivo agrícola e pecuária resultaram em áreas com maior grau naturalidade em pontos específicos da paisagem.

Para outras regiões do país, como por exemplo, no município de São Félix do Araguaia (MT), a perda de áreas com maior grau de naturalidade intensificou-se ao longo do tempo (DOS SANTOS et al., 2012), diferente do constatado para este caso de estudo. Isso está relacionado com as diferenças nos períodos de colonização e no formato de exploração dos recursos naturais entre a Região Norte do Rio Grande do Sul e da região Centro-Oeste do Brasil.

Embora o aumento da naturalidade, em 2011, represente uma tendência de estabilização da antropização, esta evidência não é suficiente para assegurar um aumento na condição da sustentabilidade ecológica para toda a região do entorno da Flona-PF. Indica, entretanto, uma tendência à mitigação das forças de mudanças diretas sobre os sistemas naturais.

O Índice de Qualidade Ambiental da Vegetação Natural do entorno da Flona-PF mostra uma melhoria na qualidade ambiental ao longo dos 25 anos de análise (**Figuras 4.3A, B, C**). Este índice considera a relação da área, perímetro e distância dos fragmentos da paisagem. De acordo, com esses parâmetros, no ano de 2011, houve um ligeiro aumento de pixels nos intervalos máximos de qualidade ambiental (0,6 a 0,8 e 0,8 a 1,0), destacando-se os fragmentos que compõem a própria Flona-PF (**Figuras 4.3D, E e F**), assim como o evidenciado para o índice de naturalidade/urbanidade. Em 2011, o percentual de pixels no intervalo de 0,6 a 1,0 foi de 3,32% e enquanto em 1986 foi de 3,03%.

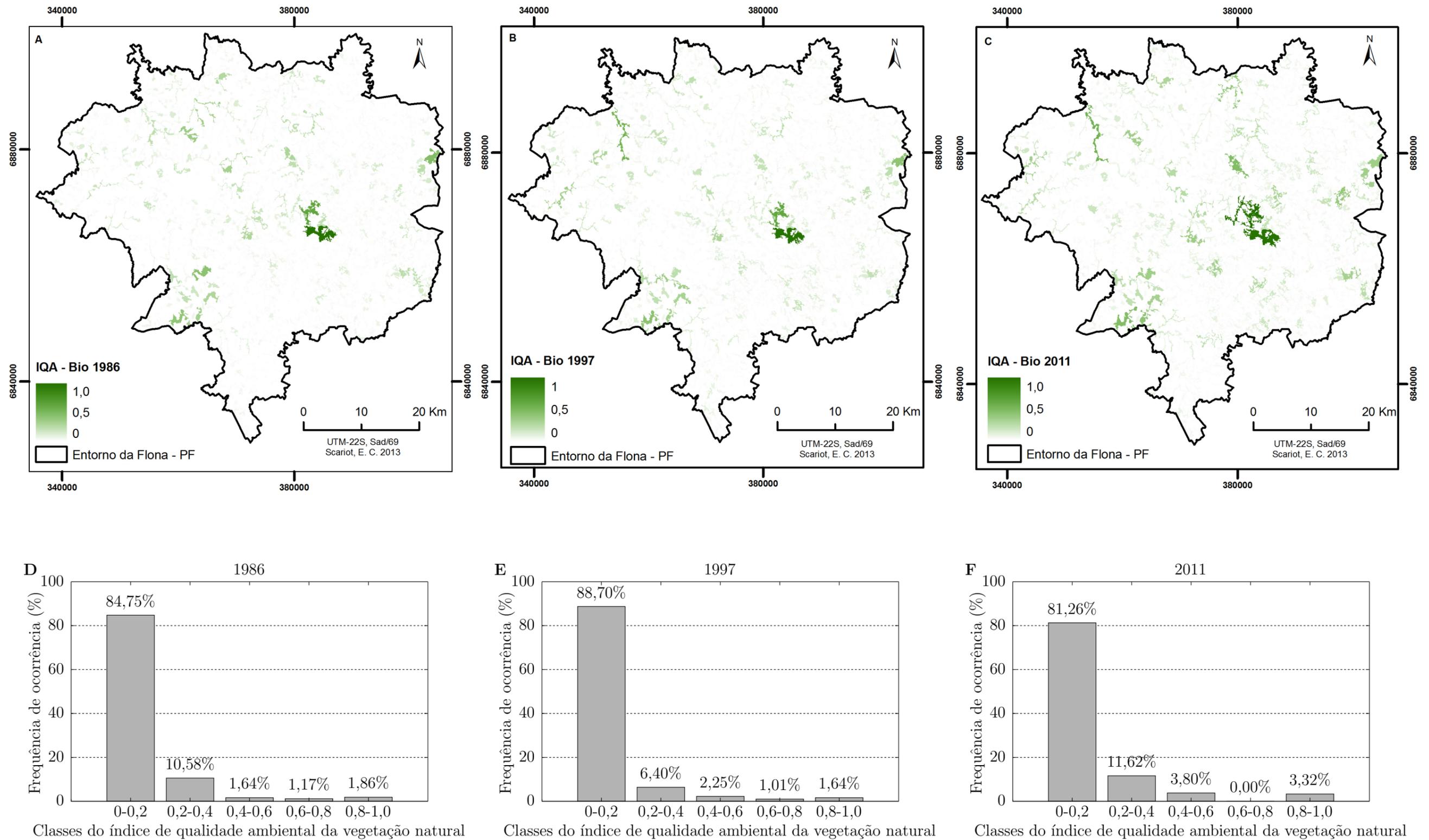


Figura 4.3.: Índice de Qualidade Ambiental da Vegetação Natural (IQA_{BIO}) do entorno da Flona – PF para os anos de 1986 (A), 1997 (B) e 2011 (C). A legenda no canto esquerdo inferior das figuras representa o grau de Qualidade Ambiental máxima (1) e mínima (0) dos fragmentos. Distribuição da frequência de pixels dos intervalos do IQA_{BIO} para o entorno da Flona- PF, nos anos de 1986 (D), 1997 (E) e 2011 (F).

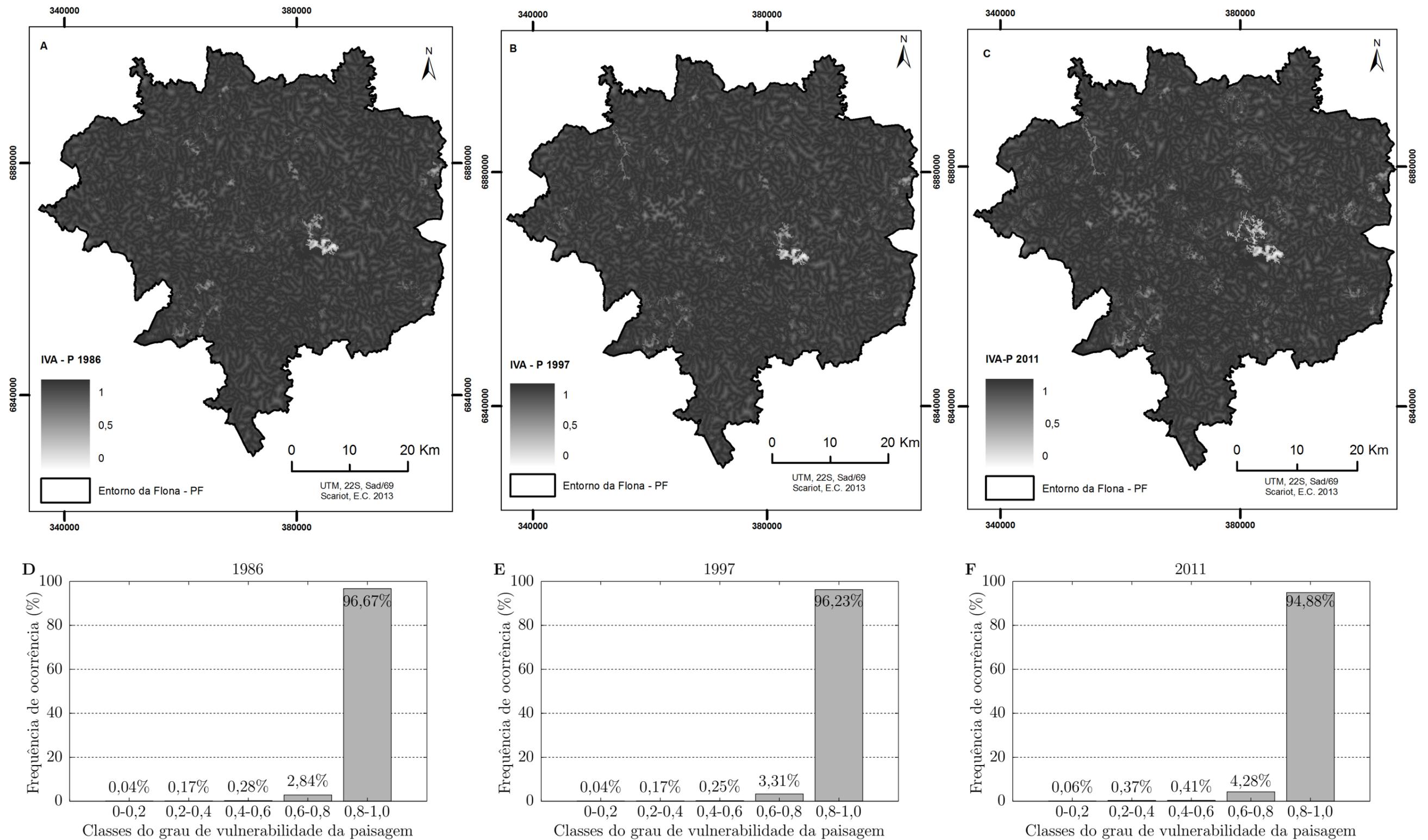


Figura 4.4.: Índice de Vulnerabilidade Ambiental da Paisagem (*IVA-P*) do entorno da Flona-PF para os anos de 1986 (A), 1997 (B) e 2011 (C). A legenda no canto esquerdo inferior das figuras representa o grau de Vulnerabilidade Ambiental máxima (1) e mínima (0). Distribuição da frequência de pixels nos intervalos do índice Vulnerabilidade Ambiental da Paisagem para o entorno da Flona-PF, para os anos 1986 (D), 1997 (E) e 2011 (F).

A identificação da vulnerabilidade ambiental é uma importante ferramenta para elaboração de estratégias que visem a sustentabilidade ecológica da paisagem, pois permite identificar as áreas que necessitam atenção imediata ou que apresentam menor vulnerabilidade, representando locais ecologicamente mais conservados e com potencial para conservação. No entanto, cabe ressaltar que o Índice de Vulnerabilidade Ambiental calculado considerou apenas as forças diretas de mudanças da paisagem, ou seja, as atividades agropecuárias e a urbanização.

A vulnerabilidade ambiental (**Figuras 4.4A, B e C**), assim como o observado com os indicadores de naturalidade/urbanidade e índice da qualidade ambiental da vegetação natural, sugere uma tendência a estabilização no processo de antropização, devido a redução dos valores de vulnerabilidade, em locais específicos da paisagem, como por exemplo, em fragmentos da Flona-PF, além de outros, situados nas regiões oeste e sudoeste da mesma.

Os menores valores de vulnerabilidade, correspondente ao intervalo de 0 a 0,2 graus, apresentou maior frequência de pixels em 2011 (**Figura 4.4F**), quando comparado com a frequência de pixels encontrada em 1986 e 1997 (**Figuras 4.4D, E**). Situação inversa ocorreu com o maior intervalo de 0,8 a 1,0, em 2011. Nesse ano, a frequência de pixels, deste intervalo de vulnerabilidade, reduziu de 96,7%, em 1986, para 94,9%, em 2011. Esse resultado confirma uma tendência ao aumento da naturalidade e da qualidade ambiental da vegetação natural em 2011, em pontos específicos da paisagem.

Foi evidenciado que o grau de vulnerabilidade mantém-se elevado para os três anos de estudo, nas proximidades dos corpos hídricos. Apesar da redução da vulnerabilidade em 2011, as margens dos rios e córregos, permanentes e perenes e de lagos artificiais e naturais continuam sendo as áreas mais vulneráveis do entorno da Flona-PF, devido a grande proximidade com as atividades antrópicas, sobretudo àquelas relacionadas com a agricultura intensiva (**Figura 4.5**).

Segundo Canter (1996), Turner et al. (2003) e Adger (2006) as áreas mais vulneráveis são também as mais suscetíveis às perturbações ambientais e com menor capacidade de adaptação a esses danos. Nesse caso, as margens de rios e córregos do entorno da Flona-PF necessitam de especial atenção dos órgãos ambientais, federais, estaduais e municipais, visando a redução da vulnerabilidade ambiental a que estão expostos. Sendo evidente que a maneira mais eficaz de reduzir o grau da vulnerabilidade é a restauração e conservação da vegetação ciliar desses corpos hídricos.

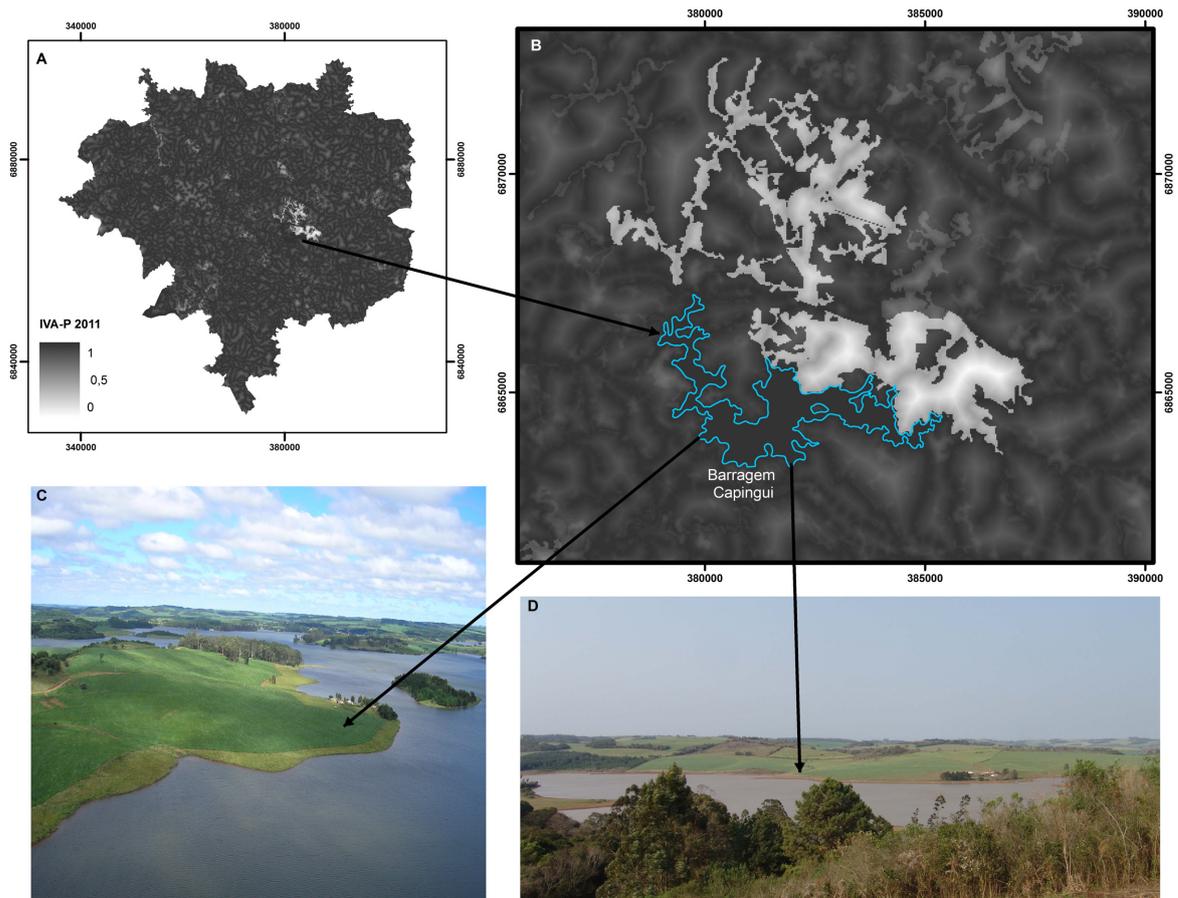


Figura 4.5.: A) Índice de vulnerabilidade Ambiental da paisagem do entorno da Flona-PF, no ano de 2011; B) Detalhe do índice de vulnerabilidade próximo a Barragem do Capinguí (corpo hídrico); C e D) Imagens das atividades agrícolas no entorno da Barragem do Capinguí para o ano de 2011. Foto C: Fotografia aérea concedida pela administração da Flona - PF; Foto D fotografada por SCARIOT, E. C. 2011

4.3.2. Cenários para conservação da biodiversidade do entorno da Flona-PF

Os cenários para conservação da biodiversidade foram delineados com base nos Indicadores IB e $IQABIO$, por meio da seleção dos fragmentos de vegetação natural com graus máximos de naturalidade (0 a 0,33) (**Figuras 4.6A, B, C**) e máximos de qualidade ambiental (0,6 a 1,0) (**Figuras 4.6D, E, F**).

Os fragmentos que compõem a Flona-PF, juntamente com os fragmentos vizinhos e conectados a mesma, que apresentaram os graus máximos de naturalidade (**Figuras 4.6A, B, C**) e de Qualidade Ambiental (**Figuras 4.6D, E, F**), reforçam a importância da Flona-PF na conservação da biodiversidade regional e manutenção e continuidade dos serviços ecossistêmicos. Estas áreas são consideradas as menos vulneráveis ou suscetíveis às atividades impactantes da área de estudo, de acordo com o $IVA-P$ (**Figuras 4.4A, B, C**).

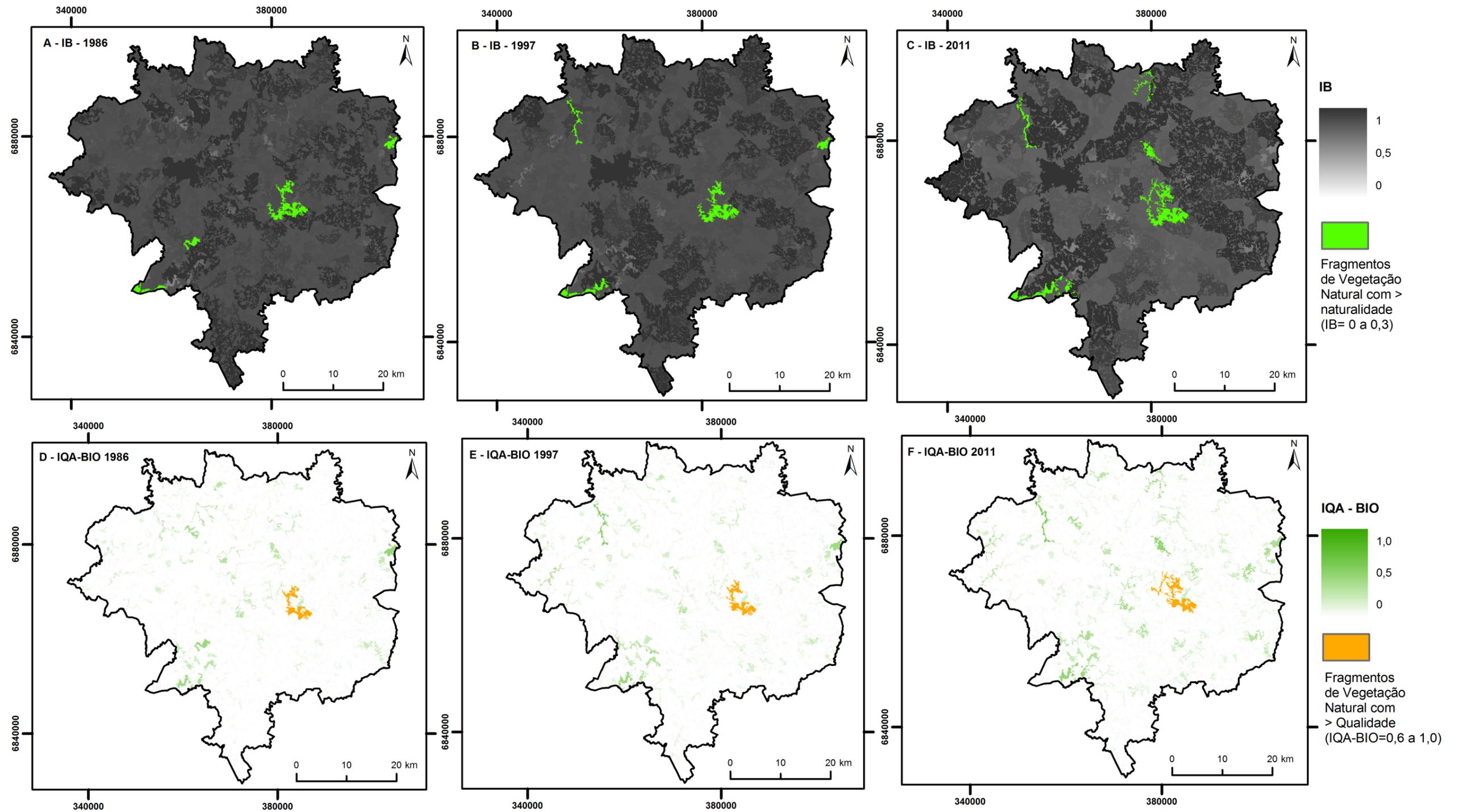


Figura 4.6.: Índice de Naturalidade/Urbanidade com destaque dos fragmentos com maior naturalidade para os anos de 1986 (A), 1997 (B) e 2011 (C), do entorno da Flona-PF. Índice de Qualidade Ambiental da Vegetação Natural com destaque aos fragmentos com qualidade ambiental máxima para os anos de 1986 (D), 1997 (E) e 2011 (F), do entorno da Flona-PF.

Entretanto, é essencial salientar que o *IVA-P*, analisado para os três anos de investigação, consideraram apenas as forças diretas de mudanças da paisagem. Ao considerar as forças indiretas de mudanças verifica-se que a Flona-PF está, atualmente, suscetível à mudanças decorrentes da demanda de apropriação de território, pela comunidade indígena local, a qual reivindica e pretende transformar esta UC em uma Terra Indígena.

Segundo nota técnica (**Anexo A**), grupos indígenas Kaingang, oriundos de várias terras indígenas regularizadas do Norte do Rio Grande do Sul, invadiram a Flona em 2005, permanecendo no local por seis meses e, posteriormente, foram obrigados a se retirar mediante ordem judicial. Novas tentativas de invasão e reintegração de posse pelo grupo indígena ocorreram e ainda continuam acontecendo desde 2012. O grupo técnico da Fundação Nacional do Índio (FUNAI), visando a criação de uma futura Terra Indígena realizou duas visitas à Flona para averiguar a possibilidade de existência do direito indígena sobre a área. Com base nestas duas visitas, o grupo técnico afirmou que a existência de algumas “depressões” no terreno e a presença de um cemitério antigo representam vestígios ancestrais de grupos da etnia Kaingang. No entanto, estes vestígios não foram estudados de forma adequada, não havendo sustentação técnica, legal e conclusiva sobre a existência dos mesmos (**Anexo A**).

Além disso, a possibilidade de sobreposição da Flona-PF com uma Terra Indígena ocasionaria a mudança de categoria da Flona-PF, uma vez que a mesma teria uma mudança completa de objetivos que a configuram como uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, além de não apresentar condições de suportar toda a população indígena residente em seus limites (**Anexo A**).

Apesar desta força de pressão caracterizada pela demanda de apropriação de território pela comunidade indígena local, foi delineado um cenário de conservação da biodiversidade, para o ano de 2011. Os fragmentos, selecionados por meio do *IB* e do *IQA_{BIO}* e que compõem o referido cenário potencial para 2011, estão situados nos municípios de Mato Castelhano, Marau, Passo Fundo e Coxilha (**Figura 4.7**). Os fragmentos localizados entre os limites de Passo Fundo e Coxilha, bem como os remanescentes que se situam dentro dos limites municipais de Coxilha e Marau, são áreas naturais associadas a corpos hídricos, ressaltando-se a importância da manutenção da vegetação ciliar para manutenção da biodiversidade do entorno da Flona de Passo Fundo.

Além disso, é fundamental a adoção de estratégias de conservação por parte destes municípios, pois a Região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul apresenta poucas áreas efetivamente conservadas na forma de Unidades de Conservação. O entorno, que possui 272.684 ha de extensão, contempla apenas duas UCs: a Floresta Nacional de Passo

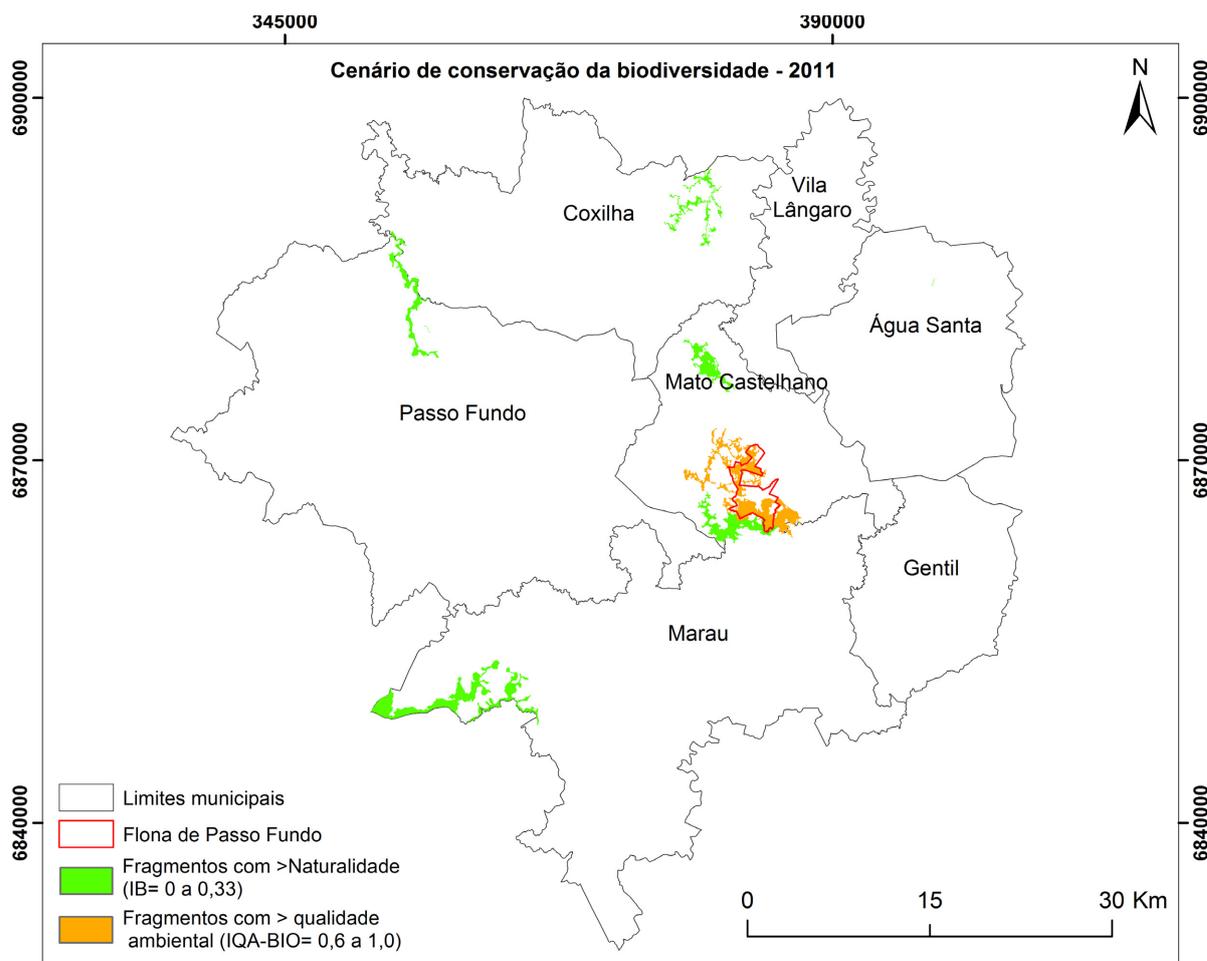


Figura 4.7.: Delineamento do cenário potencial para a conservação da biodiversidade do entorno da Flona-PF para o ano de 2011.

Fundo e a Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN) Maragato, localizada no município de Passo Fundo.

A continuidade desses remanescentes de vegetação natural no entorno da Flona-PF, bem como a adoção de estratégias conservacionistas para os mesmos, têm um papel fundamental para a amenização dos efeitos das atividades antrópicas sobre a biodiversidade regional, além da mitigação dos efeitos do isolamento da biodiversidade da unidade de conservação e dos fragmentos vizinhos.

A manutenção desses fragmentos pode incentivar a elaboração e a continuidade de políticas de conservação da biodiversidade regional e de projetos de educação sócio-ambiental e de conservação e uso dos recursos e produtos agroflorestais, como é o caso do projeto Conservabio, uma vez que são áreas naturais existentes, em processo de recuperação e que se encontram no entorno de uma Unidade de Conservação, cuja zona de amortecimento está em processo de implementação.

4.4. Conclusões

O indicador de naturalidade/urbanidade evidenciou que, em algumas regiões do entorno da Flona-PF, o grau de antropização se apresenta elevado, correspondendo às áreas ocupadas pela agricultura e pelos sistemas urbanos-industriais, por exemplo, a zona urbana de Passo Fundo. Em outras regiões, entretanto, a antropização foi menor e, conseqüentemente, a naturalidade mais elevada, como por exemplo nas áreas ocupadas pelos maiores fragmentos de Floresta Ombrófila Mista que compõem a própria Flona-PF.

A análise da qualidade ambiental da vegetação natural apresentou resultados similares ao indicador de naturalidade/urbanidade, com um aumento da qualidade ambiental relacionada a alguns fragmentos de vegetação natural do entorno da Flona-PF, em 2011, e sobretudo dos fragmentos que compõem a própria Unidade de conservação.

De modo similar, houve uma redução no grau de vulnerabilidade ambiental de locais específicos do entorno, como por exemplo, os fragmentos que compõem a Flona-PF. Entretanto, apesar dessa redução da vulnerabilidade, evidenciada pelo *IVA-P*, cabe ressaltar que este indicador considerou apenas as forças diretas de mudanças da paisagem. Ao se considerar as forças indiretas de mudanças, verifica-se que a Flona-PF, se apresenta suscetível a uma nova mudança de uso da terra, decorrente da demanda de apropriação de território pela comunidade indígena local.

De acordo com a análise destes três indicadores (*IB*, *IQA_{BIO}* e *IVA-P*), observou-se uma tendência para a estabilização no processo de antropização no entorno da Flona-PF, ao longo dos 25 anos. Esta evidência, no entanto, não é considerada suficiente para assegurar uma melhoria na condição da sustentabilidade ecológica da região. Indica, entretanto, uma tendência à mitigação das forças de mudanças diretas sobre os sistemas naturais e, conseqüentemente, sobre os serviços ecossistêmicos. O uso de indicadores biológicos poderá complementar os resultados sobre a sustentabilidade ecológica do entorno da Flona-PF.

Os cenários de conservação da biodiversidade do entorno da Flona-PF, delineados com base na seleção dos fragmentos com maior naturalidade e qualidade ambiental, para os anos de 1986, 1997 e 2011, permitiram evidenciar o surgimento de novos fragmentos com maior naturalidade e qualidade em 2011. Esses fragmentos estão localizados nos municípios de Mato Castelhana, Marau, Passo Fundo e Coxilha e representam importantes áreas para complementar as estratégias de conservação da biodiversidade regional, e amenizar os efeitos do isolamento da biodiversidade da unidade de conservação e dos seus fragmentos vizinhos.

4.5. Referências

- ADGER, W. NEIL. Vulnerability. **Global Environmental Change**, n. 16, p. 268–281, 2006. Disponível em: doi:10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006. Acesso em: agosto de 2013.
- BOJÓRQUEZ-TAPIA, L. A.; JUÁREZ, L.; CRUZ-BELLO, G. Integrating fuzzy logic, optimization and GIS for ecological impact assessments). **Environmental Management**, v. 30, p. 418-433, 2002.
- CHAPIN, F.S. III et al. Consequences of changing biodiversity. **Nature**, v. 405, p. 234–242, 2000. Disponível em: doi:10.1038/35012241. Acesso em: setembro de 2013.
- CALLICOTT, BAIRD. J.; MUMFORD, KAREN. Ecological Sustainability as a conservation concept. **Conservation Biology**, v. 11, n. 1, p. 32-40, 1997.
- CANTER, L. W. **Environmental assessment impacts**. 2nd. Ed. Mcgrow Hill. International Editions. Series in Water Environmental Resources. Engineering. 1996. 660p.
- CARPENTER, S.R. et al. Science for managing ecosystem services: beyond the Millennium Ecosystem Assessment. **PNAS**, v. 106, p. 1305–1312, 2009. Disponível em: doi:10.1073/pnas.0808772106. Acesso em: outubro de 2013.
- ELLIS, E. C. and N. RAMANKUTTY. 2008. Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. **Frontiers in Ecology and the Environment** v.6, n.8, p.439-447, 2008.
- DOS SANTOS, R. M. et al. Mudanças na paisagem e classificação de ecossistemas. In: SANTOS, J.E. et al. **Faces da Polissemia da Paisagem**, v. 4, Rima: São Carlos, SP. 2012. p. 46-69.
- EASTMAN, J.R., 2012. IDRISI Selva (Worcester, MA: Clark University).
- FORMAN, R. T. T. **Land - Mosaics - The Ecology of Landscapes and Regions**. Cambridge University Press. 1995.
- GUILHERME, J. L.; PEREIRA, H. M.; Adaptation of Bird Communities to Farmland Abandonment in a Mountain Landscape. **PLoS ONE**, v. 8, n. 9, e73619, 2013. Disponível em: doi:10.1371/journal.pone.0073619. Acesso em: outubro de 2013.
- HABERL, H.; SCHANDL, H. Indicators for Sustainable Land Use. In: **38th Congress of European Regional Science Association (ERSA)**, 28 August a 1 September 1998, Vienna, Austria.
- HABERL, HELMUT.; WACKERNAGEL, MATHIS.; WRBKA, THOMAS. Land use and sustainability indicators. An introduction. **Land Use Policy**. v. 21, p. 193–198, 2004.

HOOPER, D. et al. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. D. U. **Ecological Monographs**, v. 75, p. 3-35. Disponível em: doi:10.1890/04-0922,2005. Acesso em: Setembro de 2013.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN A. S. **Landscape Ecology: Theory and Application**. Springer- Verlag, Berlin e New York. 1984.

O'NEILL, R.V.; KRUMMEL, J. R.; GARDNER, R. H.; SUGIHARA, G.; JACKSON, B.; DE ANGELIS, D. L.; MILNE, B.T.; TURNER, M. G.; ZYGMUNT, B.; CHRISTENSEN, S. W.; DALE, V. H.; GRAHAM, R. L. Indices of landscape pattern. **Landscape Ecology**, v.3, p. 153-162, 1988.

PETERSEIL, J. et al. Evaluating the ecological sustainability of Austrian agricultural landscapes-the SINUS approach. **Land Use Policy**. v. 21, p. 307-320, 2004.

RENETZEDER, C. et al. Can we measure ecological sustainability? Landscape pattern as an indicator for naturalness and land use intensity at regional, national and European level. **Ecological Indicators**, v. 10, p.39-48, 2010.

SANDERSON, E. et al. The human footprint and the last of the wild. **BioScience**, v. 52, n. 10, p. 891-904, 2002.

TURNER, B. L. et al. A framework for vulnerability analysis in sustainability Science. **PNAS**, v. 100, n. 14, p. 8074-8079, 2003. Disponível em: doi_10.1073_pnas.1231335100. Acesso em: Setembro de 2013.

VALENTE, R. O. A. **Análise da estrutura da paisagem na bacia do rio Corumbataí, SP**. Dissertação de mestrado.USP/ESALQ. Piracicaba, SP. 144p. 2001.

WRBKA, T. et al. Linking pattern and process in cultural landscapes. An empirical study based on spatially explicit indicators. **Land Use Policy**, v. 21, p. 289-306, 2004.

Considerações finais

As definições sobre a área circundante ou o entorno das áreas protegidas, também denominadas de zona de amortecimento ou zona tampão envolvem dois objetivos básicos: a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento sócio-econômico local. Este trabalho foi delineado para uma abordagem integrada, que considera as áreas protegidas como espaços estratégicos, efetivamente inseridos na paisagem local/regional, na perspectiva da sustentabilidade ecológica.

Desse modo, o entorno das UCs desempenham importantes funções, que geram benefícios, tanto à biodiversidade da área protegida, como à biodiversidade do entorno. Esses benefícios têm sido categorizados em ecológicos, sociais e econômicos (RUSTAGI, 2005). Dentre os benefícios ecológicos do entorno das UCs destacam-se: a atuação como filtro ou barreira a possíveis intervenções humanas degradantes e também a invasão de espécies exóticas contaminantes; proteção a danos causados por tempestades, secas, erosão etc; aumento da área de habitat às grandes populações e promoção de serviços ambientais como a proteção de recursos hídricos e reciclagem de nutrientes (EBRET e GREVE, 2000). Dentre os benefícios sociais, Ebregt e Greve (2000) citam: o mecanismo flexível para a solução de conflitos entre as sócio-comunidades locais; melhoria no potencial econômico e da qualidade do meio ambiente das comunidades locais; apoio local e regional a programas de conservação, proteção dos direitos tradicionais da terra e da cultura da população local. E entre os benefícios econômicos, Ebregt e Greve (2000) incluem: a compensação para as pessoas, por perda de acesso; aumento dos benefícios das áreas protegidas para os

usuários diretos, como, aumento nos rendimentos de turismo e na renda dos moradores empregados na área protegida etc; aumentos do valor dos benefícios provenientes do uso direto dos produtos obtidos da área protegida.

A eficácia destes benefícios depende do manejo e gestão adequados, tanto da UC como de seu entorno. No entanto, o grande desafio das estratégias de manejo e gestão encontra-se justamente nas relações das unidades de conservação com as forças diretas e indiretas de mudanças resultantes das atividades da população humana do entorno das UCs. As forças diretas de mudanças influenciam nos processos ecossistêmicos, como por exemplo, as mudanças de uso e cobertura da terra oriundas das atividades antrópicas predominantes. As forças indiretas de mudanças operam mais difusamente sobre as forças diretas sendo representadas, frequentemente, por aspectos demográficos, urbanização e conflitos socioeconômico-ambientais etc.

No caso do entorno da Flona-PF pode ser evidenciada a pressão tanto das forças diretas de mudanças como também de forças indiretas (**Figura 5.1**). As forças diretas e indiretas de mudanças influenciam os recursos naturais da paisagem, particularmente, os remanescentes de floresta ombrófila mista e os remanescentes de várzea e de campo, tanto do entorno da Flona-PF, como também dos fragmentos que a compõem.

As forças diretas e indiretas de mudanças atuam sobre os recursos naturais projetando impactos e ocasionando alterações aos processos ecossistêmicos interferindo, desta forma nos serviços ecossistêmicos proporcionados e essenciais ao bem-estar humano do entorno da Flona-PF.

Essas constatações foram confirmadas pela análise espacial e temporal da paisagem do entorno da Flona-PF. Com os resultados do artigo “**Análise ambiental e dinâmica de uso da terra do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo (RS)**” identificaram-se as principais forças diretas e indiretas de mudanças representadas, basicamente, pelas atividades agropecuárias, urbanização e conflito com a comunidade indígena local. Além disso, verificou-se também uma pequena redução das áreas ocupadas pelas atividades antrópicas e um aumento das áreas de habitats naturais ao longo do período de investigação (1986 a 2011).

O artigo, “**Análise Espaço-Temporal da Fragmentação da Vegetação Natural do Entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo**” permitiu evidenciar uma tendência para a estabilização do processo de fragmentação das áreas naturais do entorno da Flona-PF, em termos de número de fragmentos, média da área dos fragmentos, proporção de área natural na paisagem e grau de isolamento. No entanto, a análise da forma geométrica destes remanescentes de vegetação natural, evidenciou que a maioria deles

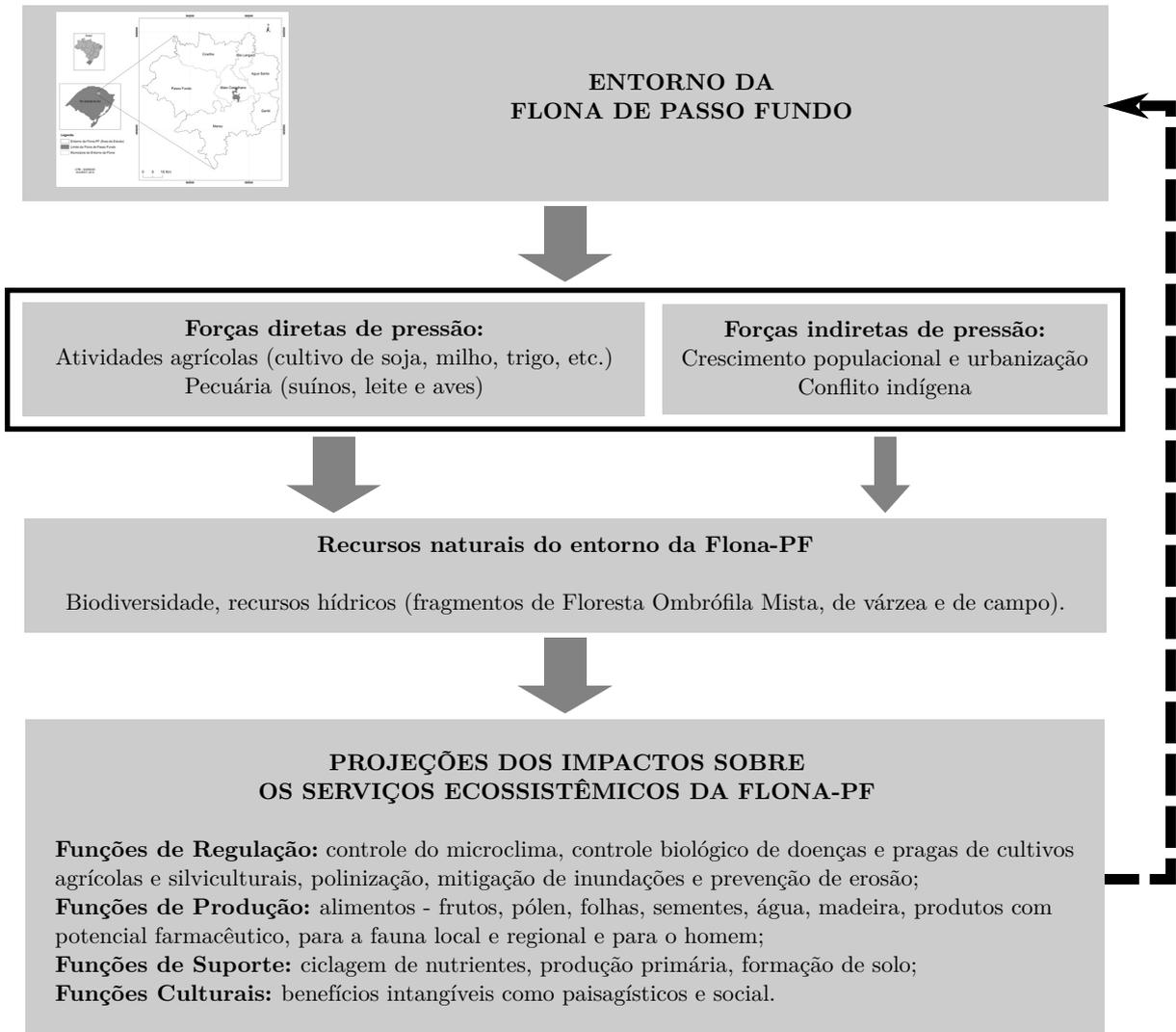


Figura 5.1.: Projeções das forças diretas e indiretas de mudanças na paisagem do entorno da Flona de Passo Fundo, RS.

apresentou forma mais complexa, ou seja, mais linear que regular (circular ou quadrada). Apesar da área de vegetação natural ter aumentado em 2011 (19,2%), essa extensão de áreas naturais no entorno da Flona-PF ainda é considerada crítica para a garantia da sobrevivência e manutenção da biodiversidade local, de acordo com as referências de pesquisas sobre paisagens fragmentadas, citadas no decorrer deste artigo.

O artigo, “**Indicadores de Sustentabilidade Ecológica do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo (RS)**” apesar de evidenciar um aumento na qualidade e naturalidade de alguns locais específicos da paisagem do entorno da Flona-PF, bem como, uma redução na vulnerabilidade ambiental, também corrobora com os resultados do artigo anterior, sugerindo que a quantidade e qualidade dos habitats naturais do entorno ainda não é suficiente para inferir sobre a condição da sustentabilidade ecológica da paisagem. No entanto, os resultados mostram uma tendência para a redução das forças diretas de

mudanças sobre os habitats naturais. Por outro lado, observa-se a pressão resultante de forças indiretas de mudanças, representadas pelo aumento da urbanização e pela recente demanda pela apropriação do território da Flona-PF pela comunidade indígena local.

A sustentabilidade ecológica que pretende a interação adequada das questões sócio-econômicas e ambientais da paisagem, a garantia do bem-estar humano, do funcionamento dos processos ecossistêmicos e a consequente conservação *inter - situ* é um dos desafios mais complexos da atualidade e também deste caso de estudo.

Todos os indicadores e parâmetros estruturais utilizados para o conhecimento e gestão da paisagem do entorno da Flona-PF mostraram que os fragmentos que compõem a Flona - PF, juntamente com fragmentos contínuos a mesma, constituem as áreas de habitats naturais mais importantes, em termos da conservação da biodiversidade no contexto regional. A Flona-PF é a maior área conservada dentro do limite dos sete municípios estudados, juntamente a outros fragmentos que receberam destaque em função da sua área, forma, distância de fontes impactantes e grau de isolamento. Por este motivo, ressalta-se que a Flona-PF e estes fragmentos tem um papel essencial para a manutenção da biodiversidade local e para o alcance da sustentabilidade ecológica da paisagem cabendo destacar a necessidade da mesma permanecer na região como uma unidade de conservação.

As cartas temáticas desenvolvidas neste estudo permitiram identificar algumas regiões prioritárias para ações de conservação. Contudo, para uma ação efetiva, faz-se necessário a complementação desses resultados com a realização de trabalhos de campo e a validação com indicadores biológicos. Esses indicadores, juntamente com as cartas temáticas elaboradas permitirão avaliações em multi-escala que possibilitem aprimorar estratégias de restauração e conservação. Além disso, uma vez que os resultados estão mapeados ao longo do período de 1986 a 2011, esses podem ser explorados por meio de outras métricas e indicadores, bem como, possibilitar novas situações de investigações, supondo a restauração de áreas de vegetação nativa e criando diferentes cenários futuros para a paisagem regional.

A

Anexo

RECURSO ESPECIAL Nº 1.288.808 - RS (2011/0255026-0)

RELATOR : **MINISTRO HERMAN BENJAMIN**
RECORRENTE : FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO - FUNAI
PROCURADOR : PAULO FERNANDO AIROLDI E OUTRO(S)
RECORRIDO : INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBIO
PROCURADOR : LÚCIA HELENA BERTASO GOLDANI E OUTRO(S)
RECORRIDO : MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL
INTERES. : JONATAN INÁCIO
INTERES. : UNIÃO

DECISÃO

Trata-se de Recurso Especial interposto, com fundamento no art. 105, III, "a" e "c", da Constituição da República, contra acórdão assim ementado:

PROCESSUAL CIVIL. AÇÃO DE REINTEGRAÇÃO DE POSSE. CÂMARA DE CONCILIAÇÃO E ARBITRAGEM DA ADMINISTRAÇÃO FEDERAL. REINTEGRAÇÃO DE POSSE.

1. Não cabe extinguir o processo sem resolução do mérito pela existência de viabilidade de composição do litígio entre os entes federais pela Câmara de Conciliação e Arbitragem da Administração Federal. A ação foi ajuizada contra o grupo de indígenas e não, propriamente, contra a FUNAI, cuja atuação se dá na condição de assistente. Assim, eventuais providências não teria eficácia vinculante perante o grupo indígena.

2. O interdito de reintegração de posse em sede liminar exige a existência de posse anterior e o esbulho há menos de um ano e dia. Tratando-se de indígenas, toma relevo, ainda, a proteção constitucional das terras tradicionalmente por eles ocupadas.

3. Há notícia de que grupo de indígenas teria a pretensão de promover a retirada de árvores da FLONA para fins de comércio.

4. Não há comprovação de que as terras sejam tradicionalmente ocupadas por índios. A nota técnica elaborada pela antropóloga- coordenadora do grupo de trabalho de identificação e delimitação da terra indígena nominada 'Fág Ty Ka', coligida aos autos originários pela própria FUNAI, conclui que, embora a comunidade Kaingang tenha um direito fundiário na região, apenas após a conclusão dos estudos 'será definida a forma juridicamente mais adequada para o reconhecimento deste direito'.

5. Inexiste qualquer elemento concreto a autorizar o reconhecimento de direitos fundiários nesse momento, presumindo-se ilegal a permanência indígena na unidade de conservação.

6. Não obstante haja intrigas e desavenças entre as lideranças indígenas as declarações deste último dão conta de risco potencial ao meio ambiente, que deve ser afastado em observância do princípio da precaução.

7. As circunstâncias evidenciam a existência de perigo de dano inverso, face ao risco de comprometimento do equilíbrio ambiental.

Ademais, admitir a ocupação da Comunidade Kaingang neste

Superior Tribunal de Justiça

momento tornará mais traumática a retirada se, após a conclusão dos estudos antropológicos, não venha a ser confirmada a tradicionalidade das terras.

8. Dada a recentidade da invasão, não haverá maiores dificuldades e impedimentos a que os índios retornem ao local anteriormente ocupado.

Os Embargos de Declaração foram desacolhidos (fls. 443).

A recorrente alega violação dos arts. 231, § 1º, da Constituição; 22 a 25 do Estatuto do Índio. Afirma:

a configuração sistemática da posse indígena não depende da imemoriabilidade, pois ela não decorre de sua duração ou do caráter longínquo dos tempos em que se iniciou. A posse indígena resulta de requisitos arrolados no artigo 231, § 1º, da CF/88, e nos artigos 22 a 25 do Estatuto do Índio, que priorizam a relação do índio com a terra.

(...)

Nesse contexto, o Estatuto do Índio, em seu artigo 19, é claro ao exigir o estrito cumprimento, no devido processo administrativo de demarcação de terras indígenas, dos ditames estabelecidos em decreto pelo Poder Executivo (fl. 462).

O Ministério Público Federal opina pelo desprovimento do recurso (fls. 558-563, e-STJ).

É o **relatório**.

Decido.

Os autos foram recebidos neste Gabinete em 19.11.2013

A irresignação não merece acolhida.

Inicialmente, destaco a inviabilidade da discussão em Recurso Especial acerca de suposta contrariedade a dispositivos constitucionais, porquanto seu exame é de competência exclusiva do Supremo Tribunal Federal, conforme dispõe o art. 102, III, do permissivo constitucional.

Nesse sentido:

PROCESSUAL CIVIL. TRIBUTÁRIO. AGRAVO REGIMENTAL. (...) . MATÉRIA CONSTITUCIONAL.

(...)

2. Quanto à mencionada ofensa aos artigos 5º, incisos XXXV, LIV e LV, 93, inciso IX, 145, §1º, 147, 150, inciso I, 156, I, §1º, 170, III, e 182, §4º, inciso II, da Constituição Federal, é vedada a esta Corte, em sede de recurso especial, analisar suposta violação a dispositivos constitucionais.

(...)

8. Agravo regimental não provido. (AgRg no Ag 1125181/RS, Rel. Ministro MAURO CAMPBELL MARQUES, SEGUNDA TURMA, DJe 30/03/2010).

Observe que o Tribunal de origem não emitiu juízo de valor sobre o dispositivo

Superior Tribunal de Justiça

legal que embasa a tese do recorrente — arts. 22 a 25 do Estatuto do Índio.

O Superior Tribunal de Justiça entende ser inviável o conhecimento do Recurso Especial quando os artigos tidos por violados não foram apreciados pelo Tribunal *a quo*, a despeito da oposição de Embargos de Declaração, haja vista a ausência do requisito do prequestionamento. Incide, na espécie, a Súmula 211/STJ.

Nesse sentido:

PROCESSUAL CIVIL E TRIBUTÁRIO. RECURSO ESPECIAL. VIOLAÇÃO AO ART. 535 DO CPC. INOCORRÊNCIA. AUSÊNCIA DE PREQUESTIONAMENTO. SÚMULA 211/STJ. DISSÍDIO JURISPRUDENCIAL NÃO DEMONSTRADO. AUSÊNCIA DE SIMILITUDE FÁTICA. IPTU, TIP E TCLLP. PRETENSÃO DE ANULAÇÃO DO CRÉDITO TRIBUTÁRIO. PRESCRIÇÃO.

1. É entendimento sedimentado o de não haver omissão no acórdão que, com fundamentação suficiente, ainda que não exatamente a invocada pelas partes, decide de modo integral a controvérsia posta.

2. A falta de prequestionamento da matéria suscitada no recurso especial, a despeito da oposição de embargos de declaração, impede o conhecimento do recurso especial (Súmula 211 do STJ).

(...)

(REsp 767.250/RJ, Rel. Ministro TEORI ALBINO ZAVASCKI, PRIMEIRA TURMA, julgado em 02/06/2009, DJe 10/06/2009).

Em conformidade com a orientação remansosa desta Corte, caberia à parte, nas razões do seu Recurso Especial, alegar violação do artigo 535 do CPC, a fim de que o STJ pudesse averiguar a existência de possível omissão no julgado, o que não foi feito.

Cito precedente elucidativo:

RECURSO ESPECIAL – REPARAÇÃO POR DANO MORAL – ATRASO DE VÔO - AUSÊNCIA DE PREQUESTIONAMENTO – SÚMULA 211/STJ – VIOLAÇÃO AO ARTIGO 535, INCISO II, DO CÓDIGO DE PROCESSO CIVIL – REVISÃO PROBATÓRIA - SÚMULA 7/STJ – DISSÍDIO JURISPRUDENCIAL NÃO COMPROVADO.

I – O prequestionamento, necessidade de o tema objeto do recurso haver sido examinado pela decisão atacada, constitui exigência inafastável da própria previsão constitucional, ao tratar do recurso especial. Sem o exame da matéria objeto do especial pelo Tribunal a quo, incide o enunciado da Súmula 211 do Superior Tribunal de Justiça.

II - Ocorrendo omissão de questão fundamental ao deslinde da controvérsia, deve a parte, em seu especial, veicular violação ao artigo 535, inciso II, do Código de Processo Civil, ao invés de insistir no mérito.

(...)

Recurso especial a que se nega conhecimento (REsp 594.570/SP, 3ª Turma, Rel. Min. Castro Filho, DJ de 17.5.2004).

Diante do exposto, **nos termos do art. 557, caput/§ 1º-A, do CPC, nego seguimento ao Recurso Especial.**

Superior Tribunal de Justiça

Publique-se.
Intimem-se.
Brasília, 13 de março de 2014.

MINISTRO HERMAN BENJAMIN
Relator

