

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

**CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL  
DA FLORESTA NACIONAL DE PASSO FUNDO  
(MATO CASTELHANO, RS)**

**Franciele Rosset de Quadros**

**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**

**CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL**  
**DA FLORESTA NACIONAL DE PASSO FUNDO**  
**(MATO CASTELHANO, RS)**

**Franciele Rosset de Quadros**

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

**SÃO CARLOS – SP**

**2014**

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

Q1ca

Quadros, Franciele Rosset de.

Caracterização e análise da fragilidade ambiental da floresta nacional de Passo Fundo (Mato Castelhana, RS) / Franciele Rosset de Quadros. -- São Carlos : UFSCar, 2014. 85 f.

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

1. Conservação. 2. Unidades de conservação. 3. Plano de manejo. 4. Análise multicritério. 5. Gestão ambiental. 6. Paisagem. I. Título.

CDD: 574.5247 (20<sup>a</sup>)

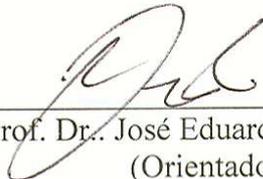
## FRANCIELE ROSSET DE QUADROS

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

**Aprovada** em 14 de fevereiro de 2014

### BANCA EXAMINADORA

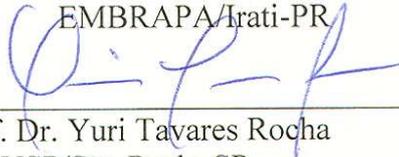
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Eduardo dos Santos  
(Orientador)

1º Examinador

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

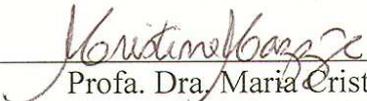
2º Examinador

  
\_\_\_\_\_  
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

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. José Eduardo dos Santos, educador, orientador e amigo, obrigada pela oportunidade da orientação. Poucos são tão privilegiados como eu por ter tido a sorte de conviver com uma pessoa tão especial, generosa, dedicada e brilhante. Sua experiência profissional (muitas vezes transmitida por e-mail) foi determinante ao longo da construção desta tese.

À Profa. Dra. Elisabete Maria Zanin, pelo apoio, incentivo permanente, por todos os ensinamentos e, principalmente, pela amizade consolidada nestes anos de convivência.

Aos meus colegas e amigos de laboratório (LaGePlan), Vanderlei Secreti Decian e Ivan Luis Rovani, pela ajuda, conselhos, ideias e conversas.

Aos membros da Banca Examinadora, professores Dr. José Eduardo dos Santos, Dr. Carlos Alberto da Silva Mazza, Dra. Maria Cristina Medeiros Mazza, Dr. Yuri Tavares Rocha e Dra. Elisabete Maria Zanin, pela disponibilidade de participação, contribuições e sugestões.

À amiga Eliziane Carla Scariot, pela ajuda e companhia nos trabalhos de campo e também nos demais momentos.

A Angela Terumi Fushita por ter sido tão prestativa e atenciosa. Obrigada pelas valiosas sugestões.

Ao amigo Luíz Eduardo Moschini pelo incentivo imprescindível.

A Ana Flávia Marques, por todas as contribuições desde o início do projeto.

À minha prima Márcia Grondek pela gentileza prestada na revisão linguística.

Aos meus pais, Aldérico e Delfina, obrigada pelos valores ensinados, pelo amor incondicional e pelo apoio constante, imprescindíveis a minha formação pessoal e profissional.

À minha querida irmã Fabiéle Rosset que, mesmo longe, sempre me apoiou em todos os momentos.

Ao meu marido Edilson Léo de Quadros, pelo estímulo incondicional, companheirismo em todos os momentos. Por estar sempre ao meu lado, incentivando-me e me fazendo acreditar que posso mais do que imagino.

À minha princesinha, minha vida, minha inspiração, minha filha Valentina Rosset de Quadros.

A Deus, pela graça da vida.

Devo tudo a todos.

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>LISTA DE FIGURAS</b> .....  | <b>6</b>  |
| <b>LISTA DE TABELAS</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>10</b> |
| <b>2. OBJETIVOS</b> .....  | <b>17</b> |
| <b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....   | <b>19</b> |
| 3.1. Descrição da área de estudo .....   | 19        |
| 3.1.1. Clima .....   | 19        |
| 3.1.2. Vegetação .....   | 21        |
| 3.1.3. Informações Históricas e Estruturais da FLONA-PF .....  | 22        |
| 3.1.4. Estrutura física e administrativa .....   | 23        |
| 3.1.5. Atividades desenvolvidas na FLONA-PF .....  | 24        |
| 3.2. Planos de Manejo da FLONA-PF .....  | 25        |
| 3.3. Procedimentos metodológicos .....   | 26        |
| 3.3.1. Imagem de Satélite .....  | 27        |
| 3.3.2. Rede de Drenagem .....  | 27        |
| 3.3.3. Hipsometria .....   | 28        |
| 3.3.4. Declividade .....   | 28        |
| 3.3.5. Solos .....   | 28        |
| 3.3.6. Geomorfologia .....   | 28        |
| 3.3.7. Usos e ocupação da terra em 2011 .....  | 29        |
| 3.3.8. Conflitos de usos e ocupação da terra para as zonas do Plano de Manejo (2012) .....   | 30        |
| 3.3.9. Caracterização da Fragilidade Ambiental .....   | 30        |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | <b>37</b> |
| 4.1. Caracterização ambiental da Floresta Nacional de Passo Fundo .....  | 37        |
| 4.1.1. Rede de Drenagem .....  | 37        |
| 4.1.2. Hipsometria .....   | 39        |
| 4.1.3. Declividade .....   | 41        |
| 4.1.4. Geomorfologia .....   | 43        |
| 4.1.5. Solos .....   | 44        |
| 4.1.6. Usos e Ocupação da Terra .....  | 46        |
| 4.1.7. Conflitos de usos e ocupação da terra nas Zonas do Plano de Manejo .....  | 52        |
| 4.1.8. Área de entorno: Riscos e ameaças .....   | 62        |
| 4.1.8.1. Conflitos Socioambientais .....   | 64        |
| 4.9. Fragilidade Ambiental da Floresta Nacional de Passo Fundo .....   | 65        |
| <b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....   | <b>73</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | <b>76</b> |
| <b>Apêndice 1-</b> Formato do banco de dados georreferenciados da distribuição dos pontos de controle, sobrepostos a imagem de satélite GeoEye-1 para a FLONA-PF (Mato Castelhana, RS), com o respectivo banco de registros fotográficos ..... | 85        |

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Localização da FLONA-PF, no município de Mato Castelhana, RS.... 20
- Figura 2** - Fluxograma da metodologia utilizada para determinação da carta de fragilidade ambiental da FLONA-PF (Mato Castelhana, RS). ..... 32
- Figura 3** - Cartas temáticas da região hidrográfica do Guaíba (a), da bacia hidrográfica do Sistema Taquari-Antas (b) e da rede de drenagem da FLONA-PF (Mato Castelhana, RS) (c)..... 38
- Figura 4** - Classes Hipsométricas e respectivas áreas ocupadas (% de área) para a FLONA-PF (Mato Castelhana, RS). ..... 39
- Figura 5** - Carta Hipsométrica (Altitudes de Releva) da FLONA-PF. Mato Castelhana, RS. .... 40
- Figura 6** - Classes Clinográficas e respectivas áreas ocupadas (% de área) da FLONA-PF. Mato Castelhana, RS..... 41
- Figura 7** - Carta de declividade da FLONA-PF. Mato Castelhana, RS. .... 42
- Figura 8** - Carta das Unidades Geomorfológicas da FLONA-PF. Mato Castelhana, RS. .... 44
- Figura 9** - Carta dos tipos de solos da FLONA-PF (Mato Castelhana, RS)..... 46
- Figura 10** - Representação espacial das diferentes classes de cobertura da terra (nível hierárquico primário), em 2011, para a FLONA-PF, Mato Castelhana, RS. 48
- Figura 11** - Representação espacial dos diferentes tipos de cobertura da terra (nível hierárquico secundário), em 2011, para a FLONA-PF, Mato Castelhana, RS. .... 49
- Figura 12** - Carta-síntese dos conflitos de Usos e Ocupação da Terra entre 2008 e 2011, para cada zona de manejo da FLONA-PF (Mato Castelhana, RS). ..... 53
- Figura 13** - Áreas ocupadas pelas classes de fragilidade ambiental na FLONA-PF (Mato Castelhana, RS) com relação às variáveis clinografia, solos, APP e uso e ocupação da terra. .... 66
- Figura 14** - Espacialização da fragilidade ambiental da FLONA-PF (Mato Castelhana, RS), com base nas variáveis clinografia, solos, APP e uso e ocupação da terra. .... 67
- Figura 15** - Espacialização das classes de fragilidade ambiental (áreas em ha) da FLONA-PF (Mato Castelhana, RS), com relação às variáveis clinografia, solos, APP, uso e ocupação da terra e zonas definidas pelo PM de vigente. .... 72

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1</b> - Classificação e quantificação dos usos e ocupação da terra em 2011, para dois níveis hierárquicos, para a FLONA-PF (Mato Castelhana, RS)..... | 51 |
| <b>Tabela 2</b> - Tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e em 2011 para a Zona de Manejo Florestal da FLONA-PF. ....                                    | 54 |
| <b>Tabela 3</b> - Conflitos entre tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona de Manejo Florestal da FLONA-PF. ....                       | 55 |
| <b>Tabela 4</b> – Tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e em 2011 para a Zona de Recuperação da FLONA-PF. ....   | 56 |
| <b>Tabela 5</b> - Conflitos entre as tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona de Recuperação da FLONA-PF. ....                         | 56 |
| <b>Tabela 6</b> - Tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona de Uso Especial da FLONA-PF.....  | 57 |
| <b>Tabela 7</b> - Conflitos entre tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona de Uso Especial da FLONA-PF.....                            | 58 |
| <b>Tabela 8</b> - Tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona de Uso Público da FLONA-PF.....   | 59 |
| <b>Tabela 9</b> - Conflitos entre as tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona de Uso Público da FLONA-PF. ....                         | 59 |
| <b>Tabela 10</b> – Tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona Primitiva da FLONA-PF.....   | 60 |
| <b>Tabela 11</b> - Conflitos entre as tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona Primitiva da FLONA-PF.....                              | 61 |
| <b>Tabela 12</b> - Tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona de Uso Conflitante da FLONA-PF. ....                                       | 62 |
| <b>Tabela 13</b> - Conflito entre as tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona de Uso Conflitante da FLONA-PF. ....                     | 62 |

## RESUMO

**Caracterização e análise da fragilidade ambiental da Floresta Nacional de Passo Fundo (Mato Castelhana, RS).** Considerando a importância da manutenção e continuidade das Unidades de Conservação (UCs) e a adoção de estratégias para a conservação da biodiversidade no contexto da paisagem regional, este estudo propõe a caracterização do ambiente físico associada à determinação da fragilidade ambiental da Floresta Nacional de Passo Fundo (FLONA-PF), Mato Castelhana, RS, na perspectiva de identificar mudanças que comprometam a continuidade das funções do zoneamento ambiental estabelecido pelo Plano de Manejo vigente (2012). A caracterização do ambiente físico foi realizada com base nas cartas de declividade, hipsometria, geomorfologia, solos, rede de drenagem e tipologias de usos da terra em 2011, utilizando uma imagem GeoEye-1, com resolução espacial de 0,5m, e os programas *MapInfo* 8.5 e *Idrisi* 32 para análise de dados e georreferenciamento. Foi realizada uma análise comparativa entre as tipologias de usos e ocupação da terra de 2011 e 2008, para a identificação dos conflitos resultantes das mudanças de usos da terra relacionadas às funções das zonas estabelecidas no Plano de Manejo da FLONA-PF, subsidiando a tomada de decisões e estratégias para o seu manejo. A classificação dos usos da terra em 2011, em um nível hierárquico primário, permitiu quantificar e espacializar três tipologias: Uso Natural, equivalente a 42,11% da área total da FLONA-PF, representado por áreas ocupadas pela Floresta Ombrófila Mista (FOM) em múltiplas associações, que se encontram em vários estágios de sucessão e desenvolvimento; Usos Antropizados, representando 57,70% da área da FLONA-PF, contemplando áreas cujas características originais foram alteradas por atividades humanas, principalmente, relacionadas aos plantios de araucária (35,59%) e pinus (22,41%); e Ambientes Aquáticos, com 0,19% da área total da FLONA-PF. As análises e correlações entre os inventários realizados em 2011 e 2008, para cada zona definida no Plano de Manejo, identificaram tipologias mais diversificadas em 2011, resultantes muito mais das metodologias de classificação de imagens utilizadas nos inventários do que por influências socioeconômicas. Cerca de 283,99 ha (22,17%) da área total da FLONA-PF apresentam um cenário de conflito de usos, distribuídos entre as diversas zonas definidas no Plano de Manejo, embora não evidenciem o comprometimento dos objetivos e das funções estabelecidas para elas no Plano de Manejo. As áreas de média fragilidade ambiental predominaram (63,22%), seguidas da classe com alta fragilidade ambiental (20,42%). Áreas com baixa fragilidade ambiental ocupam somente 15,01% da FLONA-PF. As classes de muito baixa e muito alta fragilidade ambiental representam menos de 1,5% da área de estudo. A carta temática de fragilidade ambiental, sobreposta às zonas do Plano de Manejo, e a quantificação das classes de fragilidade ambiental nas zonas do Plano de Manejo (2012) indicam que o zoneamento proposto está coerente com as necessidades de conservação e recuperação em relação às áreas de maior fragilidade ambiental. As comparações entre tipologias de usos em 2008 e 2011, juntamente com a condição da fragilidade ambiental para as zonas definidas no Plano de Manejo, permitiram evidenciar novos arranjos espaciais para a FLONA-PF, configurando um estudo de importância fundamental para reorientar o atendimento dos objetivos do plano de manejo vigente, além de subsidiar ações de planejamento ambiental da paisagem regional.

**Palavras-chave:** Unidade de Conservação; Plano de Manejo; Análise Multicritério; Gestão Ambiental; Paisagem.

## ABSTRACT

**Environmental characterization and fragility of Passo Fundo National Forest (Mato Castelhana, RS).** Considering the importance of maintenance and continuity of Conservation Units (UCs) and the adoption of strategies for biodiversity conservation in the regional landscape, this study proposes the physical environment characterization associated with the environmental fragility identification of the Passo Fundo National Forest (FLONA-PF), Mato Castelhana municipality, RS, from the perspective of identifying changes in the functions of Management Plan environmental zoning (2012). The physical environment characterization was based on the thematic maps of slope, hypsometry, geomorphology, soils, drainage network and land uses types in 2011, using a GeoEye-1 image with a spatial resolution of 0.5 m and MapInfo 8.5 and Idrisi 32 softwares for data analysis and georeferencing. It was performed a comparative analysis between land use types through 2011 and 2008, to identify the conflicts resulting from land uses changing related to the functions of the National Forest Management Plan environmental zoning areas, subsidizing decision-making and strategies for their management. The land use classification for 2011, at a hierarchical primary level allowed to quantify and spatialize three typologies: Natural Uses, representing 42.11 % of the National Forest total area, represented by areas occupied by Araucaria Forest (FOM ) in multiple associations that are in various stages of succession and development; Anthropogenic Uses, representing 57.70% of the National Forest total area, whose original features have been modified by human activities, mainly related to araucaria (35.59 %) and Pinus (22.41 %) cultivates; and, Aquatic Environments, with 0.19 % of National Forest total area. The analyzes and correlations between inventories in 2011 and 2008, for each area defined in the management plan, revealed diverse typologies in 2011 as a result of image classification methodology used in inventories than by socio- economic influences. About 283.99 ha (22.17%) of National Forest total area presents a scenario of land use conflicts, distributed among the different zones defined in the Management Plan. The use changes for each zone do not compromise the objectives and tasks set out in the Management Plan. Areas with medium environmental fragility predominated (63.22 %), followed by high fragile class (20.42 %). Areas with low fragility occupy only 15.01% of the National Forest. The classes of very low and very high fragility represent less than 1.5 % of the study area. The environmental fragility map with the inclusion of the variable Management Plan zones and the quantification of fragility classes in the areas defined in the Management Plan (2012) indicate that the proposed zoning is consistent with the needs for conservation and recovery in areas of greatest environmental fragility. Comparisons between land use types in 2008 and 2011, along with the environmental fragility to the zones defined in the Management Plan have highlighted new spatial arrangements for FLONA-PF, setting up a study of fundamental importance to reorient meet the goals of the management plan, in addition to supporting environmental planning actions of the regional landscape.

**Key-words:** Conservation Unit; Management Plan; Multicriteria Analysis; Environmental Management; Landscape.

## 1. INTRODUÇÃO

À medida que ações desenvolvimentistas afetam cada vez mais todos os biomas brasileiros, tornam-se fundamentais projeções baseadas em cenários que permitam a quantificação de extinções e de alterações na abundância, na distribuição de espécies e na perda de habitats, possibilitando a compreensão do impacto humano associado à perda acelerada de habitats e de espécies (GANEM, 2010).

Para contribuir com a redução da perda da biodiversidade, a Organização das Nações Unidas (ONU) instituiu, em 2010, a década da biodiversidade, considerando que, no período de 2011 a 2020, deverão ser implementados planos estratégicos de conservação da natureza, prevenindo a extinção de espécies diante do intenso crescimento demográfico da população humana, extremamente dependente da diversidade biológica e dos bens e serviços que ela proporciona.

Apesar do sucesso de algumas tentativas locais relacionadas ao aumento da extensão de áreas protegidas, ao manejo de florestas sustentáveis, às diretrizes para o controle de espécies exóticas e ao aumento de recursos para a conservação da biodiversidade, não há evidências de redução da taxa de perda de biodiversidade (BUTCHART, et al., 2010).

Os cenários que apontam um declínio da biodiversidade para este século auxiliam na avaliação dos impactos decorrentes do desenvolvimento socioeconômico em relação aos serviços ecossistêmicos (PEREIRA et al., 2010; GANEM, 2010).

Algumas ações têm sido relatadas para reverter a perda da biodiversidade e a manutenção dos serviços ambientais, fundamentadas em políticas e ações que integrem a biodiversidade ao planejamento de uso da terra, incorporando o seu valor econômico na tomada de decisão e na implementação de políticas que reduzam a perda da biodiversidade e promovam seu uso sustentável (GANEM, 2010).

As Florestas Nacionais (FLONAs) que integram uma das categorias do grupo de UCs de Uso Sustentável têm como objetivo o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a realização de pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas. O Conselho Consultivo

e o Plano de Manejo de uma UC constituem os instrumentos básicos de planejamento e gestão destas unidades (BRASIL, 2000).

A conservação dos recursos naturais torna-se um tema de proeminente destaque quando o processo de perda da biodiversidade global indica a necessidade da conservação dos serviços proporcionados pelos ecossistemas naturais (FRANCO, 2000). A criação de Unidades de Conservação (UCs) pelo poder público é uma estratégia de conservação *in situ* da biodiversidade, principalmente, quando acompanhada de um planejamento que possibilite o monitoramento das ações, das ameaças, dos avanços e da efetividade da gestão das UCs (GANEM, 2010).

O manejo e o gerenciamento dessas ações no âmbito das UCs de uso sustentável têm sua fundamentação operacional no diagnóstico dos fatores físico-naturais e socioeconômicos para a avaliação das potencialidades de uso do território e dos recursos naturais (BOTELHO, 1999). A eficiência desse procedimento é ampliada quando considerada a capacidade de sustentação dos ecossistemas, em nível local e/ou regional, com base na valoração e na conservação dos recursos naturais, na busca pelo bem-estar humano, dentro de uma ética ecológica (FRANCO, 2000; MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

O planejamento e ordenamento no uso da biodiversidade no âmbito das FLONAs visam incentivar parceiros para a criação de novas áreas, ampliação da quantidade e qualidade das áreas de conservação já existentes, além de aumentar a capacidade de sustentação dos ecossistemas, em níveis local e regional, com base nos princípios de conservação dos recursos naturais.

A etapa inicial no processo de planejamento ambiental envolve a caracterização e análise ambiental da unidade de gerenciamento da paisagem em estudo. Essa etapa demanda tempo e recursos para conhecer e identificar as características dos diversos compartimentos ambientais, além de classificá-los de acordo com a capacidade com que absorvem os diferentes usos, considerando os riscos resultantes inerentes às atividades desenvolvimentistas (PIRES, 1995).

Para que essa etapa seja cumprida de forma eficiente, é fundamental a delimitação de uma área de trabalho adequada, considerando as interferências internas e externas em relação a ela. Para Santos (2004), essa tarefa torna-se extremamente difícil não somente pela complexidade em delimitar a área de

contenção de impactos, de pressões e fenômenos, como também pela variedade de escalas necessárias para avaliação dos núcleos em foco.

Uma ferramenta que vem contribuindo para o cumprimento efetivo dos objetivos de uma UC (IUCN, 1994) são os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). Ferramentas que auxiliam tanto na busca do conhecimento sobre os padrões e os processos ecológicos quanto no apoio às ações de manejo e gestão, tais como: capacidade de armazenar, manipular e visualizar uma grande quantidade de dados em um contexto espacializado, integração com modelos ecossistêmicos, geração de dados derivados para outras análises. Além disso, apresentam formas de consulta e visualização de resultados que facilitam a comunicação entre profissionais de diversas formações (BECKER, 2002).

Para contribuir com o ordenamento, o planejamento e a gestão das UCs, torna-se fundamental o conhecimento e a aplicabilidade de metodologias de avaliação integrada da paisagem, tal como a determinação da fragilidade ambiental nas UCs, por meio da utilização do SIG.

O estudo da fragilidade contribui também para a conservação de espécies, definindo onde e como determinada área será manejada. Para isso, devem ser consideradas as mudanças das características naturais das comunidades e a perda de diversidade nos fragmentos, tornando as comunidades vulneráveis (GASTON et al., 2002).

Pesquisadores como Bertrand (1971), Tricart (1977), Sotchava (1977), Crepani et al. (1996), Ross (1990,1994, 2003, 2009), Medeiros (1999), Donha et al. (2006), Calijuri (2007) e Fierz (2008) utilizaram metodologias de avaliação integrada da paisagem, identificando diferentes níveis de fragilidade, definindo locais determinados e tipos de ação e proporcionando aos gestores subsídios para a tomada de decisões.

De acordo com Cereda-Júnior (2011), a metodologia que integra variáveis ambientais deve respeitar as características físicas, humanas e econômicas, bem como as condições locais da área de estudo, evitando assim a criação de modelos de simples sobreposição de informações.

O significado dos termos “fragilidade” e “vulnerabilidade ambiental” variam entre pesquisadores que trabalham com essa temática. Também aparecem como sinônimos desses termos “risco ambiental” e “sensibilidade ambiental”.

A vulnerabilidade ambiental pode estar relacionada ao grau de sensibilidade para perda de solo, por exemplo, enquanto a fragilidade relaciona o grau de sensibilidade de uma variável (solo, geomorfologia, clima) a qualquer tipo de dano (SOUZA, 2011).

Para Santos e Souza (2005), o termo “vulnerabilidade” pode ser entendido como o grau de exposição de determinado ambiente em função de diferentes fatores, podendo acarretar efeitos adversos.

A vulnerabilidade ambiental refere-se também ao conjunto de fatores ambientais que, diante de atividades ocorrentes ou que venham a se manifestar, poderá sofrer adversidades e afetar de forma vital, total ou parcial a estabilidade ecológica da região em que ocorre. Para a determinação dos riscos, alguns elementos devem ser considerados, tais como a maior ou menor suscetibilidade da área a um impacto potencial provocado por uso antrópico e a vulnerabilidade dos sistemas naturais (TAGLIANI, 2003; PEREIRA, 2010).

A potencialidade de um ecossistema em modular suas respostas frente a ações de estresses, considerando a frequência, intensidade e dimensão desses estresses, representa um cenário essencial para a tomada de decisão acerca do uso dos recursos naturais existentes (WILLIAMS; KAPUTSKA, 2000; ALVES, 2006; COSTA et al., 2007).

Na Geografia Física, a fragilidade ambiental está associada à fragilidade do ambiente físico, sendo considerada como a vulnerabilidade ou a suscetibilidade do ambiente em sofrer qualquer tipo de impacto. Está relacionada ainda com fatores de desequilíbrio de ordem natural (alto grau de declividade, alto grau de erodibilidade, variações climáticas) e antropogênica (uso indevido do uso da terra, técnicas de cultivo, intervenções em regimes fluviais) (SANTOS; VITTE, 1998; TAMANINI, 2008).

No Brasil, estudos realizados por Ross (1990, 1994) sugerem duas novas terminologias para “fragilidade: unidades ecodinâmicas estáveis ou unidades ecodinâmicas de instabilidade potencial e unidades ecodinâmicas instáveis ou unidades ecodinâmicas de instabilidade emergente. A primeira apresenta-se em estado natural, em equilíbrio dinâmico, mas com possível inserção antrópica. A segunda apresenta intervenções antrópicas em diferentes graus (muito fraca a muito forte). O estudo integrado dos elementos que compõem o estrato

geográfico representa a análise da fragilidade, retratando a situação da área de estudo (ROSS, 1994).

As diferentes definições para os termos “vulnerabilidade” e “fragilidade ambiental” e as metodologias utilizadas por diferentes autores visam, por meio de representações de modelos matemáticos e lógicos, simular a interação dos processos naturais e antrópicos de uma determinada área.

Os modelos propostos por Ross (1990, 1994) e Crepani et al. (2001) foram desenvolvidos com base nos estudos de Tricart (1977), que utilizam princípios das unidades ecodinâmicas, integradas no conceito de ecossistema, e enfocam as relações mútuas entre diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia e de matéria no meio ambiente (TRICART, 1977).

Ross (1994) propôs a metodologia “Análise Empírica da Fragilidade Ambiental”, em que trabalha em escalas médias e pequenas e com os índices de dissecação do relevo e, em escalas maiores, com as formas das vertentes e as classes de declividade.

A metodologia utilizada por Crepani et al. (2001) permite gerar uma carta de vulnerabilidade natural relacionada à perda de solo para subsidiar o Zoneamento Ecológico–Econômico proposto para a Amazônia e, posteriormente, aplicado para demais regiões do Brasil. De acordo com essa metodologia, são definidos Planos de Informação que, posteriormente, irão compor o mapa de Unidades Territoriais Básicas, contendo o grau de vulnerabilidade de cada unidade territorial baseada nos processos de morfogênese e pedogênese.

Os dois modelos para determinar a fragilidade ambiental (ROSS, 1994 e CREPANI, et al., 2001) possuem ponderações distintas para cada uma das variáveis. Ross atribui mais importância à variável “relevo” enquanto Crepani pondera igualmente todas as variáveis, apresentando resultados distintos (LEANDRO, 2013).

Atualmente, estão disponíveis vários modelos e operadores para determinação da Fragilidade Ambiental. Entre eles, o modelo Fuzzy e o Processo Analítico Hierárquico (AHP), que incluem a análise por critérios múltiplos (Multi Criteria Evaluation – MCE).

O modelo Fuzzy, ou também chamado de inferência Fuzzy, tem como característica a indefinição de fronteiras ou limiares entre as classes e também reduz a propagação de erros por meio de modelos lógicos, com informações mais

precisas. Esse modelo é indicado para estudos que apresentem ambiguidade, abstração e ambivalência em modelos matemáticos (BURROGH, 1992; BURROUGH; MCDONNELL, 1998).

A análise por critérios múltiplos (Multi Criteria Evaluation – MCE) apresenta um avanço em relação aos procedimentos convencionais de cruzamento de planos de informações por meio de SIGs para a priorização de áreas (EASTMAN, 2006). Tem como vantagem a comparação pareada entre fatores, determinando a importância relativa de cada um deles, reduzindo a subjetividade e subsidiando a geração de melhores cenários ao tomador de decisão (SARTORI, 2010). Tem por objetivo auxiliar o gestor na análise dos dados, procurando a melhor estratégia de gestão (VILAS BOAS, 2005).

Entre os métodos de agregação de critérios de uma análise multicriterial, o modelo booleano é o mais simples. Permite a entrada de qualquer número de restrições que serão multiplicadas entre si. Os critérios são classificados como inaptos ou aptos com valores de zero (0) e um (1), respectivamente (EASTMAN, 1998).

A análise multicriterial contempla ainda o método de Combinação Linear Ponderada (CLP), que padroniza os valores para uma escala numérica comum. Nela, os fatores recebem pesos e são combinados por meio de uma matriz de comparação pareada entre os fatores, de acordo com a importância relativa entre os pares de fatores. O resultado é um mapa de prioridades. Esse método permite ainda representar o grau de aptidão de um determinado local, e suas soluções não serão nem arriscadas nem aversas aos riscos, porque sempre estarão no meio dos extremos “AND” e “OR” (MALCZEWSKI, 2006; EASTMAN, 2001). Esse método é flexível e permite a interação de conhecimentos entre pesquisadores, analistas e características da paisagem (SARTORI, 2010).

Segundo Valente e Vettorazzi (2005), a CLP apresenta a desvantagem de não permitir inserir, no processo de tomada de decisão, as características intrínsecas de cada fator, ou seja, não é possível controlar a ordem de importância de cada fator. Assim, os fatores recebem diferentes pesos de compensação e existe a ponderação relativa entre eles.

O método Média Ponderada Ordenada (Ordered weighted average – OWA) difere do método CLP pela presença de um segundo grupo de pesos, denominados de pesos de ordenação (EASTMAN, 2001). Esses pesos controlam

a maneira como os fatores são agregados e o nível de compensação entre eles, ou seja, consideram o comportamento de cada fator e sua importância em relação aos demais (ordenamento) e não somente sua importância absoluta, como ocorre na CLP (VALENTE & VETTORAZZI, 2005).

Ambos os métodos consideram fundamental o conhecimento da área de estudo por parte dos pesquisadores, para que sejam definidos os pesos para cada fator condicionante das variáveis ambientais utilizadas na aplicação dos métodos.

De acordo com Cereda-Júnior (2011), os modelos baseados na análise multicriterial apresentam menor subjetividade na geração de mapas, uma vez que atribuí pesos de importância entre as variáveis que serão analisadas.

## 2. OBJETIVOS

Este estudo está integrado a um programa de pesquisa mais abrangente, a “Rede Conservabio” (Rede para a Conservação da Biodiversidade e Valoração dos Produtos da Floresta com Araucárias – Conservabio II). Seu objetivo é a geração de pesquisas integradas para a conservação, o uso e o manejo sustentável dos recursos de biodiversidade nas Florestas Nacionais (FLONAS) e entorno, contribuindo para a formação de uma base organizacional e de pesquisa em rede na qual a Floresta Nacional de Passo Fundo (FLONA-PF), juntamente com as FLONAs de Irati (PR) e de Três Barras (SC), compreende unidades de gerenciamento da paisagem.

O conhecimento adquirido em cada FLONA e seu respectivo entorno geopolítico possibilitará a melhor difusão das experiências a serem aplicadas para outros territórios, além de consolidar métodos, procedimentos e políticas públicas voltados para a conservação da biodiversidade.

Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo geral a caracterização do ambiente físico, associada à identificação da fragilidade ambiental da FLONA-PF (Mato Castelhano, RS), buscando identificar mudanças que comprometam a continuidade das funções do zoneamento ambiental estabelecido pelo Plano de Manejo como resultado das influências antrópicas no âmbito da FLONA e seu entorno imediato.

Os objetivos específicos foram:

- Caracterização do ambiente físico, considerando a influência de atividades externas, aspectos históricos e, sobretudo, estruturais (hipsometria, declividade, rede de drenagem, solos, geomorfologia, clima, conflitos de usos);

- Quantificação e espacialização da condição dos usos e ocupação da terra na FLONA-PF para o ano de 2011;
- Identificação de possíveis conflitos entre as tipologias de usos da terra para o período de 2011 e aquelas identificadas em 2008, conforme estabelecidas no Plano de Manejo vigente da FLONA-PF (2012);
- Determinação da Fragilidade Ambiental na FLONA-PF, identificando se as influências antrópicas no âmbito da FLONA e seu entorno imediato influenciam as funções estabelecidas no zoneamento ecológico do Plano de Manejo vigente (2012).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Descrição da área de estudo**

A Floresta Nacional de Passo Fundo (FLONA-PF) está localizada no município de Mato Castelhano, RS, entre as coordenadas 28°16'43" e 28°20'40" de latitude sul e 52°12'34" e 52°09'59" de longitude e oeste, ocupando uma área de 1.281,05 ha. Limita-se ao Norte com a estrada-BR 285 e a Leste com propriedades rurais (UFSM, 1989). Ao Sul, faz divisa com a propriedade pertencente à Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE), como parte da área de drenagem que compõe a Barragem de Capinguí, que alaga porção dos municípios de Passo Fundo e Mato Castelhano (**Figura 1**).

O município de Mato Castelhano possui uma população de 2.470 habitantes, com 521 residentes na zona urbana e 1.949 na zona rural. Com uma área territorial de 238,36 km<sup>2</sup>, é considerado pela população como de pequeno porte e está inserido na Microrregião de Passo Fundo, composta por 26 municípios e localizada na Mesorregião Noroeste Rio-Grandense (IBGE, 2010). O entorno da FLONA-PF encontra-se influenciado por atividades antrópicas relacionadas à economia local, predominantemente agrícola (SCARIOT et al., 2011).

##### **3.1.1. Clima**

De acordo com a classificação de Köppen, a FLONA-PF está localizada em uma região onde o clima é classificado como Cfa, subtropical, com chuvas durante todos os meses do ano, sendo a temperatura do mês mais quente superior a 22°C, e a do mês mais frio superior a 3°C (MORENO, 1961). A temperatura média anual que ocorre na região da FLONA-PF gira em torno de 17,5 °C, com as temperaturas médias máximas em torno de 23,6 °C, no mês de janeiro, e as médias mínimas de 13,2 °C, nos meses de junho e julho. As chuvas são bem distribuídas anualmente, com valores totais anuais da precipitação em torno de 1.788 mm (SOCIOAMBIENTAL, 2012). Segundo Nimer (1990), o Sul do Brasil é uma das regiões geográficas que apresenta distribuição espacial uniforme de chuva, sendo que a precipitação anual média varia de 1.250 a 2.000 mm.

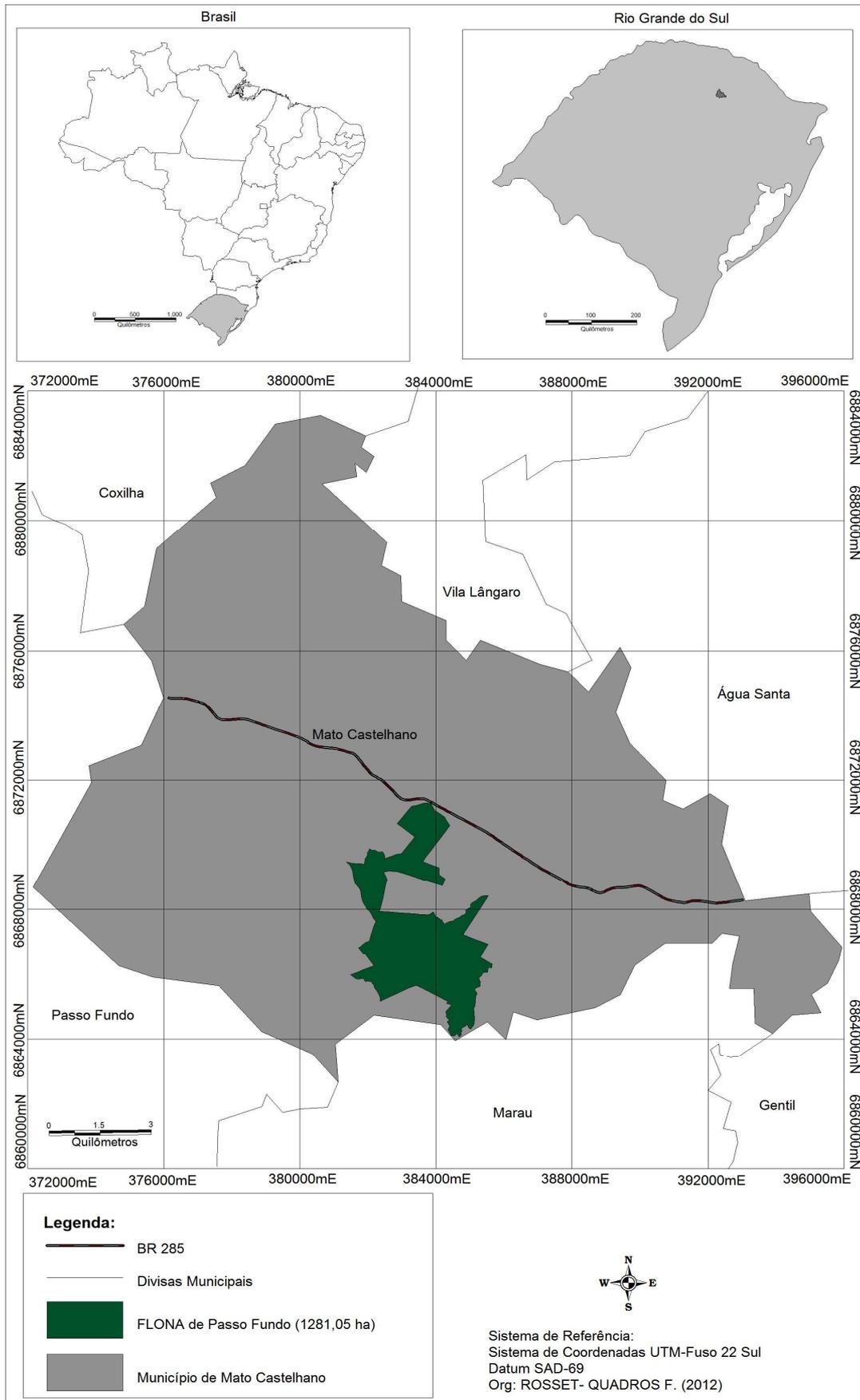


Figura 1 - Localização da FLONA-PF, no município de Mato Castelhan, RS.

A média anual de umidade relativa que ocorre na região é de 72%. Os meses de novembro e dezembro apresentam a menor umidade relativa, com 67%, e o mês de junho, a maior, com 76%. A insolação anual na região é de 2329,6 horas, com o máximo ocorrendo em dezembro com 254,2 horas, e um mínimo ocorrendo em junho, com 153,7 horas. Quanto à nebulosidade, permanece uma cobertura média de 50% durante o ano, e os meses de abril e maio apresentam o céu com menos presença de nuvem (SOCIOAMBIENTAL, 2012).

### 3.1.2. Vegetação

A cobertura vegetal da FLONA-PF caracteriza-se, predominantemente, pela presença da Floresta Ombrófila Mista (FOM), também conhecida como floresta ou mata com araucária, ou floresta com pinheiros. Está integrada ao Bioma Mata Atlântica, de acordo com a Lei 11.428/2006, considerado um dos 25 “hotspots” de biodiversidade do planeta. É marcada pela heterogeneidade de feições vegetais cuja área interna evidencia a dominância de fisionomias florestais representadas por remanescentes da FOM e da floresta plantada com araucária, pinus e eucalipto. Em seu entorno, predomina a condição de um mosaico de formações florestais fragmentadas pelo uso agrícola, pastagens e florestas plantadas. (MEYERS et al., 2000; SOCIOAMBIENTAL, 2012).

No Rio Grande do Sul, os remanescentes da FOM, além de escassos, estão submetidos a um processo contínuo de fragmentação por atividades agrícolas, pastagens, extrativismo madeireiro e a ampliação de fronteiras de grandes empreendimentos energéticos e viários que ameaçam a integridade das matas com araucária (CADEMARTORI et al., 2002; SANQUETA & MATTEI, 2006; JARENKOW & BUDKE, 2008).

Na composição florística da FLONA-PF, além da *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze, que se configura como o principal componente dessa formação, é relatada a presença da guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa* Berg), da guaçatunga (*Casearia decandra* Jacq.), da pimenteira (*Cinnamodendron dinisii* Schwanke), do espinho-de-agulha (*Dasyphyllum spinescens* (Less.) Cabrera), do cocão (*Erythroxylum deciduum* A. St.-Hil.), da uvaia (*Eugenia pyriformis*

Cambess.), da erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.), da casca-d'anta (*Drimys brasiliensis* Miers), do bugreiro (*Lithraea brasiliensis* Marchand), do camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides* Radlk.), da pixirica (*Miconia cinerascens* Miq.), do guamirim (*Myrcia bombycina* (O. Berg) Nied.), da canela-lageana (*Ocotea pulchella* (Ness) Mez), do pessegueiro-bravo (*Prunus myrtifolia* (L.) Urb.), do leiterinho (*Sebastiania brasiliensis* Spreng.), do branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) L. B. Sm. & Downs), da murta (*Blepharocalix salicifolius* (Kunth) O. Berg), da sapopema (*Sloanea monosperma* Vell.), da carne-de-vaca (*Styrax leprosus* Hook. & Arn.) e do juvevê (*Zanthoxylum kleinii* P. G. Waterman).

Entre as famílias, destacam-se *Araucariaceae*, *Myrtaceae*, *Lauraceae*, *Sapindaceae*, *Salicaceae*, *Aquifoliaceae* e *Rosaceae* (SOCIOAMBIENTAL, 2012).

O estudo realizado por Malysz (2010) em um remanescente florestal da FLONA-PF apontou, por meio de levantamento fitossociológico arbóreo, que *Nectandra megapotamica*, *Casearia decandra*, *Sebastiania brasiliensis*, *Prunus myrtifolia*, *Sloanea monosperma*, *Araucaria angustifolia*, *atayba eleagnoides*, *Campomanesia xantocarpa*, *Myrciaria tenella*, *Casearia silvestris*, *Campomanesia guazumifolia*, *Coussarea contracta* e *Cupania vernalis* são as espécies determinantes e responsáveis pela estrutura da fisionomia da vegetação. Também é possível verificar uma relação existente entre o componente arbóreo e regenerativo levando a verificar que o fragmento florestal estudado apresenta alta taxa de conservação e sustentabilidade.

### 3.1.3. Informações Históricas e Estruturais da FLONA-PF

A FLONA-PF, inicialmente denominada de Parque Florestal José Salgadas Viana, foi implantada em 1947 pelo Instituto Nacional do Pinho (INP), vinculado ao Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio, que representava, na época, os interesses dos produtores e exportadores de araucária na região sul e sudeste do país.

A justificativa da criação do Parque Florestal José Salgadas Viana foi embasada pela necessidade de estudos relacionados ao crescimento e ao desenvolvimento da *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze e *Pinus elliottii* Engelman sob diferentes condições de cultivo. Em 1967, a responsabilidade de

gestão do Parque foi transferida para o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), sendo que o INP foi reestruturado e passou a fazer parte do IBDF. Em 25 de outubro 1968, a Floresta Nacional de Passo Fundo foi efetivamente criada. Originalmente, a área da FLONA-PF pertencia ao município de Passo Fundo. Em 1987, com o desmembramento dos Distritos de Campo do Meio, Coxilha e de São Roque, foi criado o Distrito de Mato Castelhana, elevado à categoria de município. Em 1992, pela Lei Estadual nº 9.645, passa a ser o município no qual a FLONA-PF está geograficamente inserida (IBGE, 2010).

Em 1989, com a criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), a FLONA-PF passa a ser de responsabilidade dessa autarquia. A partir de 2007, com o desmembramento do IBAMA, a FLONA-PF passa a ser administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

#### **3.1.4. Estrutura física e administrativa**

Atualmente, a FLONA-PF conta com sete servidores: dois analistas ambientais, cinco técnicos ambientais responsáveis pelos serviços administrativos e operacionais. Há também cinco trabalhadores terceirizados, quatro que executam a função de vigilantes e um para a limpeza em geral.

A FLONA-PF possui um escritório, onde funciona a sede administrativa; uma carpintaria, onde são guardados os materiais utilizados para os serviços gerais; e duas hospedarias, com capacidade para aproximadamente 10 pessoas cada, destinadas a alunos e pesquisadores que desenvolvem trabalhos e projetos científicos na unidade. A sede administrativa é dotada de computadores, impressoras, *data-show*, *notebook*, câmera fotográfica, GPS, Internet via satélite, telefone e fax e um auditório para 50 pessoas, onde são realizadas reuniões e eventos.

Das habitações existentes, três encontram-se desativadas e uma é utilizada por um funcionário da FLONA-PF, que reside com sua família. Há um depósito onde são executados os serviços de manutenção dos veículos e/ou equipamentos. Para o deslocamento e execução dos serviços na FLONA-PF estão disponíveis 05 (cinco) veículos automotivos.

### 3.1.5. Atividades desenvolvidas na FLONA-PF

A equipe administrativa da FLONA-PF desenvolve serviços que envolvem a manutenção e fiscalização da área, acompanhamento de visitação e pesquisa, além de vistorias e acompanhamentos de licenciamentos no entorno da Unidade de Conservação. A equipe também participa das atividades do Projeto Conservabio, coordenado pela Embrapa Florestas em parceria com o ICMBio, UFSCar (Universidade Federal de São Carlos), Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim, Prefeitura Municipal de Mato Castelhanos, EMATER e grupo de terceira idade de Mato Castelhanos.

A FLONA-PF representa um excelente campo experimental para o desenvolvimento de pesquisas científicas por profissionais vinculados a diversas instituições de ensino e pesquisa: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Erechim; Universidade de Passo Fundo; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Universidade Federal do Paraná; Museu Nacional (UFRJ); Universidade Federal de Pelotas; Universidade de São Paulo - Instituto de Biociências; Universidade Federal de São Carlos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Federal de Santa Maria.

A FLONA-PF também possui um horto de plantas bioativas<sup>1</sup>, localizado próximo à sede administrativa, implantado em 2008 em parceria com o grupo de terceira idade local, EMATER e Administração Municipal de Mato Castelhanos. Tem como objetivo principal aproximar e sensibilizar a comunidade do entorno em relação à FLONA-PF para identificar e difundir as espécies de plantas com valor comercial e terapêutico existentes na região e resgatar o conhecimento dos grupos sociais a respeito delas.

A UC possui um conselho consultivo criado em 2004, por meio da Portaria nº 76 de 30 de julho, com a finalidade de contribuir com ações voltadas ao planejamento e desenvolvimento da unidade, principalmente quanto à implantação e implementação do seu Plano de Manejo, e ao cumprimento dos seus objetivos de criação.

---

<sup>1</sup> São aquelas que possuem alguma ação sobre outros seres vivos e cujo efeito pode se manifestar tanto pela sua presença em um ambiente quanto pelo uso direto de substâncias delas extraídas.

Em 2007, procedeu-se à renovação do conselho consultivo, publicada pela portaria nº 30 de 20 de dezembro. Com a renovação, praticamente todos os anseios de participação foram atendidos, havendo poucas manifestações quanto à constituição do Conselho e pouco interesse em novas participações.

Em 2013, o ICMBio, por meio da portaria nº 143 de 1º de fevereiro, modifica a composição do conselho consultivo, que passou a ser formado por representantes da administração pública e da sociedade civil. O mandato dos conselheiros é de dois anos, renovável por igual período, não remunerado e considerado atividade de relevante interesse público. O Conselho Consultivo da FLONA-PF realiza duas reuniões ordinárias por ano e extraordinárias quando for preciso. A participação é boa, sempre garantindo quórum, alcançando em média 70% de presença quando o quórum mínimo é de 50%.

### **3.2. Planos de Manejo da FLONA-PF**

O Plano de Manejo é uma exigência legal fundamentado nos objetivos gerais de uma unidade de conservação. Por meio desse documento técnico, estabelece-se o zoneamento e as normas que devem presidir o uso da unidade e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade (SNUC, 2000).

O primeiro Plano de Manejo para a FLONA-PF foi desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, RS, em 1982, tendo como objetivo principal o ordenamento espacial da área para exploração florestal.

Em 1989, foi elaborado também pela Universidade Federal de Santa Maria o segundo Plano de Manejo da FLONA-PF, restrito ao manejo florestal para a exploração dos recursos madeiráveis. Ambos os planos de manejo pretendiam a transformação dos remanescentes florestais em sistemas de exploração florestal comercial.

Em 2008, por exigência da Lei Federal nº 9.985/2000 (SNUC), teve início a elaboração do plano de manejo vigente, de responsabilidade da Socioambiental Consultores Associados Ltda, com recursos da compensação ambiental do licenciamento da Linha de Transmissão Campos Novos – Santa Marta (RS-SC),

contrato ETAU-CT-08-003. Esse instrumento de manejo define a gestão da unidade no alcance dos seus objetivos, fundamentalmente direcionados à experimentação e ao manejo florestal, à geração de conhecimentos, à educação ambiental e ao uso múltiplo sustentável dos recursos naturais. Assegura ainda o processo de envolvimento da sociedade nas atividades da UC por meio de ações estratégicas em sua relação com o entorno. O Plano de Manejo foi aprovado pela Portaria nº61, de 18 de maio de 2012, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio), aprimorando o Plano de Manejo anterior, elaborado em 1989.

O Plano de Manejo atualmente vigente abrange diversos relatórios temáticos: meio físico, meio biótico, oficina de planejamento participativo, legislação e normas pertinentes, inventário florestal da Floresta Ombrófila Mista e ainda o resumo executivo que apresenta a caracterização geral, zoneamento e programas estabelecidos para a FLONA-PF.

O Volume I do Plano de Manejo compreende o diagnóstico de campo e das oficinas, a fim de compor os subsídios para o planejamento. No Volume II, constam o planejamento, a análise estratégica, os objetivos específicos de manejo, as normas gerais, o zoneamento e os programas de manejo. Os programas foram elaborados de forma a estabelecer as diretrizes para a sua implementação. Entretanto, para muitas atividades definidas, há necessidade de um maior detalhamento, o que poderá ser realizado posteriormente com a proposição de projetos específicos.

### **3.3. Procedimentos metodológicos**

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 caracterização do ambiente físico da FLONA-PF foi estruturada no sistema geodésico SAD-69 (South American Datum), na projeção UTM - Fuso 22 Sul e escala 1:2.500.

### 3.3.1. Imagem de Satélite

Foi utilizada uma imagem de satélite GeoEye-1, com três bandas fusionadas e resolução espacial de 0,5 m. Ela foi captada no dia 22 de outubro de 2011, com horário de aquisição e passagem do satélite em órbita 13 horas e 31 minutos. A cobertura por nuvens e sombra na cena para a FLONA-PF e entorno imediato (1 km de largura) foi de 2%. A definição do entorno imediato de 1 km de largura refere-se ao tamanho da cena da imagem de satélite adquirida para o trabalho.

O tratamento, a correção e a ortorretificação da imagem de satélite foram efetuados no *software* ENVI 4.7. Para o processo de correção geométrica, foram utilizados 39 pontos de controle para a FLONA-PF e entorno imediato (1 km de largura) selecionados pela facilidade de identificação no terreno.

Para as atividades de campo e ajuste do registro da imagem, foram utilizados GPS Geodésico (LEICA, RS-20), GPS de navegação Garmin Etrex HCX para coleta de padrões amostrais e câmera para registros fotográficos de campo, configurados em um banco de dados georreferenciado (**Apêndice 1**). Os pontos coletados foram pós-processados para a Base de Chapecó, RS, por meio do site pela Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br).

### 3.3.2. Rede de Drenagem

A rede de drenagem, descrita como rios, riachos e arroios, além de corpos hídricos (barragens e açudes de origem antrópica), foi disponibilizada pelo LaGePIAm (Laboratório de Geoprocessamento e Planejamento Ambiental) da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Missões – Campus de Erechim (ZAKRZEWSKI; DECIAN, 2010). A complementação e o ajuste dessa base se deram por meio da imagem de satélite GEOEYE-1, bem como a verificação em campo em escala de trabalho 1:2.500 e em cartas topográficas representativas do relevo da área.

### **3.3.3. Hipsometria**

As curvas de nível equidistantes em 20 m foram digitalizadas com base em carta topográfica (Folha SH 22-V-B-I-4 / MI-2918/4 – Marau) (DSG, 1979).

A interpolação das curvas de nível no SIG Idrisi 32 utilizou o módulo de trabalho TIN (Triangular Irregular Network) e gerou o Modelo Digital de Elevação (MDE) posteriormente reclassificado com base nos valores máximos e mínimos de altitude.

### **3.3.4. Declividade**

A carta de declividade foi elaborada com base no Modelo Numérico de Terreno (MNT) pelo operador de contexto (Surface) do *software* IDRISI 32, gerando uma imagem com valores agrupados em classes de declividade (EMBRAPA, 1995).

### **3.3.5. Solos**

As classes de solos foram obtidas por digitalização das informações contidas em Streck et al. (2008), que apresenta o mapeamento das unidades de solos para o estado do Rio Grande do Sul e suas potencialidades em relação a características físicas e inserção na paisagem em escala 1:750.000 e 1:250.000, em levantamento de campo local. Mesmo não sendo uma escala adequada para o planejamento da FLONA-PF, esse mapeamento é o único disponível para o Rio Grande do Sul. Os resultados foram organizados em um banco de dados digital das classes de solos em ambiente computacional (MapInfo 8.5) para cruzamentos posteriores.

### **3.3.6. Geomorfologia**

Para o mapeamento da geomorfologia da FLONA-PF foi utilizado o trabalho realizado no estado do Rio Grande do Sul pelo Projeto RADAMBRASIL,

incorporado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 1986, em escala 1:250.000. Ele apresenta uma divisão em domínios morfoestruturais, definidos pelo agrupamento de aspectos geológicos e regiões geomorfológicas, que se caracteriza por uma compartimentalização regionalmente reconhecida. As unidades geomorfológicas estão representadas pelas unidades de relevo e se referem aos compartimentos individualizados configurados pelas formas de relevo fisionomicamente semelhantes.

### **3.3.7. Usos e ocupação da terra em 2011**

A classificação qualitativa e quantitativa dos tipos de uso e ocupação da terra para o ano 2011 foi obtida por interpretação visual da imagem de satélite, com a digitalização das classes no *software* MapInfo 8.5, considerando a textura (rugosidade), cor, forma e tamanho das feições existentes na imagem (FLORENZANO, 2008) e no apoio dos padrões amostrais de campo.

Os tipos de classes de uso e ocupação da terra foram adaptados da classificação sistemática proposta pelo Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006). Para um maior nível de detalhamento, considerando os tipos de cobertura da terra, estabeleceram-se dois níveis hierárquicos para as classes de uso da terra: nível primário e nível secundário.

A classificação dos remanescentes de vegetação natural da área de estudo em diferentes estádios sucessionais foi baseada na estrutura da vegetação e na Resolução CONAMA nº 33, que dispõe sobre “a necessidade de se definir os estágios sucessionais das formações vegetais que ocorrem na região de Mata Atlântica do Rio Grande do Sul” (CONAMA, 1994).

A categorização das áreas úmidas seguiu a definição da Resolução Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 302/2002 e 303/2002, Artigo 2º inciso III, que conceitua “banhado” (vereda) como “espaço brejoso ou encharcado, que contempla nascentes ou cabeceiras de cursos d’água, onde há ocorrência de solos hidromórficos”.

Para verificar a acurácia e aperfeiçoar o processo de refinamento da classificação, utilizou-se o coeficiente Kappa, obtido por meio do módulo Errmat, Idrisi 32, utilizando como referência 150 pontos coletados em campo com auxílio

do receptor GPS. O módulo analisou estatisticamente os dados da verdade terrestre, confrontando com a imagem classificada da condição dos usos e ocupação da terra. O resultado é evidenciado pela matriz de erros e o índice Kappa geral e por categoria. Esse coeficiente é utilizado para testar a concordância entre os resultados observados e os classificados em uma matriz de erro (CEMIN, 2005).

### **3.3.8. Conflitos de usos e ocupação da terra para as zonas do Plano de Manejo (2012)**

O inventário realizado para a classificação dos usos e cobertura da terra em 2008 utilizou uma imagem de satélite Quick Bird. Para a identificação de prováveis conflitos entre as tipologias do inventário 2008, realizado para o Plano de Manejo atual e para as tipologias identificadas em 2011, utilizou-se o módulo CROSSTAB, do *software* Idrisi 32, que identifica por meio do cruzamento de imagens conflitos em relação às tipologias de uso, auxiliando a análise dos impactos causados por esses conflitos.

### **3.3.9. Caracterização da Fragilidade Ambiental**

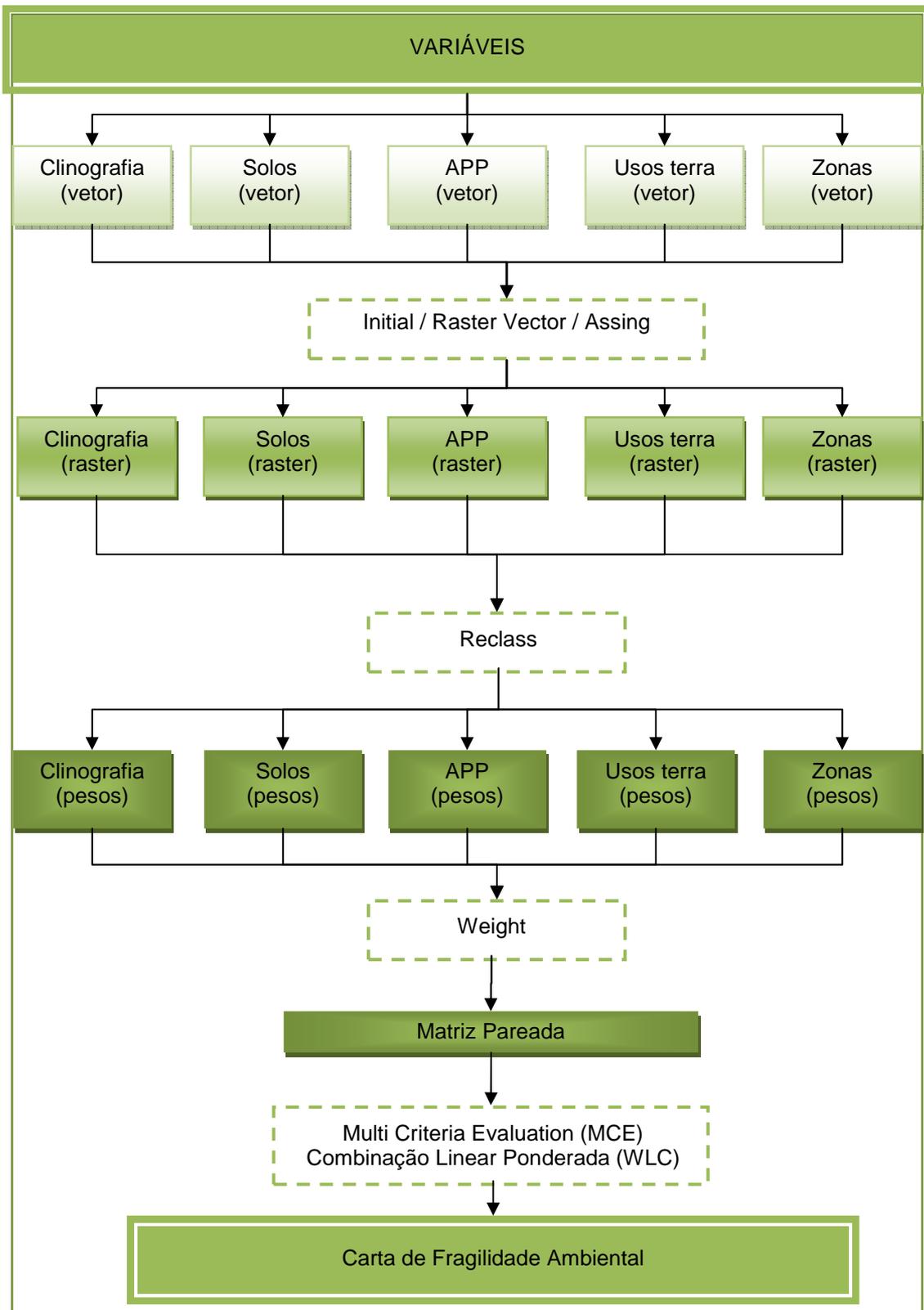
O procedimento metodológico baseou-se nos preceitos de Ross (2009), que considera que fragilidade ambiental está relacionada com a quebra do potencial ecológico de um geossistema diretamente relacionado com as condições do ambiente físico-natural, principalmente com a cobertura vegetal, e revela o potencial de degradação provocada pelas atividades antrópicas.

A fragilidade ambiental analisou o componente ambiente baseado nos conceitos ecodinâmicos preconizados por Tricart (1977), que utiliza a abordagem sistêmica para estudar os problemas ambientais na natureza, as trocas de energia se processam por meio das relações de equilíbrio dinâmico, que é frequentemente alterado por intervenções humanas (ROSS, 1994; TRICART, 1977). Por meio dessa abordagem, é possível obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade ambiental da FLONA-PF.

Para a determinação das unidades de fragilidade ambiental, foram utilizadas as seguintes variáveis ambientais: clinografia, solo, Áreas de Preservação Permanente (APP), uso e ocupação da terra e as zonas de manejo definidas pelo Plano de Manejo vigente (2012) da FLONA-PF. Para avaliar/agregar e comparar os critérios (**Figura 2**), foi utilizado o *software* IDRISI Selva, módulo de Apoio à decisão (Gis Analysis/Decision Support), usando critérios múltiplos para a tomada de decisão com a rotina MCE (Multi Criteria Evaluation) por meio da Weighted Linear Combination (WLC) e rotina Weight.

As variáveis ambientais foram padronizadas para que os fatores representados nos mapas apresentassem uniformidade na escala de valores, classificados em 5 (cinco) categorias hierárquicas (Ross, 1994), na escala de 1 (muito baixa) a 5 (muito alta), para sua posterior integração. Assim, variáveis mais estáveis apresentarão valores mais próximos de 1,0, as intermediárias em torno de 3,0 e as mais frágeis estarão próximas de 5,0 (**Quadro 1**).

Para avaliar se as classes de fragilidade estarão de acordo com a realidade da área de estudo, e também para validação da metodologia proposta para este estudo, foi necessária a realização de trabalhos de campo e o conhecimento especializado, respeitando as características físicas, humanas, econômicas e históricas e as condições locais.



**Figura 2** - Fluxograma da metodologia utilizada para determinação da carta de fragilidade ambiental da FLONA-PF (Mato Castelhano, RS).

**Fonte:** ROSSET-QUADROS (2013).

**Quadro 1** – Reclassificação dos atributos quanto ao grau de fragilidade ambiental das variáveis utilizadas (Clinografia, Solos, Uso e ocupação da terra, Áreas de Preservação Permanente (APPS) e Zonas de Manejo. (1) Muito Baixa (2) Baixa, (3) Média, (4) Alta e (5) Muito Alta. \*FOM: Floresta Ombrófila Mista. \*\*APP: Área de Preservação Permanente.

| VARIÁVEIS                              | CLASSES DE FRAGILIDADE | FUNDAMENTAÇÃO                       |
|--|------------------------|-------------------------------------|
| <b>Clinografia</b>                     |                        |                                     |
| 00 - 03%                               | 1                      | Ross (1994)                         |
| 03 - 08%                               | 2                      |                                     |
| 08 - 13%                               | 3                      |                                     |
| 13 - 20%                               | 4                      |                                     |
| >20%                                   | 5                      |                                     |
| <b>Solos</b>                           |                        |                                     |
| Latossolo Vermelho Distrófico          | 1                      | Ross (1994) e Streck (2008)         |
| Nitossolo Vermelho Distroférrico       | 3                      |                                     |
| <b>Uso e Ocupação da terra</b>         |                        |                                     |
| Caminhos/Aceiros/Estradas              | 1                      | Ross (1994) e Fushita et al. (2011) |
| Pátio                                  | 1                      |                                     |
| Áreas Construídas                      | 1                      |                                     |
| Agricultura                            | 2                      |                                     |
| Silvicultura (Eucalipto e Pinus)       | 3                      |                                     |
| FOM* - Estádio Inicial de sucessão     | 4                      |                                     |
| FOM- Estádio Intermediário de sucessão | 4                      |                                     |
| Silvicultura de Araucária              | 4                      |                                     |
| Áreas Úmidas (Banhados)                | 4                      |                                     |
| FOM- Estádio Avançado de sucessão      | 5                      |                                     |
| Rede de Drenagem                       | 5                      |                                     |
| <b>APP</b>                             |                        |                                     |
| Não APP**                              | 1                      | Brasil (1965)                       |
| APP                                    | 5                      |                                     |
| <b>Zonas de Manejo</b>                 |                        |                                     |
| Zona de Uso Especial                   | 1                      | Autora (2013)                       |
| Zona de Uso Conflitante                | 2                      |                                     |
| Zona de Manejo Florestal               | 3                      |                                     |
| Zona de Uso Público                    | 4                      |                                     |
| Zona de Recuperação                    | 4                      |                                     |
| Zona Primitiva                         | 5                      |                                     |

Fonte: ROSSET-QUADROS (2013).

A padronização relacionou as características de cada componente a uma determinada categoria de análise por meio de códigos, permitindo efetuar operações algébricas (PAULA; SOUZA, 2007).

Optou-se pelo processo analítico-hierárquico (AHP), uma teoria com base matemática que permite organizar e avaliar a importância relativa entre critérios e

medir a consistência dos julgamentos de aptidões que controlam como os fatores irão se contrapor, ou seja, o grau com que um fator pode compensar um ao outro e é determinado pelo seu fator ou peso de compensação (EASTMAN, 1998; CÂMARA et al.,2001).

Com base na comparação pareada (módulo Weight do *software* IDRISI Selva), os parâmetros variam de mais importante para menos importante, ou seja, variam de 9 a 1/9, refletindo o quanto cada fator interfere na espacialização dos outros fatores. Os mapas de cada variável (fator) tiveram o pixel multiplicado pelo seu peso e, posteriormente, somado os resultados. As variáveis ambientais foram padronizadas com base em uma escala numérica de acordo com o grau de fragilidade (**Quadro 2**).

**Quadro 2** – Matriz de comparação pareada entre os fatores que compõem a fragilidade ambiental da FLONA-PF (Mato Castelhana, RS) e os respectivos pesos calculados.

| FATORES                           |     | Clinografia |     | Solos |                        | APP |    | Usos |  |
|-----------------------------------|-----|-------------|-----|-------|------------------------|-----|----|------|--|
| Clinografia                       |     | 1           |     |       |                        |     |    |      |  |
| Solos                             |     | 1/3         |     | 1     |                        |     |    |      |  |
| APP                               |     | 1           |     | 1     |                        | 1   |    |      |  |
| Usos                              |     | 3           |     | 5     |                        | 3   |    | 1    |  |
| Zonas                             |     | 3           |     | 3     |                        | 3   |    | 7    |  |
| Parâmetro para comparação pareada |     |             |     |       |                        |     |    |      |  |
| 1/9                               | 1/7 | 1/5         | 1/3 | 1     | 3                      | 5   | 7  | 9    |  |
| EX                                | F   | F           | M   | I     | M                      | F   | MF | EX   |  |
| <b>Menos Importante</b>           |     |             |     |       | <b>Mais importante</b> |     |    |      |  |

EX=Extremamente; MF=Muito Fortemente F=Fortemente; M=Moderadamente e I=Igualmente.

Para as APPs, foi gerada uma área de cobertura (*buffer*) que compreende a delimitação da área de influência de 30 m ao redor dos rios existentes na FLONA-PF e uma área de cobertura de 50 m para as nascentes (BRASIL, 1965).

A integração dos elementos considerou os seguintes aspectos: a declividade, que remete aos processos erosivos, nos riscos de escorregamento/deslizamentos e inundações frequentes; os solos, que dependem

das características físicas e minerais e da capacidade de resiliência diante dos processos naturais e das ações antrópicas; as APPs, que correspondem às áreas de preservação permanente; e o uso e ocupação da terra, que remetem ao grau de proteção do terreno (ROSS, 1994).

Para as zonas de manejo da FLONA-PF, empregaram-se os critérios de inclusão/exclusão, os objetivos e as normas definidas conforme proposição do Plano de Manejo vigente (2012).

A ponderação da análise multicritério realizou-se considerando as potencialidades de uso e ocupação da terra, ou seja, o quanto os usos tornam o solo mais frágil no processo de erosão laminar.

Após o preenchimento da matriz de comparação pareada, calculou-se a razão de consistência (CR) para determinar se a avaliação foi bem sucedida. Valores de CR inferiores a 0,1 indicam boa consistência (SAATY, 1991). Se ocorrer indicação de inconsistência, a comparação de pares deve ser reavaliada e definida uma nova matriz (CHEN et al.,2001).

Para verificar se a função determinada para as zonas definidas no Plano de Manejo vigente (2012) condizem com o grau de fragilidade ambiental da FLONA-PF, adicionou-se ao processo de análise multicriterial a variável Zonas do Plano de Manejo Vigente.

Na reclassificação dos atributos quanto ao grau de fragilidade ambiental para a variável Zonas do PM, utilizaram-se os critérios de inclusão/exclusão, os objetivos e as normas definidas para cada zona de manejo propostas pelo Plano de Manejo vigente (**Quadro 3**).

**Quadro 3** - Critérios adotados para a variável Zonas do Plano de Manejo da FLONA-PF (Mato Castelhana, RS), na padronização das categorias hierárquicas, representando a classe de fragilidade ambiental de cada zona.

| Variável*                | Critérios**   | Classes de Fragilidade |
|--------------------------|---|------------------------|
| Zona de Uso Especial     | Abriga as instalações, infraestruturas e equipamentos necessários à gestão e manejo da FLONA e minimiza o impacto da implantação das estruturas ou os efeitos das obras no ambiente natural.                        | 1                      |
| Zona de Uso Conflitante  | Estabelece procedimentos que minimizem e ou eliminem os impactos.   | 2                      |
| Zona de Manejo Florestal | Promove uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e permite atividades de pesquisa, educação ambiental e interpretação.  | 3                      |
| Zona de Uso Público      | Propicia e facilita a recreação intensiva e a educação ambiental, área com facilidade de acesso e de controle. Área onde será instalada a infraestrutura para dar suporte à visitação.                              | 4                      |
| Zona de Recuperação      | Garante o processo de regeneração, permitido a estruturação da floresta em condições próximas às originais, e apresenta áreas de vegetação nativa em processo de recuperação em diferentes estágios de regeneração. | 4                      |
| Zona Primitiva           | Preserva o ambiente natural e, ao mesmo tempo, facilita as atividades de pesquisa científica e tecnológica e de educação ambiental; caracteriza a vegetação nativa da região.                                       | 5                      |

\*Zonas definidas pelo Plano de Manejo Vigente (2012).

\*\*Objetivos, normas e critérios de Inclusão/Exclusão utilizados pelo Plano de Manejo Vigente (SOCIOAMBIENTAL, 2012).

Fonte: ROSSET-QUADROS (2013).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Caracterização ambiental da Floresta Nacional de Passo Fundo

#### 4.1.1. Rede de Drenagem

A Floresta Nacional de Passo Fundo está inserida na Bacia Hidrográfica do Sistema Taquari-Antas, pertencente à Região Hidrográfica do Guaíba, que ocupa a região nordeste do Rio Grande do Sul. De acordo com a FEPAM (1998), a bacia hidrográfica Taquari-Antas abrange uma área de 26.428 km<sup>2</sup>, correspondente a 9% do território estadual, e 98 municípios cujos territórios nela se inserem total ou parcialmente. Devido à sua magnitude, essa unidade da paisagem possui características físicas e antrópicas diferenciadas, áreas com alto índice de industrialização, com predomínio de produção primária, zonas intensamente urbanizadas e riscos de ocorrência de enchentes.

Os principais cursos de água da Bacia Hidrográfica do Sistema Taquari-Antas são os rios das Antas, Taquari, Tainhas, Ituim, Carreiro, Forqueta, Forquetinha e Guaporé, cujos tributários drenam a região da FLONA-PF (SOCIOAMBIENTAL, 2012).

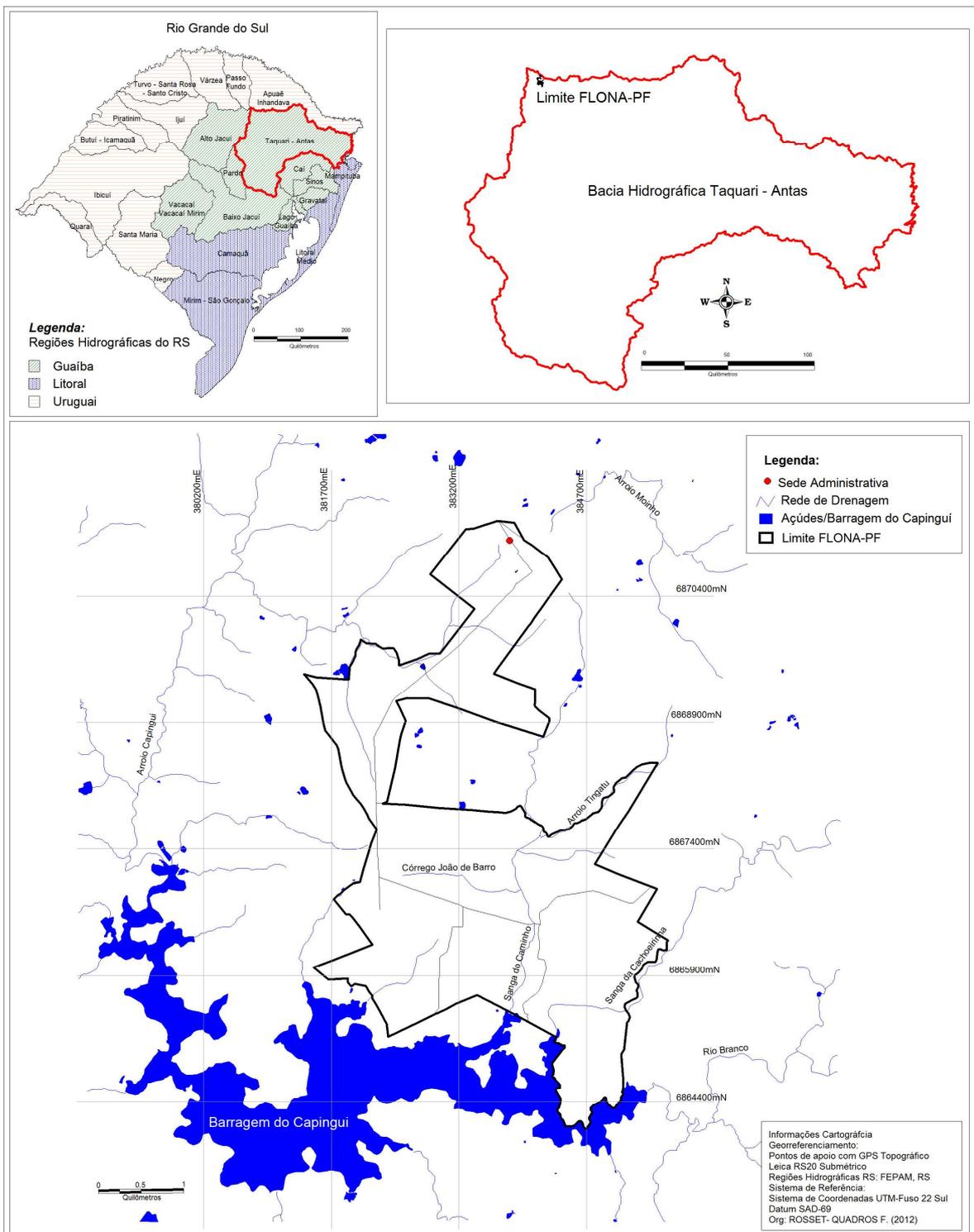
A rede de drenagem da FLONA-PF e seu entorno imediato estão representados por rios, córregos e sangas<sup>2</sup>, com total de 53,36 km de extensão e 618,43 ha de superfície de lâmina d'água, representada por açudes (21,07 ha) e a barragem do Capinguí (597,36 ha).

A FLONA-PF apresenta 12,79 km de extensão de rios, córregos e sangas, sendo 8,48 km de rios de primeira ordem e 4,31 km de rios de segunda ordem; os açudes representam 0,33 ha para o ano de 2011. A maioria dos rios que faz parte da FLONA-PF drena para o reservatório da Barragem do Capinguí (**Figura 3**).

O reservatório Capinguí abrange os municípios de Passo Fundo e Mato Castelhano, na margem direita, e o município de Marau, na margem esquerda. A primeira unidade hidrelétrica do reservatório iniciou suas atividades em 1933, com a ampliação de outras duas unidades entre os anos de 1953 e 1955.

---

<sup>2</sup> Refere-se a um pequeno riacho.



**Figura 3 - Cartas temáticas da região hidrográfica do Guaíba (a), da bacia hidrográfica do Sistema Taquari-Antas (b) e da rede de drenagem da FLONA-PF (Mato Castelhano, RS) (c).**

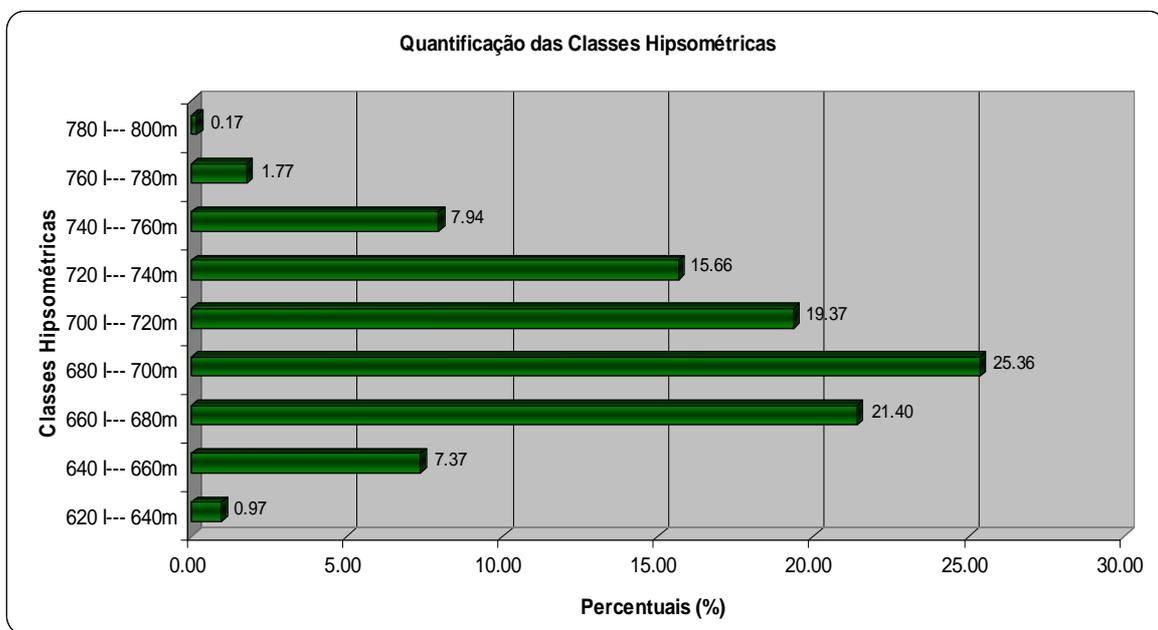
O represamento da Barragem Capinguí resultou no alagamento de uma área adjacente à porção sul da FLONA-PF. Esse alagamento gerou ocupações inadequadas no entorno da barragem, principalmente por uso urbano, tornando-se uma ameaça para a conservação da UC. A presença de nascentes na FLONA-

PF e em seu entorno imediato proporciona um aumento na qualidade e no fluxo permanente da água, na manutenção da fauna e da flora e também colabora para a preservação de remanescentes de vegetação nativa.

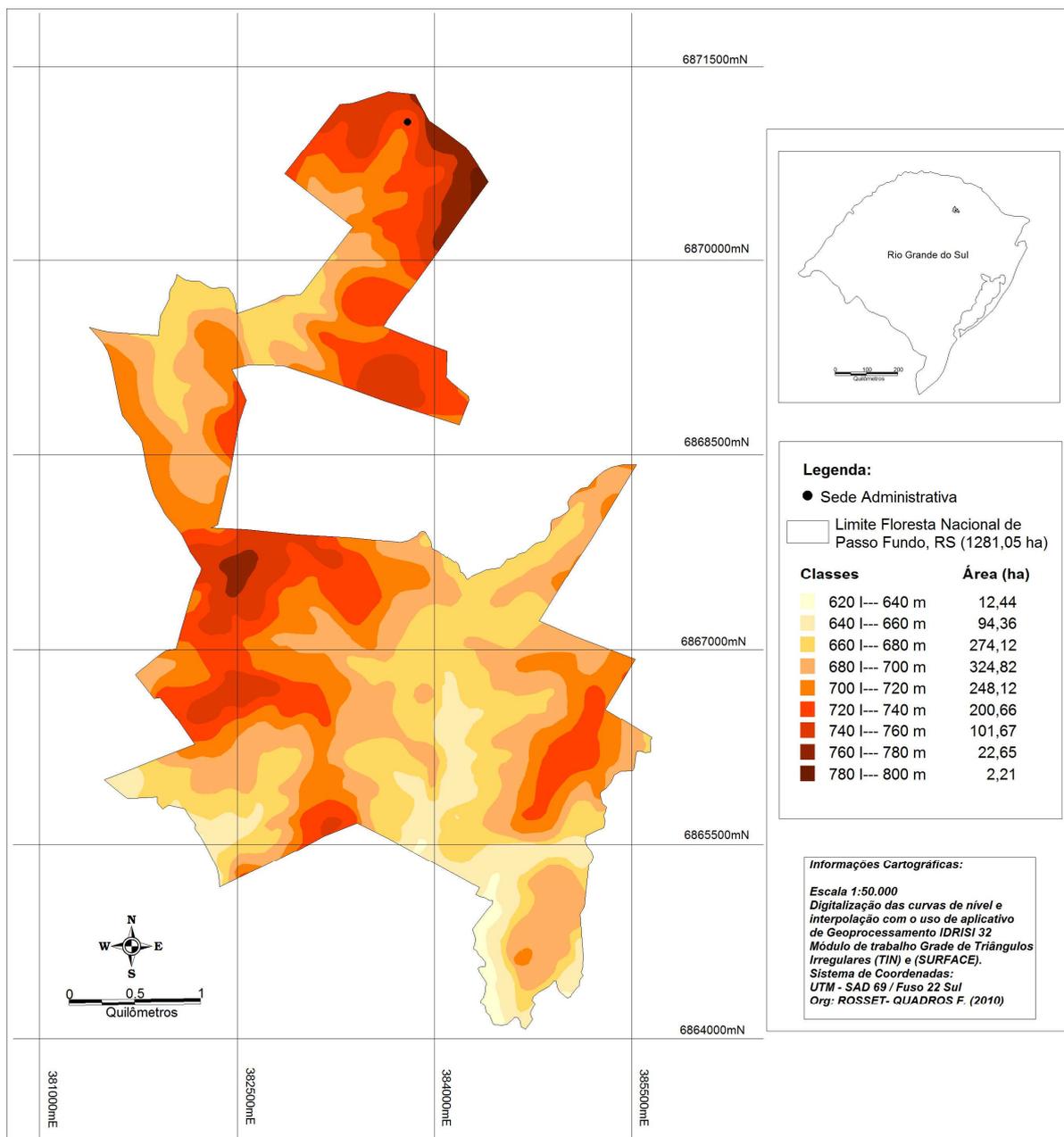
A conservação das nascentes impõe uma condição essencial para assegurar a proteção desses sistemas por serem essenciais à manutenção do equilíbrio hidrológico de cursos fluviais. Informações relacionadas às condições da qualidade da água e do Índice de Qualidade da Água (IQA), contidas no Plano de Manejo (SOCIOAMBIENTAL, 2012), evidenciam que a contaminação por matéria orgânica é reduzida, não há registro de cargas expressivas de nutrientes nos principais corpos hídricos e a qualidade da água superficial é boa.

#### 4.1.2. Hipsometria

A quantificação das classes hipsométricas e a carta hipsométrica da FLONA-PF estão representadas nas **Figuras 4 e 5**, respectivamente. A área apresenta a cota mínima de 620m e a máxima de 800m.



**Figura 4** - Classes Hipsométricas e respectivas áreas ocupadas (% de área) para a FLONA-PF (Mato Castelhana, RS).



**Figura 5 - Carta Hipsométrica (Altitudes de Relevos) da FLONA-PF. Mato Castelhanos, RS.**

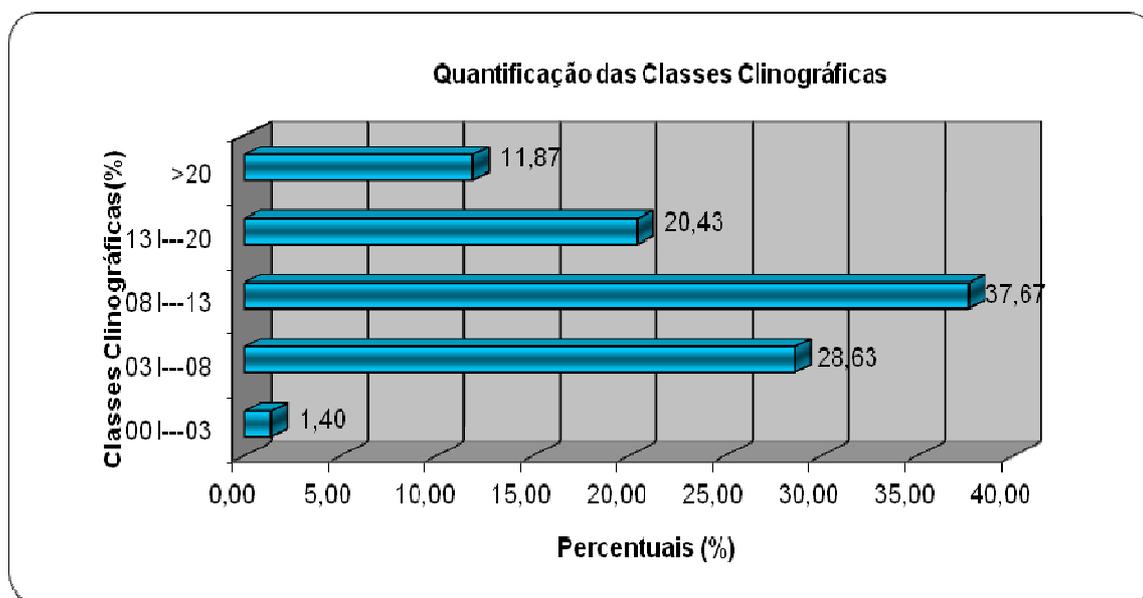
A classe de hipsometria 680 l--- 700 m apresentou maior porcentagem de área ocupada (25,36%) em um total de 324,82 ha. As classes hipsométricas de 660 l--- 680m e 700 l--- 720 m ocuparam, respectivamente, 21,40% e 19,37% da área total. As classes correspondentes às menores altitudes 620 l--- 640m e 640 l--- 660 m apresentaram as menores porcentagens de área para a FLONA-PF, 0,97 e 7,37%, respectivamente, predominantemente na porção Sul. A classe hipsométrica de 780 l--- 800 m corresponde às maiores altitudes, ocupando

0,17% da área total da FLONA-PF e está concentrada na porção norte próxima à sede administrativa.

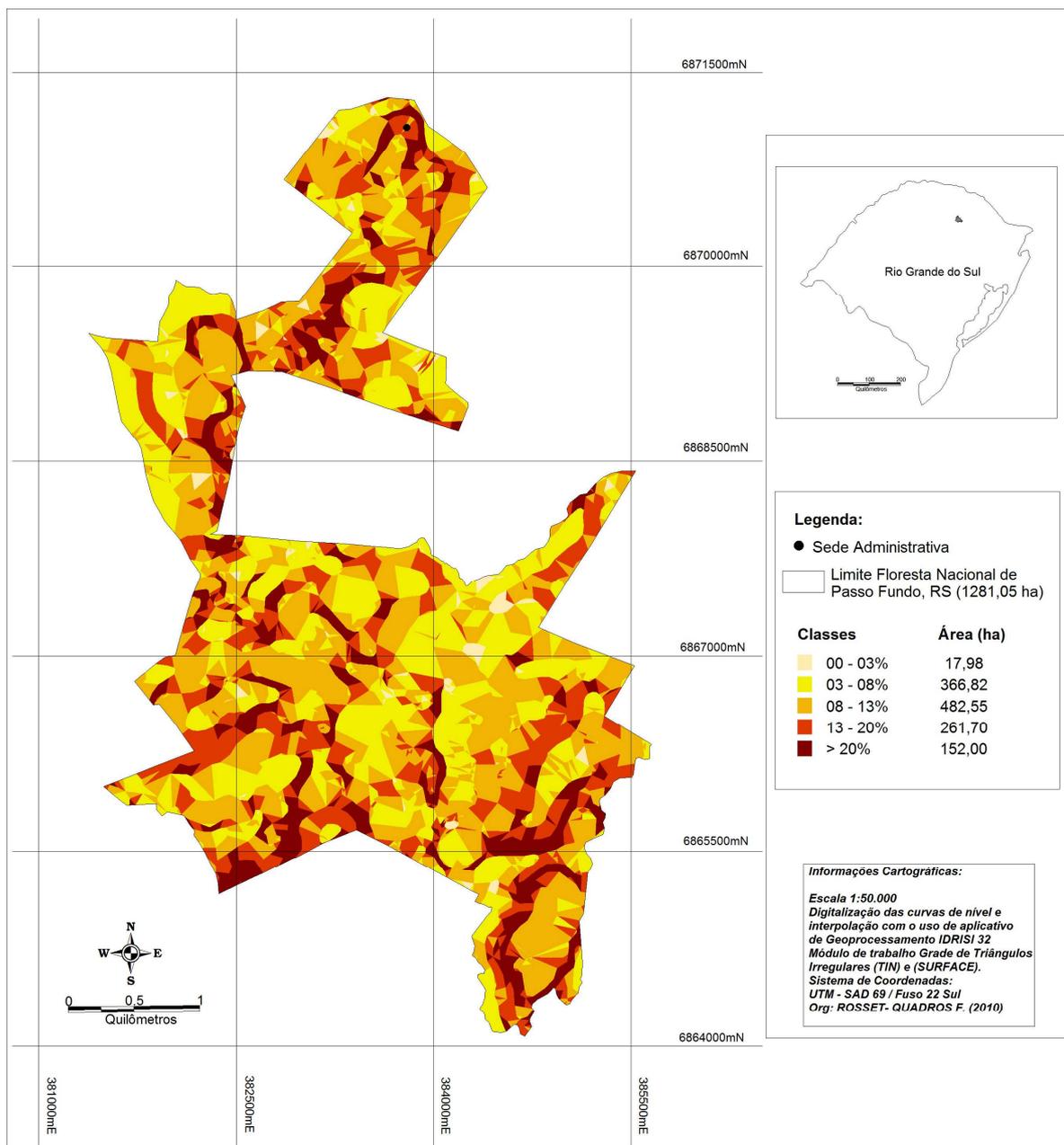
### 4.1.3. Declividade

No planejamento ambiental, a declividade é avaliada com o objetivo de observar as inclinações de um terreno em relação a um eixo horizontal. Esse tema possibilita informações relacionadas às formas da paisagem, erosão, potencialidades para uso agrícola, restrição para ocupação, manejos e práticas conservacionistas (SANTOS, 2004), bem como atuar de forma efetiva como subsídio para a tomada de decisões na elaboração do plano de manejo da área.

A declividade da FLONA-PF apresenta-se em cinco classes clinográficas (**Figura 6**), com predomínio de extensão em duas classes (03|—08% e 08|—13%), que representam cerca de 66,30% (849,37 ha) da área total. Essas duas classes apresentam relevo suave-ondulado e moderadamente ondulado, respectivamente, distribuídos por toda a área da FLONA-PF (**Figura 7**).



**Figura 6** - Classes Clinográficas e respectivas áreas ocupadas (% de área) da FLONA-PF. Mato Castelhano, RS.



**Figura 7 -** Carta de declividade da FLONA-PF. Mato Castelhano, RS.

A classe 13I—20% representa 20,43% da área da FLONA-PF, com relevo ondulado, requerendo práticas intensivas de controle na prevenção da erosão. A classe de declividade >20%, definida como relevo montanhoso (EMBRAPA, 1995), ocupa 152,00 ha, equivalente a 11,87% da área total da FLONA-PF (**Figura 7**), distribuída em pequenas porções na área que exige cuidados especiais quanto à sua conservação.

#### 4.1.4. Geomorfologia

A FLONA-PF está enquadrada no domínio morfoestrutural “Bacias e Coberturas Sedimentares”, pertencente às regiões “Planalto das Araucárias” e “Planalto das Missões”, assentada nas unidades geomorfológicas “Planalto dos Campos Gerais” e “Planalto de Santo Ângelo”.

O Planalto dos Campos Gerais representa 81,24% da área total da FLONA-PF (**Figura 8**). O relevo é relativamente plano, com superfícies de aplainamento desnudadas, retocadas e degradadas, estando separadas por ressaltos topográficos ou escarpas de outros tipos de modelados. As formas de relevo desenvolvem-se em rochas efusivas ácidas capeando as efusivas básicas, ambas pertencentes à Formação Serra Geral. (BRASIL, 1986).

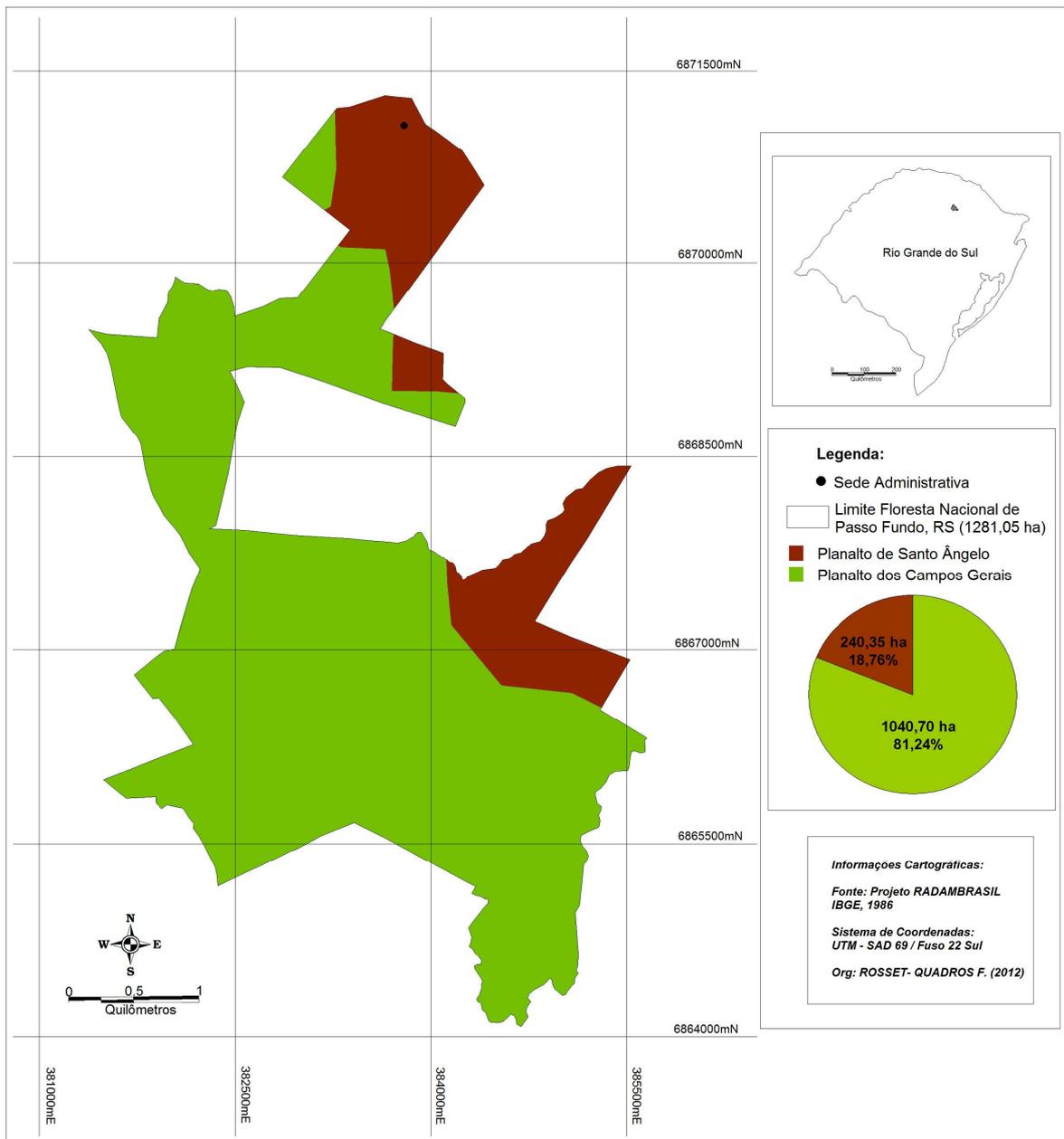
O Planalto de Santo Ângelo (**Figura 8**) ocupa 18,76% da área da FLONA-PF e está representado por formas de relevo em colinas rasas, conhecidas por coxilhas<sup>3</sup> geralmente associadas a solos profundos e à disseminação dos fenômenos de erosão e movimentos de massa em diversos estágios de evolução nas vertentes das colinas, nas cabeceiras de drenagem, cortando áreas de lavoura e criação de gado (BRASIL, 1986).

As feições geomorfológicas da FLONA-PF estão representadas por vales abertos em forma de “U”, enquanto os poucos vales em forma de “V” são caracteristicamente bem encaixados. As feições são os topos de morro planos, rupturas de declive e algumas ombreiras de *rift*<sup>4</sup>. Os interflúvios de maneira geral são amplos e alongados (SOCIOAMBIENTAL, 2012).

---

<sup>3</sup> O termo é uma denominação regional do Rio Grande do Sul, representando colinas ou elevações arredondadas e de pouca extensão, selecionadas por pequenos aprofundamentos fluviais (BRASIL, 1986).

<sup>4</sup> Áreas identificadas como colo entre dois morros.



#### 4.1.5. Solos

A FLONA-PF apresenta dois tipos de solos, o Latossolo Vermelho Aluminoférrico (LVaf) e o Nitossolo Vermelho Distroférrico (NVdf1).

O Latossolo Vermelho Aluminoférrico (LVaf) é o mais representativo, presente em 942,07 ha (73,54% da área de estudo) (**Figura 9**), e localiza-se na porção sul da FLONA-PF. São solos bem drenados, profundos a muito profundos,

apresentando no perfil uma sequência de horizontes A-Bw-C, onde o horizonte Bw é do tipo B latossólico, ou seja, sem gradiente textural em relação ao horizonte A.

Apresentam pouco ou nenhum incremento de argila com a profundidade e uma transição difusa ou gradual entre os horizontes; por isso, mostram um perfil muito homogêneo, sendo difícil diferenciar horizontes.

Por serem solos muito intemperizados, têm predomínio de caulinita e óxido de ferro, conferindo uma baixa atividade da argila. A maioria apresenta acentuada acidez, uma baixa reserva de nutrientes e toxidez por alumínio para as plantas (STRECK, 2008).

O solo Nitossolo Vermelho Distroférico (NVdf1) representa 338,98 ha (26,46% da área da FLONA-PF) (**Figura 9**). São solos profundos, geralmente ácidos, com argila de atividade baixa, por apresentar predomínio de caulinita e óxidos de ferro na sua constituição.

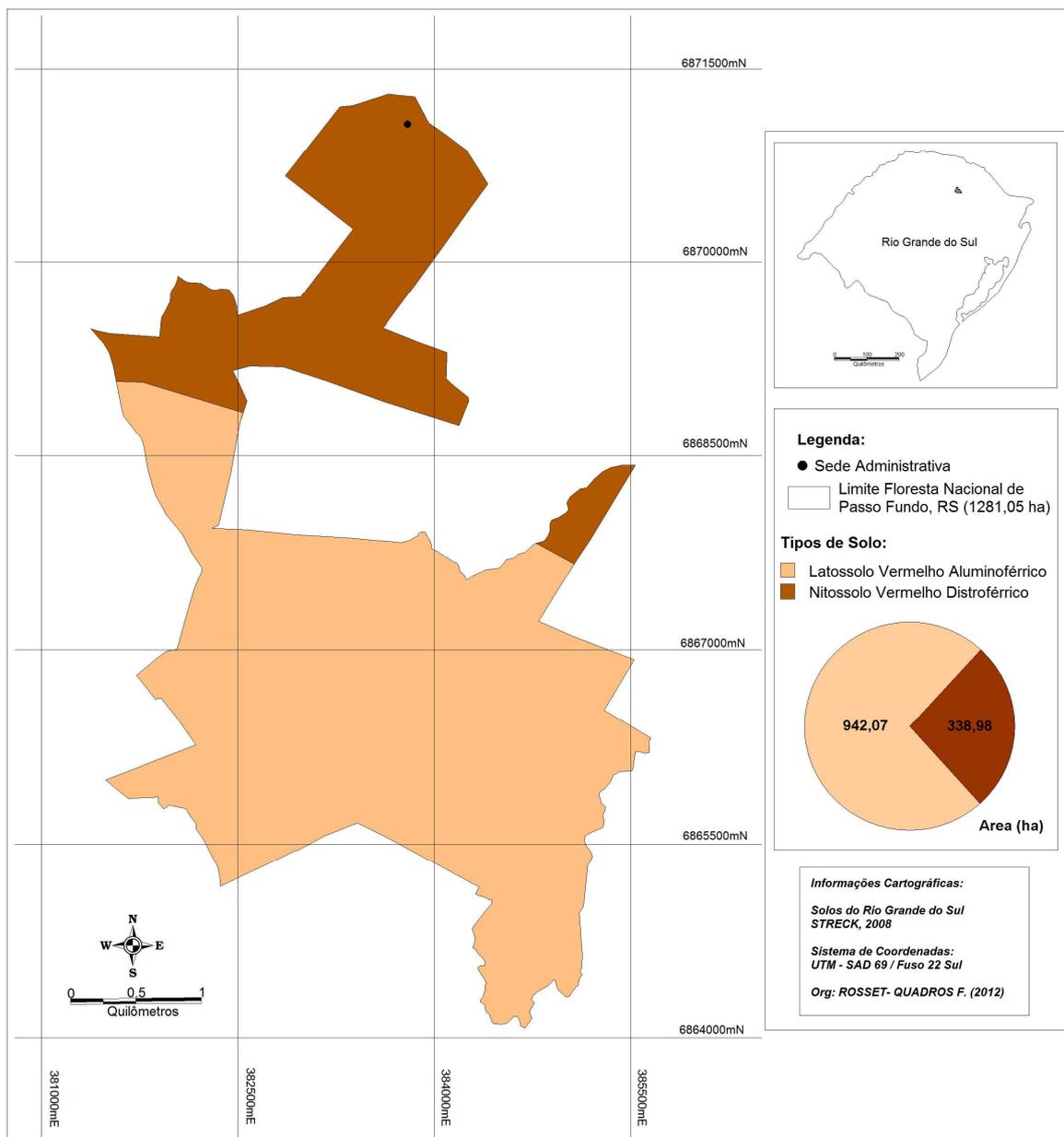
Sua aparência é muito similar aos Latossolos, pois têm pouca argila com a profundidade e apresentam uma transição difusa ou gradual entre os horizontes<sup>5</sup>, demonstrando um perfil homogêneo, com dificuldade para se distinguir os horizontes.

Apresentam no perfil uma sequência de horizontes A-B-C, onde o horizonte B é do tipo nítico<sup>6</sup> (STRECK, 2008). Ocorrem em relevo suave-ondulado a ondulado, geralmente associados com Latossolo, na região do Planalto e Missões até o Alto Uruguai.

---

<sup>5</sup> São camadas horizontais presentes no solo, com morfologia diferenciada entre si.

<sup>6</sup> É um horizonte B com baixo gradiente textural em relação ao horizonte A, apresentando estrutura bem desenvolvida com agregados brilhantes pela cerosidade (STRECK, 2008).



**Figura 9** - Carta dos tipos de solos da FLONA-PF (Mato Castelhano, RS).

#### 4.1.6. Usos e Ocupação da Terra

A classificação dos usos e ocupação da terra em 2011, em um nível hierárquico primário, permitiram quantificar e espacializar três classes de usos da terra: Usos Antropizados, Usos Naturais 42,11 e Ambiente Aquático (**Figura 10**).

Em decorrência da alta resolução da imagem de satélite, o resultado do mapeamento de uso e ocupação da terra possibilita ser considerado satisfatório, sendo que as feições foram digitalizadas com alto nível de precisão.

Para um nível hierárquico secundário, foram categorizados e espacializados 13 tipos de cobertura da terra (**Figura 11**).

A classe Ambiente Aquático representa 0,19% da área total da FLONA-PF, associada a uma rede de drenagem caracterizada por rios de primeira e segunda ordens.

A classe Usos Naturais ocupa 42,11% da área total da FLONA-PF, contemplando a Floresta Ombrófila Mista (FOM) em vários estádios de sucessão e desenvolvimento: as áreas de Floresta Ombrófila Mista (FOM) – Estádio Avançado de Sucessão, abrangendo 39,88% da área de FOM; as áreas de FOM em estágio inicial e intermediário, representando 1,96%, e as áreas úmidas (banhados), equivalendo a 0,28% deste tipo de uso.

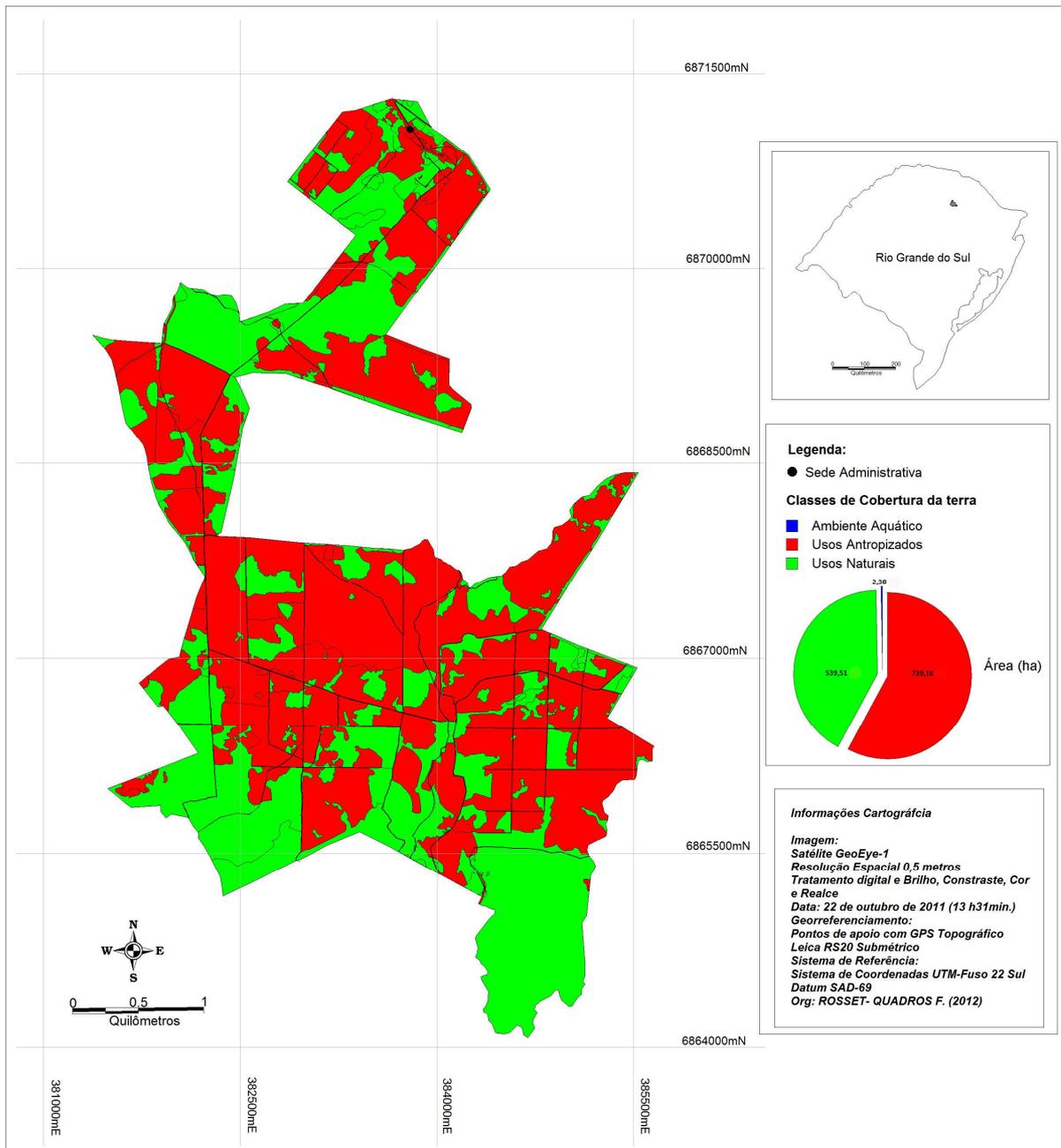
A Floresta Ombrófila Mista (FOM), popularmente considerada como Mata com Araucária, tem a *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze como constituinte principal. Em virtude de seu porte e densidade em relação às demais espécies na formação, foi fortemente explorada no século passado (KLEIN, 1960; MEYERS et al., 2000; GUERRA, 2002; BRASIL, 2006).

Para a conservação dos remanescentes florestais de FOM no âmbito da FLONA-PF, é imprescindível o conhecimento aprofundado dos seus aspectos estruturais e florísticos, uma vez que essas informações geram subsídios para o manejo da comunidade e possibilitam estabelecer metas de conservação da biodiversidade para a Unidade de Conservação (ALMEIDA & SOUZA, 1997).

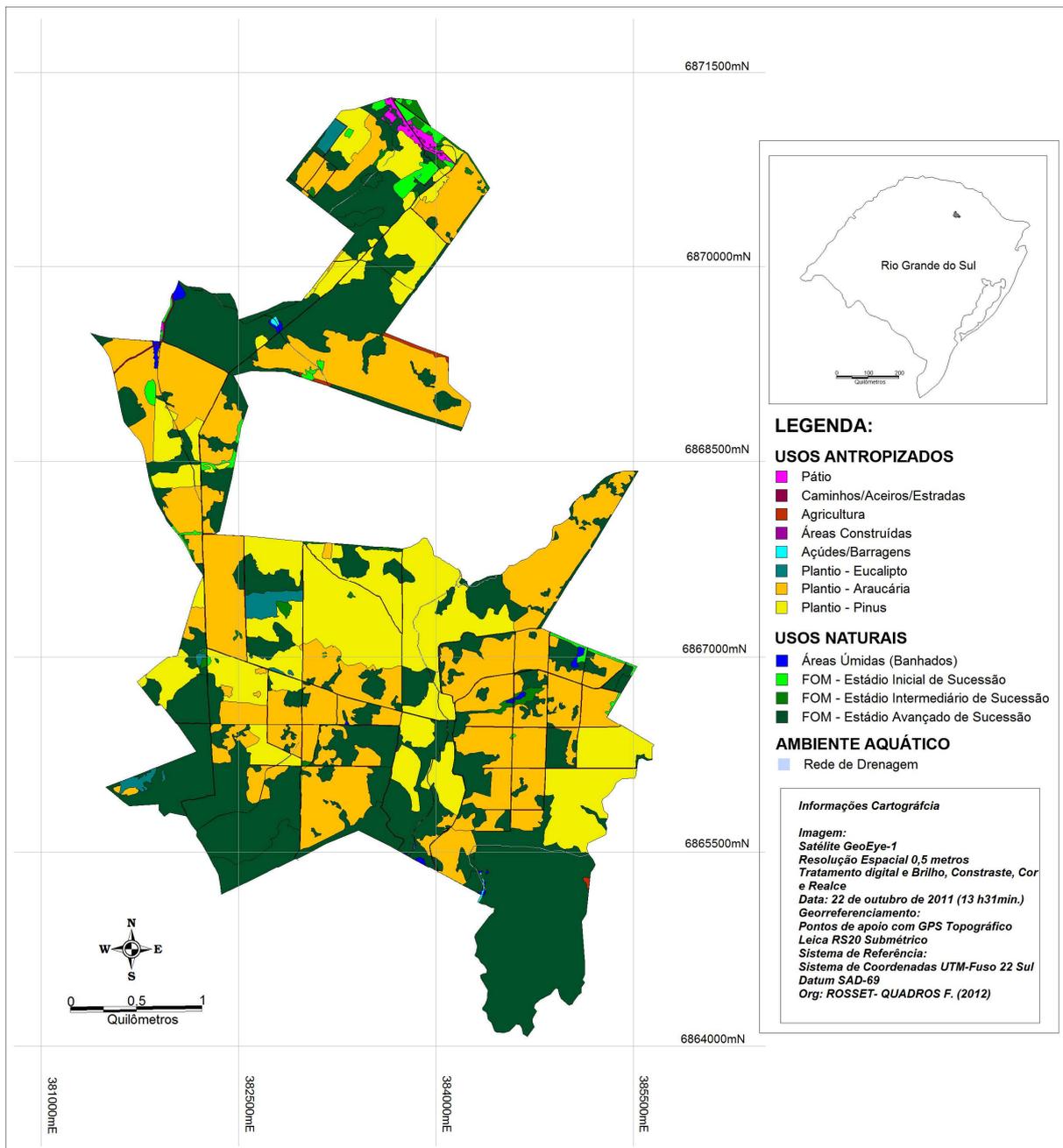
Embora a *Araucaria angustifolia* seja a principal responsável pelo aspecto fisionômico da Floresta Ombrófila Mista, essa espécie apresentou baixa abundância no estudo realizado em um fragmento da FLONA-PF. A ocorrência das famílias *Myrtaceae*, *Fabaceae*, *Rubiaceae*, *Lauraceae*, *Sapindaceae* e *Meliaceae* apresentaram as maiores abundâncias do trabalho. A família *Myrtaceae* encontra-se presente com frequência e elevada representatividade em diversas formações florestais, além de representar uma família com grande importância florística e estrutural na Floresta Ombrófila Mista (MALYSZ, 2010).

De acordo com Sühs (2013), no trabalho realizado no mesmo fragmento da FLONA-PF que Malysz (2010) revelou, além de *Araucaria angustifolia*, espécies como *Matayba elaeagnoides*, *Sebastiania commersoniana*, *Campomanesia xanthocarpa* e *Trichilia elegans* são espécies importantes que compõem e determinam a estrutura da área.

Os remanescentes de Floresta Ombrófila Mista existentes na FLONA-PF são importantes na recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APPs), nos plantios de talhões para a produção de sementes, nos consórcios silviculturais com espécies frutíferas e medicinais e no enriquecimento de áreas de capoeiras/recomposição (SOCIOAMBIENTAL, 2012).



**Figura 10** - Representação espacial das diferentes classes de cobertura da terra (nível hierárquico primário), em 2011, para a FLONA-PF, Mato Castelhano, RS.



**Figura 11** - Representação espacial dos diferentes tipos de cobertura da terra (nível hierárquico secundário), em 2011, para a FLONA-PF, Mato Castelhano, RS.

Alterações de origem antropizadas afetam a dinâmica, a diversidade e a capacidade de regeneração dessas áreas de vegetação natural. Dependendo da intensidade das alterações, poderão ocorrer mudanças na composição e na estrutura de espécies na comunidade. Contudo, a continuidade do processo sucessional pode não ocorrer por períodos indefinidos, condicionada por fatores bióticos ou abióticos (KELLERMAN, 2011). A regeneração natural de uma floresta pode ser influenciada pela intensidade e extensão de uma série de fatores

bióticos e abióticos, intrínsecos e extrínsecos a cada área, sendo considerados fundamentais para o entendimento da dinâmica da floresta (LIEBERMAN, 1995).

Considerando o cenário de usos e ocupação da terra da FLONA-PF, para 2011, tornam-se fundamentais as ações de monitoramento da regeneração natural com o objetivo de analisar sua dinâmica e fitossociologia nas distintas fases de sucessão ecológica.

A classe “Usos Antropizados”, equivalente a 57,70% da área total da FLONA-PF (**Tabela 1**), compreende áreas cujas características originais foram alteradas por atividades humanas principalmente relacionadas aos cultivos de Araucária (32,59%), Pinus (22,41%) e Eucalipto (0,95%).

As atividades remanescentes desses cultivos atendem a objetivos considerados na criação da FLONA-PF, justificados pela necessidade de estudos sobre o desenvolvimento e crescimento de *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze em diferentes condições de cultivo. Essas áreas eram planejadas e utilizadas para exploração madeireira de espécies nativas, como o pinheiro-brasileiro, *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze; de espécies exóticas, como o pinheiro-americano *Pinus elliotti* Engelmann e *Eucalyptus*, spp.; e de origem australiana, com vistas aos interesses dos produtores e exportadores de madeira da região sul e sudeste do país. Para atender a essa condição, a transformação de sistemas florestais em sistemas de exploração de recursos madeiráveis foi a meta principal dos Planos de Manejo de 1982 e 1989 desenvolvidos para a FLONA-PF.

**Tabela 1** - Classificação e quantificação dos usos e ocupação da terra em 2011, para dois níveis hierárquicos, para a FLONA-PF (Mato Castelhana, RS).

(Continuação)

| Classes de usos   | Tipos de cobertura da terra (nível hierárquico secundário)  | Ano de 2011    |               |
|-------------------|---|----------------|---------------|
|                   |   | Área (ha)      | (%)           |
| Usos Antropizados | <b>Pátio<sup>7</sup></b> : Área de uso intensivo, estruturada por edificações e sistema viário e a presença de solo exposto/gramíneas.  | 4,67           | 0,36          |
|                   | <b>Caminhos/Estradas/Aceiros</b> : Malha viária utilizada para deslocamento e transporte da população e produtos. Terreno desbastado de vegetação, que se abre em torno ou por entre as matas, para evitar a propagação de incêndios.   | 15,04          | 1,17          |
|                   | <b>Agricultura</b> : Áreas caracterizadas pelo delineamento de cultivo ou em descanso. Culturas de plantas voltadas para a comercialização. Cultivos anuais e perenes. Lavouras de soja, milho, entre outras.   | 1,88           | 0,15          |
|                   | <b>Áreas Construídas</b>  | 0,26           | 0,02          |
|                   | <b>Açudes/Barragens</b>   | 0,58           | 0,05          |
|                   | <b>Plantio (Eucalipto)</b>  | 12,22          | 0,95          |
|                   | <b>Plantio (Araucária)</b>  | 417,44         | 32,59         |
|                   | <b>Plantio (Pinus)</b>  | 287,07         | 22,41         |
|                   | <b>Sub-Total</b>  | 739,16         | 57,70         |
| Usos Naturais     | <b>FOM - Estádio Inicial de Sucessão</b> : Vegetação sucessora com fisionomia herbácea/arbustiva. Ausência de sub-bosque.   | 14,44          | 1,13          |
|                   | <b>FOM - Estádio Intermediário de Sucessão</b> : Componente arbóreo de porte arbustivo/arbóreo. Cobertura arbórea variando de aberta a fechada com ocorrência eventual de indivíduos emergentes; presença de sub-bosque. Pouco estratificada.   | 10,60          | 0,83          |
|                   | <b>FOM - Estádio Avançado de Sucessão</b> : Componente arbóreo predominando sobre os demais estratos, formando um dossel fechado, uniforme e expressivo de grande amplitude diamétrica. Espécies emergentes, copas superiores, horizontalmente amplas sobre os estratos arbustivos e herbáceos, estratificação mais nítida. | 510,91         | 39,88         |
|                   | <b>Áreas úmidas (Banhados)</b> : áreas de brejo ou encharcadas, com nascentes ou cabeceiras de cursos d'água, assentadas em solos hidromórficos   | 3,57           | 0,28          |
|                   | <b>Sub-Total</b>  | 539,51         | 42,11         |
| Ambiente Aquático | <b>Rede de Drenagem</b> : Sistemas naturais que compreendem os rios, riachos, canais e corpos d'água lineares.  | 2,38           | 0,19          |
|                   | <b>Sub-Total</b>  | 2,38           | 0,19          |
| <b>TOTAL</b>      |   | <b>1281,05</b> | <b>100,00</b> |

Fonte: ROSSET-QUADROS (2013).

<sup>7</sup> Termo popular utilizado no estado do Rio Grande do Sul para se referir ao espaço arquitetônico livre conformado por edificações ou elementos construtivos no seu entorno. A finalidade dos pátios nas residências é a de criar uma área livre e ao mesmo tempo privativa para a utilização dos moradores, uma vez que não há integração visual com os espaços públicos.

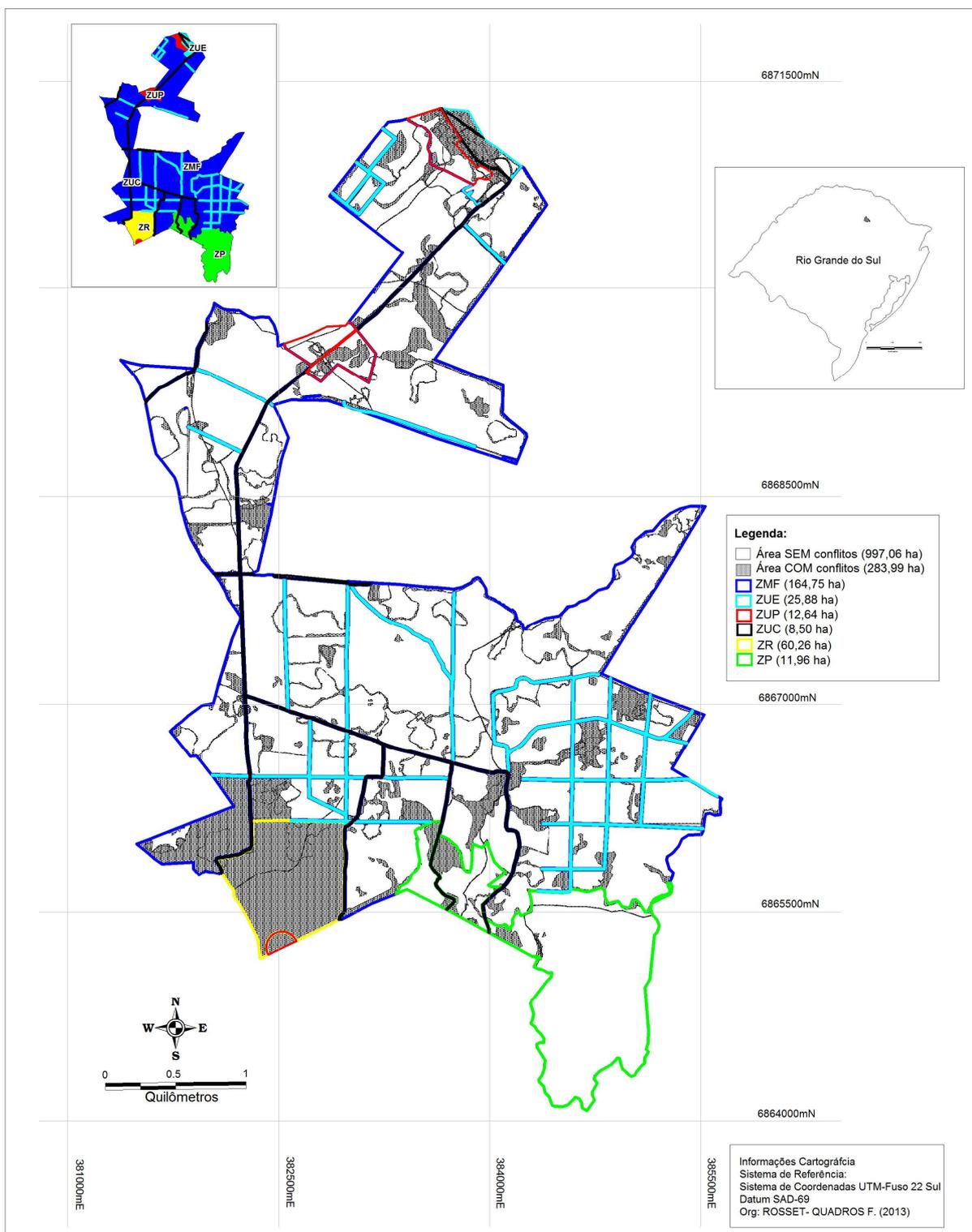
No zoneamento ambiental proposto no Plano de Manejo vigente, a zona de “Manejo Florestal” tem como objetivo específico a promoção do manejo florestal por meio de técnicas de baixo impacto. Essa zona compreende as áreas de florestas nativas ou plantadas, com potencial econômico para o manejo sustentável dos recursos florestais madeireiros e não madeireiros, e visa à recuperação ambiental com espécies nativas, na perspectiva da conservação ou de novos plantios experimentais e comerciais, prioritariamente com espécies nativas ou exóticas com baixo potencial de contaminação biológica.

#### **4.1.7. Conflitos de usos e ocupação da terra nas Zonas do Plano de Manejo**

O zoneamento ambiental do Plano de Manejo (PM) vigente da FLONA-PF está configurado em seis zonas que buscam atender aos diferentes objetivos de manejo: Zona de Manejo Florestal (ZMF), Zona de Recuperação (ZR), Zona de Uso Especial (ZUE), Zona de Uso Público (ZUP), Zona de Uso Conflitante (ZUC) e Zona Primitiva (ZP).

O inventário da condição dos usos e ocupação da terra para a FLONA-PF constitui uma ferramenta para o estabelecimento de estratégias direcionadas ao atendimento dos objetivos do zoneamento ambiental proposto para ela.

A combinação do cruzamento entre as tipologias de usos da terra, observadas em 2008 e em 2011, identifica que 283,99 ha (22,17%) da área total da FLONA-PF apresenta um cenário de conflitos de usos distribuídos entre as diversas zonas de manejo (**Figura 12**).



**Figura 12** - Carta-síntese dos conflitos de Usos e Ocupação da Terra entre 2008 e 2011, para cada zona de manejo da FLONA-PF (Mato Castelhanos, RS).

A Zona de Manejo Florestal caracteriza-se por apresentar áreas com floresta nativa, além de plantios de espécies nativas e exóticas com potencial de manejo florestal para a exploração de produtos madeireiros e não madeireiros. Essa zona se apresenta predominantemente antropizada em 2011, apesar do acréscimo de 58,04 ha em área de FOM em diferentes estádios sucessionais, quando comparado à extensão total desses tipos FOM em 2008, em estágio inicial de sucessão e capoeirão, provavelmente resultantes do processo de sucessão nas áreas de plantio de Araucária (**Tabela 2**).

**Tabela 2** - Tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e em 2011 para a Zona de Manejo Florestal da FLONA-PF.

**Zona: MANEJO FLORESTAL**

**Função:** Contém áreas consideravelmente antropizadas. Áreas destinadas ao uso múltiplo sustentável dos recursos florestais.

| Tipologia PM - 2008                | Área (ha)     | Tipologia 2011                          | Área (ha)     |
|------------------------------------|---------------|---|---------------|
| Banhado                            | 0,94          | Áçudes/barragens                        | 0,01          |
| Açúde                              | 0,03          |   |               |
| Capoeirão com Plantio de Araucária | 427,17        | Plantio - Araucária                     | 397,67        |
| Plantio de <i>Pinus ellioti</i>    | 250,84        | Plantio - Pinus                         | 272,06        |
| Plantio de <i>Pinus taeda</i>      | 25,66         |   |               |
| Plantio <i>Eucalyptus spp.</i>     | 12,42         | Plantio – Eucalipto                     | 11,99         |
| Plantio de erva-mate               | 2,33          | Agricultura                             | 1,46          |
|                                    |               | Áreas Úmidas/banhados                   | 2,57          |
| Capoeirão                          | 24,00         | FOM – Estádio Inicial de Sucessão       | 8,76          |
| Estádio Inicial de Regeneração     | 17,27         | FOM – Estádio Intermediário de Sucessão | 7,15          |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)     | 205,88        | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 289,28        |
| Cascalheira desativada             | 0,43          | Rede de Drenagem                        | 1,51          |
|                                    |               | Pátio                                   | 0,05          |
|                                    |               | Caminhos/estradas/aceiros               | 4,59          |
| <b>TOTAL</b>                       | <b>997,70</b> |   | <b>997,10</b> |

A Zona de Manejo Florestal apresenta a maior extensão de área com conflitos de usos (164,75 ha), resultante basicamente da diferença entre os tipos de imagens de satélite utilizadas para a determinação das tipologias de usos da terra, em 2008 e 2011, que possibilitaram maior diferenciação entre os elementos no processo de classificação dos usos da terra para o ano de 2011 (**Tabela 3**).

**Tabela 3 - Conflitos entre tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona de Manejo Florestal da FLONA-PF.**

|  |   | (Continuação)    |
|--|---|------------------|
| Tipologia PM - 2008                      | Tipologia 2011                          | Área (ha) / 2011 |
| Açúde                                    | FOM – Estádio Inicial de Sucessão       | 0,01             |
| Banhado                                  | Plantio – Araucária                     | 0,19             |
| Capoeirão                                | Agricultura                             | 0,21             |
| Capoeirão                                | Áreas Úmidas/banhados                   | 0,42             |
| Capoeirão                                | Caminhos/estradas/aceiros               | 0,25             |
| Capoeirão                                | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 19,46            |
| Capoeirão                                | FOM – Estádio Inicial de Sucessão       | 0,51             |
| Capoeirão                                | FOM – Estádio Intermediário de Sucessão | 1,27             |
| Capoeirão                                | Rede de Drenagem                        | 0,11             |
| Capoeirão                                | Plantio – Araucária                     | 1,37             |
| Capoeirão                                | Plantio – Pinus                         | 0,35             |
| Capoeirão com Plantio de Araucária       | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 22,91            |
| Capoeirão com Plantio de Araucária       | Plantio – Eucalipto                     | 0,26             |
| Capoeirão com Plantio de Araucária       | Plantio – Araucária                     | 6,67             |
| Cascalheira                              | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 0,10             |
| Cascalheira                              | FOM – Estádio Inicial de Sucessão       | 0,10             |
| Cascalheira                              | Plantio – Araucária                     | 0,11             |
| Cascalheira                              | Plantio – Pinus                         | 0,08             |
| Plantio de erva-mate                     | FOM – Estádio Inicial de Sucessão       | 0,30             |
| Plantio de erva-mate                     | Plantio – Pinus                         | 2,01             |
| Estádio Inicial de Regeneração           | Agricultura                             | 1,14             |
| Estádio Inicial de Regeneração           | Áreas Úmidas/banhados                   | 1,07             |
| Estádio Inicial de Regeneração           | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 3,84             |
| Estádio Inicial de Regeneração           | FOM – Estádio Intermediário de Sucessão | 1,66             |
| Estádio Inicial de Regeneração           | Plantio – Araucária                     | 2,32             |
| Estádio Inicial de Regeneração           | Plantio – Pinus                         | 0,78             |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)           | Caminhos/estradas/aceiros               | 1,21             |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)           | FOM – Estádio Inicial de Sucessão       | 0,29             |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)           | FOM – Estádio Intermediário de Sucessão | 1,47             |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)           | Pátio                                   | 0,02             |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)           | Rede de Drenagem                        | 0,44             |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)           | Plantio – Eucalipto                     | 0,71             |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)           | Plantio – Araucária                     | 10,36            |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)           | Plantio – Pinus                         | 8,82             |
| Plantio de <i>Araucaria angustifolia</i> | Áreas Úmidas/banhados                   | 0,34             |
| Plantio de <i>Araucaria angustifolia</i> | Caminhos/estradas/aceiros               | 1,65             |
| Plantio de <i>Araucaria angustifolia</i> | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 47,43            |
| Plantio de <i>Araucaria angustifolia</i> | FOM – Estádio Inicial de Sucessão       | 1,09             |
| Plantio de <i>Araucaria angustifolia</i> | FOM – Estádio Intermediário de Sucessão | 1,81             |
| Plantio de <i>Araucaria angustifolia</i> | Rede de Drenagem                        | 0,23             |
| Plantio de <i>Araucaria angustifolia</i> | Plantio – Pinus                         | 1,57             |
| Plantio <i>Eucalyptus spp.</i>           | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 0,98             |
| Plantio <i>Eucalyptus spp.</i>           | FOM – Estádio Intermediário de Sucessão | 0,12             |
| Plantio <i>Eucalyptus spp.</i>           | Plantio – Araucária                     | 0,18             |
| Plantio <i>Eucalyptus spp.</i>           | Plantio – Pinus                         | 0,30             |
| Plantio de <i>Pinus ellioti</i>          | Caminhos/estradas/aceiros               | 0,92             |
| Plantio de <i>Pinus ellioti</i>          | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 8,63             |
| Plantio de <i>Pinus ellioti</i>          | FOM – Estádio Inicial de Sucessão       | 0,27             |
| Plantio de <i>Pinus ellioti</i>          | FOM – Estádio Intermediário de Sucessão | 0,63             |
| Plantio de <i>Pinus ellioti</i>          | Rede de Drenagem                        | 0,59             |
| Plantio de <i>Pinus ellioti</i>          | Plantio – Eucalipto                     | 0,27             |
| Plantio de <i>Pinus ellioti</i>          | Plantio – Araucária                     | 2,13             |
| Plantio de <i>Pinus taeda</i>            | Caminhos/estradas/aceiros               | 4,75             |
| <b>TOTAL</b>                             |   | <b>164,75</b>    |

Para a Zona de Recuperação, similar ao observado para a Zona de Manejo Florestal, a utilização de imagem de alta resolução espacial para o inventário de 2011 possibilitou a classificação de tipologias de áreas de FOM em estágio avançado de sucessão, resultantes de áreas de plantio de Araucária identificadas no inventário realizado em 2008 (**Tabela 4**).

**Tabela 4** – Tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e em 2011 para a Zona de Recuperação da FLONA-PF.

| <b>Zona: RECUPERAÇÃO</b>  |                  |                                    |                         |
|---|------------------|------------------------------------|-------------------------|
| <b>Função:</b> Contém áreas consideravelmente antropizadas. Deve ser tratada como uma zona provisória que, uma vez recuperada, será incorporada a zona primitiva. |                  |                                    |                         |
| <b>Tipologia PM – 2008</b>  | <b>Área (ha)</b> | <b>Tipologia 2011</b>              | <b>Área (ha) / 2011</b> |
| Capoeirão com Plantio de Araucária  | 60,26            | FOM – Estádio Avançado de Sucessão | 54,99                   |
|   |                  | Plantio – Araucária                | 4,94                    |
|   |                  | Caminhos/estradas/aceiros          | 0,16                    |
|   |                  | Rede de Drenagem                   | 0,17                    |
| <b>TOTAL</b>  | <b>60,26</b>     |                                    | <b>60,26</b>            |

Os conflitos de usos para essa zona ocupam uma área de 60,26 ha, evidenciando que a Zona de Recuperação está totalmente irregular em seu uso (**Tabela 5**).

As tipologias classificadas em 2011 atendem efetivamente aos objetivos propostos para essa zona de manejo, considerando o processo histórico da área onde inicialmente ocorreu o plantio de *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze, com posterior regeneração natural nos últimos 50 anos. Atualmente, a área encontra-se em sua maior parte em estágio avançado de sucessão, com possibilidade de ser posteriormente incorporada à Zona Primitiva.

**Tabela 5** - Conflitos entre as tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona de Recuperação da FLONA-PF.

| <b>Tipologia PM - 2008</b>               | <b>Tipologia 2011</b>              | <b>Área (ha)/2011</b> |
|--|------------------------------------|-----------------------|
| Capoeirão com Plantio de Araucária       | Rede de Drenagem                   | 0,17                  |
| Capoeirão com Plantio de Araucária       | FOM – Estádio Avançado de Sucessão | 54,67                 |
| Capoeirão com Plantio de Araucária       | Caminhos/estradas/aceiros          | 0,14                  |
| Capoeirão com Plantio de Araucária       | Silvicultura (Araucária)           | 4,96                  |
| Plantio de <i>Araucaria angustifolia</i> | FOM – Estádio Avançado de Sucessão | 0,32                  |
| <b>TOTAL</b>                             |                                    | <b>60,26</b>          |

Para a Zona de Uso Especial foi evidenciada uma diversidade de tipologias em termos quantitativos e qualitativos, identificadas entre os inventários de 2008 e 2011 (**Tabela 6**), em que 25,88 ha do total desta zona apresentam conflitos de usos (**Tabela 7**).

A redução quantitativa, particularmente das tipologias Aceiro e Área Administrativa do inventário de 2008, está associada ao surgimento de novas e diversificadas tipologias resultantes da metodologia de classificação utilizada para o inventário em 2011. Nesse contexto, deve ser ressaltada a dificuldade metodológica em identificar e visualizar a tipologia “Aceiro”, em 2011, devido à expansão da cobertura vegetal da FOM em diferentes estádios sucessionais.

A tipologia de usos da terra da Zona de Uso Especial se apresenta predominantemente antrópica, sem comprometer a sua função como uma Zona destinada à implantação de infra-estrutura de suporte à gestão da FLONA-PF.

**Tabela 6** - Tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona de Uso Especial da FLONA-PF.

| <b>Zona: USO ESPECIAL</b>   |                  |   |                         |
|---|------------------|---|-------------------------|
| <b>Função: Áreas necessárias à administração, manutenção e serviços da FLONA.</b> |                  |   |                         |
| <b>Tipologia PM - 2008</b>  | <b>Área (ha)</b> | <b>Tipologia 2011</b>                   | <b>Área (ha) / 2011</b> |
| Aceiro/Estrada/Caminho  | 22,35            | Caminhos/estradas/aceiros               | 6,29                    |
| Estádio Inicial Regeneração   | 1,85             | FOM – Estádio Inicial de Sucessão       | 4,38                    |
|   |                  | FOM – Estádio Intermediário de Sucessão | 3,20                    |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)  | 0,88             | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 4,14                    |
| Plantio de <i>Pinus ellioti</i>   | 2,63             | Plantio – Pinus                         | 7,16                    |
| Plantio de <i>Pinus chileno</i>   | 1,65             | Plantio – Araucária                     | 7,26                    |
|   |                  | Plantio – Eucalipto                     | 0,21                    |
| Área Administrativa   | 6,35             | Pátio                                   | 2,63                    |
|   |                  | Área construída                         | 0,23                    |
|   |                  | Áçudes/barragens                        | 0,02                    |
|   |                  | Agricultura                             | 0,16                    |
|   |                  | Rede de Drenagem                        | 0,01                    |
|   |                  | Áreas Úmidas/banhados                   | 0,02                    |
| <b>TOTAL</b>  | <b>35,71</b>     |   | <b>35,71</b>            |

**Tabela 7** - Conflitos entre tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona de Uso Especial da FLONA-PF.

| Tipologia PM – 2008             | Tipologia 2011                          | Área (ha) / 2011 |
|---------------------------------|---|------------------|
| Aceiro/Estrada/Caminho          | Plantio – Pinus                         | 4,67             |
| Aceiro/Estrada/Caminho          | Agricultura                             | 0,15             |
| Aceiro/Estrada/Caminho          | Áreas Úmidas/banhados                   | 0,02             |
| Aceiro/Estrada/Caminho          | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 3,92             |
| Aceiro/Estrada/Caminho          | FOM – Estádio Inicial de Sucessão       | 0,17             |
| Aceiro/Estrada/Caminho          | FOM – Estádio Intermediário de Sucessão | 0,21             |
| Aceiro/Estrada/Caminho          | Rede de Drenagem                        | 0,01             |
| Aceiro/Estrada/Caminho          | Plantio – Eucalipto                     | 0,20             |
| Aceiro/Estrada/Caminho          | Plantio – Araucária                     | 7,00             |
| Área Administrativa             | Área construída                         | 0,20             |
| Área Administrativa             | Caminhos/estradas/aceiros               | 0,28             |
| Área Administrativa             | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 0,14             |
| Área Administrativa             | FOM – Estádio Inicial de Sucessão       | 1,92             |
| Área Administrativa             | FOM – Estádio Intermediário de Sucessão | 1,04             |
| Área Administrativa             | Pátio                                   | 2,47             |
| Área Administrativa             | Plantio – Pinus                         | 0,28             |
| Estádio Inicial Regeneração     | Âçudes/barragens                        | 0,02             |
| Estádio Inicial Regeneração     | Caminhos/estradas/aceiros               | 0,09             |
| Estádio Inicial Regeneração     | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 0,09             |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)  | FOM – Estádio Inicial de Sucessão       | 0,37             |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)  | FOM – Estádio Intermediário de Sucessão | 0,34             |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)  | Pátio                                   | 0,11             |
| Plantio de <i>Pinus chileno</i> | Caminhos/estradas/aceiros               | 0,06             |
| Plantio de <i>Pinus chileno</i> | FOM – Estádio Inicial de Sucessão       | 0,29             |
| Plantio de <i>Pinus chileno</i> | FOM – Estádio Intermediário de Sucessão | 1,27             |
| Plantio de <i>Pinus ellioti</i> | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 0,23             |
| Plantio de <i>Pinus ellioti</i> | FOM – Estádio Intermediário de Sucessão | 0,33             |
| <b>TOTAL</b>                    |   | <b>25,88</b>     |

A Zona de Uso Público apresentou discrepâncias quantitativas e qualitativas em relação às tipologias observadas para os inventários de 2008 e 2011 (**Tabela 8**) com 12,64 ha de sua área em conflitos de usos. Resultante do aumento de 6,92 ha de áreas de FOM nos três diferentes estádios sucessionais em comparação com a tipologia FOM em 2008 e das áreas com potencial para recreação e lazer, com facilidade de acesso, controle e infraestrutura para dar suporte à visitação da FLONA-PF (**Tabela 9**).

**Tabela 8 - Tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona de Uso Público da FLONA-PF.**

| <b>Zona: USO PÚBLICO</b>   |                  |   |                       |
|--|------------------|---|-----------------------|
| <b>Função:</b> Constituída por áreas naturais ou antropizadas. O ambiente é mantido o mais próximo do natural. Com o objetivo de atender a recreação intensiva e atividades de educação ambiental. |                  |   |                       |
| <b>Tipologia PM - 2008</b>   | <b>Área (ha)</b> | <b>Tipologia 2011</b>                   | <b>Área (ha)/2011</b> |
| Capoeirão com Plantio de Araucária   | 2,06             | Plantio – Araucária                     | 1,17                  |
| Plantio de <i>Pinus ellioti</i>  | 2,86             | Plantio – Pinus                         | 3,73                  |
| Estádio Inicial Regeneração  | 1,19             |   |                       |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)   | 15,95            | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 21,25                 |
| Plantio de <i>Araucaria angustifolia</i>   | 4,26             | FOM – Estádio Inicial de Sucessão       | 1,43                  |
|  |                  | FOM – Estádio Intermediário de Sucessão | 0,19                  |
| Açúde  | 0,23             | Áçudes/barragens                        | 0,30                  |
| Banhado  | 0,51             | Áreas Úmidas/banhados                   | 0,28                  |
|  |                  | Rede de Drenagem                        | 0,18                  |
| Área Administrativa  | 3,23             | Área construída                         | 0,03                  |
|  |                  | Caminhos/estradas/aceiros               | 0,19                  |
|  |                  | Pátio                                   | 1,55                  |
| <b>TOTAL</b>   | <b>30,30</b>     |   | <b>30,30</b>          |

**Tabela 9 - Conflitos entre as tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona de Uso Público da FLONA-PF.**

| <b>Tipologia PM - 2008</b>               | <b>Tipologia 2011</b>                   | <b>Área (ha)/2011</b> |
|--|---|-----------------------|
| Açúde                                    | Áreas Úmidas/banhados                   | 0,03                  |
| Área Administrativa                      | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 1,28                  |
| Área Administrativa                      | Pátio                                   | 1,06                  |
| Área Administrativa                      | Plantio – Pinus                         | 0,87                  |
| Banhado                                  | Áçudes/barragens                        | 0,07                  |
| Banhado                                  | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 0,12                  |
| Banhado                                  | FOM – Estádio Inicial de Sucessão       | 0,08                  |
| Capoeirão com Plantio de Araucária       | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 2,06                  |
| Estádio Inicial Regeneração              | Caminhos/estradas/aceiros               | 0,06                  |
| Estádio Inicial Regeneração              | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 0,59                  |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)           | Áçudes/barragens                        | 0,06                  |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)           | Área construída                         | 0,01                  |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)           | Caminhos/estradas/aceiros               | 0,09                  |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)           | FOM – Estádio Inicial de Sucessão       | 0,74                  |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)           | FOM – Estádio Intermediário de Sucessão | 0,19                  |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)           | Pátio                                   | 0,48                  |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)           | Rede de Drenagem                        | 0,12                  |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)           | Plantio – Araucária                     | 0,52                  |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)           | Plantio – Pinus                         | 0,24                  |
| Plantio de <i>Araucaria angustifolia</i> | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 3,79                  |
| Plantio de <i>Pinus ellioti</i>          | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 0,18                  |
| <b>TOTAL</b>                             |   | <b>12,64</b>          |

A expansão em área de FOM pode ter sua origem no processo de sucessão em áreas de plantio de *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze e em capoeirão. A utilização de imagem de alta resolução espacial e a metodologia de classificação, utilizada para o inventário de 2011, possibilitaram maiores níveis de detalhamento na identificação das tipologias.

A Zona Primitiva apresentou um aumento na extensão de áreas antrópicas (4,03 ha) e redução de 4,03 ha na extensão das áreas naturais. Essa redução na extensão de áreas naturais em 2011 não comprometeu a função desempenhada pela Zona Primitiva, cujos limites atuais asseguram a presença de áreas para a conservação da diversidade e da representatividade da vegetação nativa; área para coleta de sementes, e potencial para o uso público e/ou interpretação ambiental. As intervenções antrópicas identificadas em 2011 resultam dos aspectos metodológicos utilizados na classificação e identificação das tipologias de usos da FLONA-PF. Por exemplo, uma área classificada como de tipologia FOM em 2008 foi classificada como tipologia Plantio de Araucária no inventário realizado em 2011 (**Tabela 10**).

**Tabela 10** – Tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona Primitiva da FLONA-PF.

| <b>Zona: ZONA PRIMITIVA</b>   |                  |                                    |                       |
|---|------------------|------------------------------------|-----------------------|
| <b>Função:</b> Pequena ou mínima intervenção humana, contendo espécies da flora e da fauna, monumentos e fenômenos naturais de relevante interesse científico. Preservar o ambiente natural com uso para pesquisa, educação ambiental e formas primitivas de recreação. |                  |                                    |                       |
| <b>Tipologia PM – 2008</b>  | <b>Área (ha)</b> | <b>Tipologia 2011</b>              | <b>Área (ha)/2011</b> |
| Água  | 0,55             | Áçudes/barragens                   | 0,24                  |
| Capoeirão com Plantio de Araucária  | 0,85             | Plantio - Araucária                | 3,21                  |
| Cascalheira   | 0,10             | Plantio – Pinus                    | 1,07                  |
| Capoeirão   | 6,77             | Agricultura                        | 0,27                  |
|   |                  | Caminhos/estradas/aceiros          | 0,19                  |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)  | 135,00           | FOM – Estádio Inicial de Sucessão  | 0,03                  |
|   |                  | FOM – Estádio Avançado de Sucessão | 137,20                |
|   |                  | Áreas Úmidas/banhados              | 0,52                  |
|   |                  | Rede de Drenagem                   | 0,54                  |
| <b>TOTAL</b>  | <b>143,27</b>    |                                    | <b>143,27</b>         |

Os conflitos identificados para a Zona Primitiva totalizam 11,96 ha. Baseado nos conflitos observados, foi identificado um provável erro na classificação de uso e ocupação da terra que deve ser objeto de uma análise *in loco* pelos gestores da FLONA-PF, mesmo que se trate de intervenções mínimas (**Tabela 11**).

**Tabela 11** - Conflitos entre as tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona Primitiva da FLONA-PF.

| Tipologia PM - 2008                | Tipologia 2011                     | Área (ha)/2011 |
|------------------------------------|------------------------------------|----------------|
| Água                               | FOM – Estádio Avançado de Sucessão | 0,20           |
| Capoeirão                          | Caminhos/estradas/aceiros          | 0,14           |
| Capoeirão                          | FOM – Estádio Avançado de Sucessão | 6,60           |
| Cascalheira                        | FOM – Estádio Avançado de Sucessão | 0,07           |
| Cascalheira                        | FOM – Estádio Inicial de Sucessão  | 0,03           |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)     | Ácúdes/barragens                   | 0,17           |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)     | Áreas Úmidas/banhados              | 0,30           |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)     | Rede de Drenagem                   | 0,51           |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)     | Plantio – Araucária                | 2,45           |
| Floresta Ombrófila Mista (FOM)     | Plantio – Pinus                    | 1,05           |
| Capoeirão com Plantio de Araucária | FOM – Estádio Avançado de Sucessão | 0,13           |
| <b>TOTAL</b>                       |                                    | <b>11,96</b>   |

Fazem parte da Zona de Uso Conflitante as estradas municipais que atravessam a FLONA-PF (**Tabela 12**) muitas das quais utilizadas por moradores do entorno, a linha de transmissão de energia elétrica e a sua respectiva faixa de servidão. Essa zona apresentou a menor área de conflitos de usos (8,50 ha) e discrepâncias quantitativas e qualitativas em relação às tipologias de 2008 e 2011, resultantes da utilização de imagem de alta resolução espacial em 2011. A tipologia “Aceiro”, em 2008, surgiu em 2011 na forma de tipologias diversificadas, mantendo uma configuração predominantemente antrópica para a Zona de Uso Conflitante, sem interferir nos objetivos propostos no Plano de Manejo da FLONA-PF. A redução de área da tipologia “Aceiro” pode ser resultado das dificuldades metodológicas na sua identificação e visualização, devido à presença da cobertura vegetal da FOM em diferentes estádios sucessionais (**Tabela 13**).

**Tabela 12** - Tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona de Uso Conflitante da FLONA-PF.

**Zona: USO CONFLITANTE**

**Função:** Áreas ocupadas por atividades antrópicas, exigindo procedimentos que minimizem e/ou eliminem os impactos resultantes da mesma sobre a FLONA.

| Tipologia PM – 2008       | Área (ha) | Tipologia 2011                          | Área (ha)/2011 |
|---------------------------|-----------|---|----------------|
| Aceiros/Estradas/Caminhos | 14,41     | Caminhos/estradas/aceiros               | 3,61           |
|                           |           | Área construída                         | 0,01           |
|                           |           | Pátio                                   | 0,45           |
|                           |           | FOM – Estádio Inicial de Sucessão       | 0,51           |
|                           |           | FOM – Estádio Intermediário de Sucessão | 0,06           |
|                           |           | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 3,52           |
|                           |           | Plantio – Araucária                     | 3,09           |
|                           |           | Plantio – Pinus                         | 3,08           |
|                           |           | Plantio – Eucalipto                     | 0,03           |
|                           |           | Áreas Úmidas/banhados                   | 0,03           |
|                           |           | Rede de Drenagem                        | 0,02           |
|                           |           | <b>TOTAL</b>                            | <b>14,41</b>   |

**Tabela 13** - Conflito entre as tipologias de usos e ocupação da terra em 2008 e 2011 para a Zona de Uso Conflitante da FLONA-PF.

| Tipologia PM - 2008               | Tipologia 2011                          | Área (ha)/2011 |
|-----------------------------------|---|----------------|
| Aceiros/Estradas/Caminhos         | Área construída                         | 0,01           |
| Aceiros/Estradas/Caminhos         | Áreas Úmidas/banhados                   | 0,03           |
| Plantio de Araucária angustifolia | Caminhos/estradas/aceiros               | 0,02           |
| Aceiros/Estradas/Caminhos         | FOM – Estádio Avançado de Sucessão      | 3,44           |
| Aceiros/Estradas/Caminhos         | FOM – Estádio Inicial de Sucessão       | 0,49           |
| Aceiros/Estradas/Caminhos         | FOM – Estádio Intermediário de Sucessão | 0,05           |
| Aceiros/Estradas/Caminhos         | Pátio                                   | 0,44           |
| Aceiros/Estradas/Caminhos         | Rede de Drenagem                        | 0,02           |
| Aceiros/Estradas/Caminhos         | Plantio – Eucalipto                     | 0,03           |
| Aceiros/Estradas/Caminhos         | Plantio – Araucária                     | 3,16           |
| Aceiros/Estradas/Caminhos         | Plantio – Pinus                         | 3,00           |
| <b>TOTAL</b>                      |   | <b>10,68</b>   |

#### 4.1.8. Área de entorno: Riscos e ameaças

A ocupação do entorno da FLONA-PF está caracterizada principalmente pela presença de agricultores de descendência italiana e alemã. Essa colonização priorizou a produção agrícola para subsistência e impulsionou a derrubada das matas nativas. O processo de ocupação inadequada, em termos ambientais,

interferiu na dinâmica espacial local com a FLONA-PF, representando atualmente um remanescente de Floresta Ombrófila Mista de relevância regional.

A condição de fragmentação decorrente das atividades agrícolas no entorno da FLONA-PF compromete efetivamente os objetivos estabelecidos para essa unidade de conservação. Aliado a isso, a área urbana de Mato Castelhana representa um risco potencial pela pressão demográfica em relação ao seu manejo e à sua continuidade na paisagem regional. A proximidade da área urbana de Mato Castelhana com a FLONA-PF gera também problemas relacionados com as atividades de caça, queimadas, furto de produtos não madeireiros e extração de plantas.

A tendência dos núcleos populacionais do entorno de áreas de conservação é a expansão em direção às áreas protegidas, buscando maior aproveitamento dos bens e serviços ecossistêmicos proporcionados por elas e intensificando os impactos característicos dos adensamentos urbanos (DUTRA-LUTGENS et al., 2012).

Outra ameaça para a área de entorno da FLONA-PF são os conflitos existentes entre os produtores rurais e a gestão da unidade, decorrente da proibição do plantio de organismos geneticamente modificados na faixa de 500 metros no seu entorno. A definição dessa faixa tem como referência o Decreto Federal nº 5.950, de 31 de outubro de 2006.

O Plano de Manejo vigente também prevê uma faixa 500 metros proibindo o plantio de organismos geneticamente modificados. Porém a Zona de Amortecimento (ZA) definida no plano de manejo não está oficializada em decreto presidencial, não tendo validade legal.

A ZA é definida como o entorno de uma unidade de conservação onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade. Essas restrições são definidas pelo Plano de Manejo (SNUC, 2000). Ela representa a área de maior interface ambiental com a unidade de conservação e de potencial de influência. Dessa forma, é de suma importância que as normas vigentes para a ZA sejam respeitadas e fiscalizadas.

#### 4.1.8.1. Conflitos Socioambientais

Segundo Weirich (comunicação pessoal)<sup>8</sup>, a área ocupada pela FLONA-PF desde sua criação em 1947 pertencia a agricultores, não havendo pesquisas que comprovem vestígios da comunidade indígena Kaingang no local. As comunidades indígenas (kaingang) chegaram em Mato Castelhana em 2005 e, após alguns dias acampadas junto à Rodovia BR-285, invadiram a FLONA-PF em novembro de 2005, deixando-a em abril de 2006, mediante ação judicial de reintegração de posse. Em junho de 2010, a FLONA-PF foi novamente invadida por indígenas e desocupada em setembro do mesmo ano, também mediante ação judicial. As invasões da FLONA-PF, por parte dos indígenas, culminaram em constantes depredações de suas áreas de vegetação nativa.

Atualmente, existem cerca de 35 famílias acampadas junto à Rodovia BR-285. Elas são oriundas de várias Terras Indígenas (TIs) da região e reivindicam a criação de uma nova Terra Indígena em Mato Castelhana, com aproximadamente 3,5 mil ha, incluindo a área da FLONA-PF (LOPES, 2013).

De acordo com Weirich (comunicação pessoal)<sup>6</sup>, há um processo demarcatório em andamento na Fundação Nacional do Índio (FUNAI), em que foi criado um Grupo de Trabalho (GT) com antropólogos para definir a Terra Indígena a ser delimitada. Esse GT fez duas visitas à FLONA-PF e afirmou que a existência de algumas depressões no terreno e a presença de um cemitério antigo são vestígios de Kaingangs ancestrais. Porém, de acordo com a norma técnica expedida pela FLONA, esses relatos não tem embasamento técnico nem legal.

De acordo com nota técnica emitida pela administração da FLONA-PF ao ICMBio, a mudança de unidade de conservação para terra indígena ocasionaria a sobreposição de território tradicional e UC.

O suposto direito indígena sobre a área em que a FLONA-PF está inserida, reivindicado pela comunidade Kaingang, resolveria provisoriamente os problemas da comunidade indígena local, mas não o problema da região. A saída dos pequenos agricultores da área irá ocasionar um impacto social muito grande no município, que é considerado de pequeno porte e essencialmente agrícola.

---

<sup>8</sup> Informação fornecida por WEIRICH em nota técnica emitida pela administração da FLONA-PF ao ICMBio, em novembro de 2012.

O debate entre ambientalistas e indigenistas sobre as terras indígenas e as UCs nada mais é que um reflexo desordenado da situação fundiária da união. De um lado, os ambientalistas afirmam que a demarcação de terras indígenas ameaça a integridade das UCs. De outro, os indigenistas afirmam que a sobreposição viola o direito de usufruto exclusivo sobre os recursos naturais o que é reconhecido pela constituição dos povos indígenas (RICARDO; MACEDO, 2004), como se existisse uma intenção deliberada da área ambiental em anular os direitos dos índios ou de organizações que os apóiam para inviabilizar a conservação da biodiversidade (SANTILLI, 2004)

Essas divergências caracterizam um desafio a ser enfrentado pelos poderes executivo, legislativo e judiciário e deve ser feita de forma transparente, dando a todos os segmentos sociais o direito de se expressar e defender seus interesses. A ideia de uma UC que se refere à conservação dos recursos ambientais necessários ao bem-estar dos povos indígenas pode ser um passo decisivo na direção de se contemplar de forma harmônica os interesses das partes interessadas (LEITÃO, 2004).

Se o SNUC fosse cumprido efetivamente, quando das sobreposições de TI e UCs, deveriam estar previstas diretrizes para a solução estabelecida desde janeiro de 2001. O art. 57 do SNUC intitui que os órgãos federais responsáveis pela execução das políticas ambiental e indigenista deveriam instituir grupos de trabalho para, no prazo de cento e oitenta dias a partir da vigência dessa Lei, regularizar as eventuais superposições entre essas áreas (RAMOS, 2004; LEITÃO, 2004). De fato, há a necessidade de revisão dos atos de criação das UCs que hoje se sobrepõem a TI.

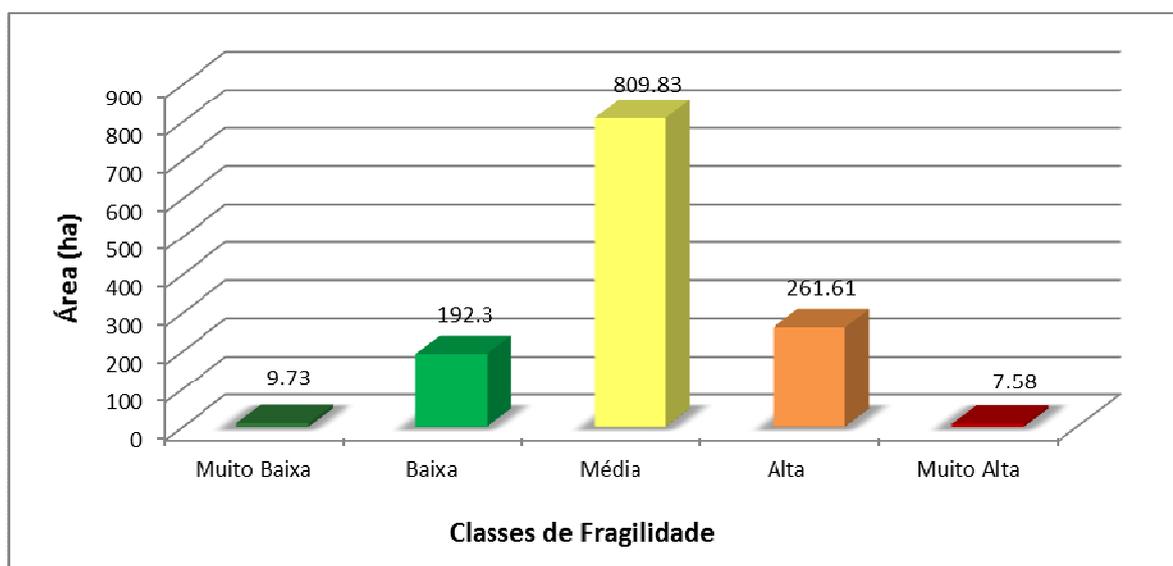
A intenção por parte da FUNAI de incluir a FLONA-PF em uma Terra Indígena não está, até o momento, oficializada.

#### **4.9. Fragilidade Ambiental da Floresta Nacional de Passo Fundo**

A carta de fragilidade ambiental da FLONA-PF resultou da interação das variáveis ambientais (clinografia, solos, APPs e uso e ocupação da terra) por meio da análise multicriterial em ambiente SIG. As variáveis foram escolhidas por estarem diretamente associadas ao conceito de “fragilidade ambiental potencial”,

de que fazem parte os elementos da dinâmica natural, e “fragilidade ambiental emergente”, referente aos elementos da dinâmica natural correlacionada com os elementos da dinâmica socioeconômica.

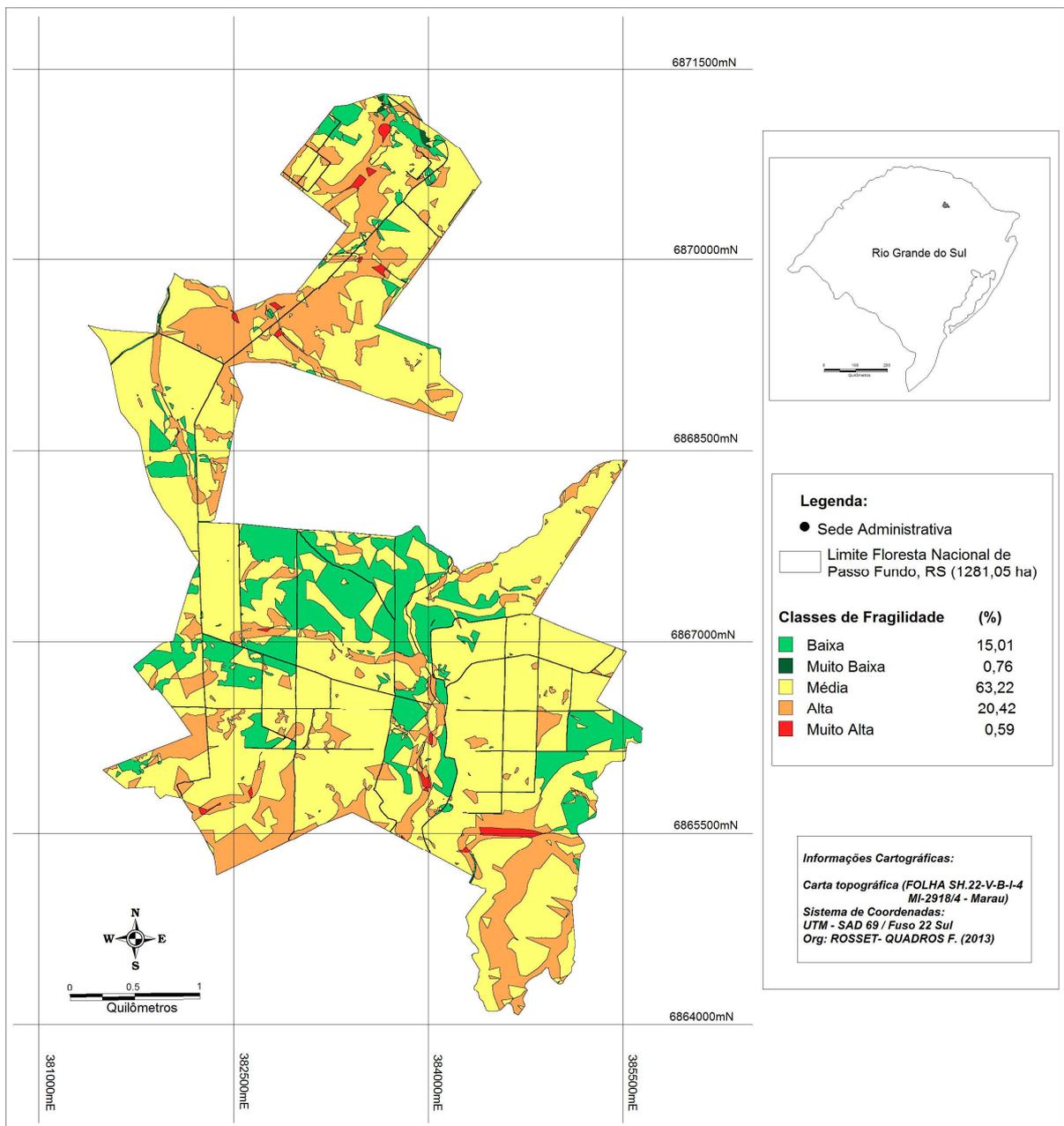
Predominaram as áreas com fragilidade ambiental média (63,22%), seguidas da classe com alta fragilidade ambiental (20,42%). Áreas com baixa fragilidade ambiental ocupam 15,01% da FLONA-PF. As classes de fragilidade muito baixa e muito alta representam menos de 1,5% da área de estudo (**Figura 13**).



**Figura 13** - Áreas ocupadas pelas classes de fragilidade ambiental na FLONA-PF (Mato Castelhana, RS) com relação às variáveis clinografia, solos, APP e uso e ocupação da terra.

A Razão de Consistência (CR) encontrada foi de 0,04 e os pesos resultantes dessa comparação foram: 0,2098 para clinografia, 0,1069 para solos, 0,1579 para APP e 0,5255 para usos e ocupação da terra, estando dentro dos limites aceitáveis determinados por Saaty (1991) e demonstrando que as comparações realizadas foram coerentes e geraram resultados confiáveis.

A combinação da carta de fragilidade ambiental com cada fator ambiental (clinografia, solos, APP e uso e ocupação da terra) permitiu inferir que a classe de muito alta fragilidade ambiental ocorre em áreas com declividade acima de 13% em FOM – estágio avançado de sucessão e em áreas de preservação permanente de rios e nascentes (**Figura 14 e Quadro 4**).



**Figura 14** – Espacialização da fragilidade ambiental da FLONA-PF (Mato Castelhanos, RS), com base nas variáveis clinografia, solos, APP e uso e ocupação da terra.

**Quadro 4 – Ocorrência dos fatores (clinografia, usos, APP e uso e ocupação da terra) para as classes de fragilidade ambiental da FLONA-PF, Mato Castelhana, RS.**

| Classes de Fragilidade | Uso e ocupação da terra               |                |               | Clinografia |                |               | Solos                           |                |               | APP             |              |               |
|------------------------|---------------------------------------|----------------|---------------|-------------|----------------|---------------|---------------------------------|----------------|---------------|-----------------|--------------|---------------|
|                        | Usos                                  | Área (ha)      | %             | Classe      | Área (ha)      | %             | Classe                          | Área (ha)      | %             | Tipo            | Área (ha)    | %             |
| Muito Alta             | FOM-estádio avançado de sucessão      | 7,27           | 0,57          | 13-20%      | 1,76           | 0,14          | Nitossolo Vermelho Distroférico | 4,46           | 0,35          | Rios (30 m)     | 6,86         | 8,90          |
|                        | Rede de Drenagem                      | 0,29           | 0,02          | >20%        | 5,80           | 0,45          | Latossolo Vermelho Distrófico   | 3,10           | 0,24          | Nascentes (50m) | 0,69         | 0,90          |
| <b>Total</b>           |                                       | <b>7,56</b>    | <b>0,59</b>   |             | <b>7,57</b>    | <b>0,59</b>   |                                 | <b>7,56</b>    | <b>0,59</b>   |                 | <b>7,55</b>  | <b>9,80</b>   |
| Alta                   | Áreas Úmidas (banhados)               | 0,64           | 0,05          | 0-3%        | 1,06           | 0,08          | Latossolo Vermelho Distrófico   | 104,71         | 8,19          | Rios (30 m)     | 45,17        | 58,61         |
|                        | FOM-estádio avançado de sucessão      | 234,29         | 18,33         | 3-8%        | 14,78          | 1,16          | Nitossolo Vermelho Distroférico | 156,38         | 12,23         | Nascentes (50m) | 2,23         | 2,89          |
|                        | FOM-estádio intermediário de sucessão | 1,52           | 0,12          | 8-13%       | 61,43          | 4,80          |                                 |                |               |                 |              |               |
|                        | FOM-estádio inicial de sucessão       | 1,36           | 0,11          | 13-20%      | 99,70          | 7,80          |                                 |                |               |                 |              |               |
|                        | Plantio (Pinus)                       | 2,89           | 0,23          | >20%        | 84,14          | 6,58          |                                 |                |               |                 |              |               |
|                        | Plantio (Araucária)                   | 18,59          | 1,45          |             |                |               |                                 |                |               |                 |              |               |
|                        | Rede de Drenagem                      | 1,77           | 0,14          |             |                |               |                                 |                |               |                 |              |               |
| <b>Total</b>           |                                       | <b>261,06</b>  | <b>20,42</b>  |             | <b>261,11</b>  | <b>20,42</b>  |                                 | <b>261,09</b>  | <b>20,42</b>  |                 | <b>47,40</b> | <b>61,50</b>  |
| Média                  | Açudes/ Barragens                     | 0,04           | 0,00          | 0-3%        | 9,27           | 0,72          | Latossolo Vermelho Distrófico   | 187,25         | 14,65         | Rios (30 m)     | 21,25        | 27,57         |
|                        | Caminhos/Estradas/Açeiros             | 0,03           | 0,00          | 3-8%        | 263,24         | 20,59         | Nitossolo Vermelho Distroférico | 621,02         | 48,57         | Nascentes (50m) | 0,07         | 0,09          |
|                        | Áreas Úmidas (banhados)               | 2,80           | 0,22          | 8-13%       | 322,18         | 25,20         |                                 |                |               |                 |              |               |
|                        | FOM-estádio avançado de sucessão      | 267,73         | 20,94         | 13-20%      | 154,73         | 12,10         |                                 |                |               |                 |              |               |
|                        | FOM-estádio intermediário de sucessão | 9,00           | 0,70          | >20%        | 58,86          | 4,60          |                                 |                |               |                 |              |               |
|                        | FOM-estádio inicial de sucessão       | 13,57          | 1,06          |             |                |               |                                 |                |               |                 |              |               |
|                        | Plantio (Pinus)                       | 115,00         | 9,00          |             |                |               |                                 |                |               |                 |              |               |
|                        | Plantio (Araucária)                   | 394,94         | 30,89         |             |                |               |                                 |                |               |                 |              |               |
|                        | Plantio (Eucalipto)                   | 4,60           | 0,36          |             |                |               |                                 |                |               |                 |              |               |
|                        | Agricultura                           | 0,17           | 0,01          |             |                |               |                                 |                |               |                 |              |               |
| Rede de Drenagem       | 0,36                                  | 0,03           |               |             |                |               |                                 |                |               |                 |              |               |
| <b>Total</b>           |                                       | <b>808,24</b>  | <b>63,22</b>  |             | <b>808,28</b>  | <b>63,22</b>  |                                 | <b>808,27</b>  | <b>63,22</b>  |                 | <b>21,32</b> | <b>27,66</b>  |
| Baixa                  | Açudes/ Barragens                     | 0,44           | 0,03          | 0-3%        | 7,49           | 0,59          | Nitossolo Vermelho Distroférico | 172,56         | 13,50         | Rios (30 m)     | 0,70         | 0,91          |
|                        | Caminhos/Estradas/Açeiros             | 6,36           | 0,50          | 3-8%        | 82,81          | 6,48          | Latossolo Vermelho Distrófico   | 19,36          | 1,51          | Nascentes (50m) | 0,10         | 0,13          |
|                        | Áreas Construídas                     | 0,23           | 0,02          | 8-13%       | 93,72          | 7,33          |                                 |                |               |                 |              |               |
|                        | FOM-estádio intermediário de sucessão | 0,04           | 0,00          | 13-20%      | 5,00           | 0,39          |                                 |                |               |                 |              |               |
|                        | FOM-estádio inicial de sucessão       | 0,13           | 0,01          | >20%        | 2,90           | 0,23          |                                 |                |               |                 |              |               |
|                        | Plantio (Pinus)                       | 168,60         | 13,19         |             |                |               |                                 |                |               |                 |              |               |
|                        | Plantio (Araucária)                   | 3,11           | 0,24          |             |                |               |                                 |                |               |                 |              |               |
|                        | Plantio (Eucalipto)                   | 7,60           | 0,59          |             |                |               |                                 |                |               |                 |              |               |
|                        | Pátio                                 | 3,66           | 0,29          |             |                |               |                                 |                |               |                 |              |               |
|                        | Agricultura                           | 1,70           | 0,13          |             |                |               |                                 |                |               |                 |              |               |
| <b>Total</b>           |                                       | <b>191,87</b>  | <b>15,01</b>  |             | <b>191,93</b>  | <b>15,01</b>  |                                 | <b>191,92</b>  | <b>15,01</b>  |                 | <b>0,80</b>  | <b>1,04</b>   |
| Muito Baixa            | Açudes/ Barragens                     | 0,09           | 0,01          | 0-3%        | 0,13           | 0,01          | Nitossolo Vermelho Distroférico | 7,61           | 0,60          | Rios (30 m)     | 0,00         | 0,00          |
|                        | Caminhos/Estradas/Açeiros             | 8,57           | 0,67          | 3-8%        | 5,29           | 0,41          | Latossolo Vermelho Distrófico   | 2,09           | 0,16          | Nascentes (50m) |              | 0,00          |
|                        | Áreas Construídas                     | 0,02           | 0,00          | 8-13%       | 4,30           | 0,34          |                                 |                |               |                 |              |               |
|                        | Pátio                                 | 0,99           | 0,08          | 13-20%      | 0,00           | 0,00          |                                 |                |               |                 |              |               |
| <b>Total</b>           |                                       | <b>9,67</b>    | <b>0,76</b>   |             | <b>9,71</b>    | <b>0,76</b>   |                                 | <b>9,70</b>    | <b>0,76</b>   |                 | <b>0,00</b>  | <b>0,00</b>   |
| <b>Total Geral</b>     |                                       | <b>1278,40</b> | <b>100,00</b> |             | <b>1278,59</b> | <b>100,00</b> |                                 | <b>1278,54</b> | <b>100,00</b> |                 | <b>77,07</b> | <b>100,00</b> |

Os resultados obtidos na análise da fragilidade ambiental da FLONA-PF denotam alta fragilidade ambiental em áreas mais vulneráveis, onde as opções de uso e ocupação são reduzidas e com predomínio da classe de média fragilidade ambiental. Dessa forma, as medidas de prevenção para a UC devem ser mais adequadas e realizadas por meio de atividades controladas e monitoradas, o que pode contribuir decisivamente para a conservação dessa área, principalmente nas regiões de muito alta a média fragilidade ambiental, concentrando atividades nas áreas com muito baixa a baixa fragilidade ambiental.

Com a inclusão/exclusão dos objetivos e as normas definidas para cada zona de manejo propostas pelo Plano de Manejo vigente (SOCIOAMBIENTAL, 2012) na carta de fragilidade ambiental, a Razão de Consistência (CR) atingiu o valor de 0,16, e os pesos resultantes foram: 0,1182 para clinografia; 0,0736 para solos; 0,0985 para APP; 0,2107 para usos e ocupação da terra; e 0,4989 para as zonas definidas pelo PM vigente (2012). Tais comparações foram consideradas coerentes e com resultados confiáveis.

A **Zona de Manejo Florestal** apresenta, em quase sua totalidade, áreas com média fragilidade ambiental (97,94%), sendo 1,20% delas ocupadas por alta fragilidade e 0,84%, por baixa fragilidade (**Quadro 5 e Figura 15**) mesmo sendo caracterizada por apresentar áreas de floresta nativa e plantios de espécies nativas e exóticas, predominantemente antropizada. Os fatores que contribuíram para a média fragilidade foram APP em margens de Rios (30 m), solos do tipo Nitossolo Vermelho Distroférico, Plantio (Araucária), seguido de declives de 8-13% com relevo moderadamente ondulado.

A **Zona Primitiva** tem 96,17% do total de sua área ocupada com áreas de alta fragilidade ambiental, 3,72% de áreas de fragilidade muito alta e 0,21% com média fragilidade.

A **Zona de Recuperação** apresentou alta fragilidade ambiental em 72,49% de sua área total, 27,31% de média e 0,002% de baixa fragilidade.

A **Zona de Uso Público** apresentou predomínio de alta fragilidade ambiental (81,29%), 18,50% de média e 0,004% de baixa fragilidade.

Nas zonas Primitiva, de Uso Público e de Recuperação que apresentaram alta fragilidade ambiental, os fatores determinantes para essa condição foram áreas de FOM-estádio avançado de sucessão, declives de 8-

13% com relevo moderadamente ondulado, solos do tipo Nitossolo Vermelho Distroférico e terreno moderadamente ondulado (8 a 13%) e APP em margem de rios.

A **Zona de Uso Especial** apresenta 81,12% do total de sua área ocupada pela classe de baixa fragilidade ambiental, 19,38% pela de muito baixa e 0,05% pela classe de média fragilidade.

A **Zona de Uso Conflitante**, em sua maior parte (70,52%), está ocupada por áreas com baixa fragilidade ambiental, 28,95% pelas de média e 0,35% pelas áreas de muito baixa fragilidade ambiental.

A Zona de Uso Especial e a Zona de Uso Conflitante são ocupadas, em sua maior parte, por baixa fragilidade ambiental relacionada com a ocupação em APP em margem de rios, terreno suavemente ondulado a moderadamente ondulado (predomínio em declividade entre 3 e 13%) e Plantio (Pinus).

**Quadro 5** - Quantificação das classes de fragilidade ambiental para as zonas no Plano de Manejo da FLONA-PF (Mato Castelhano, RS). Valores em ha e em %.

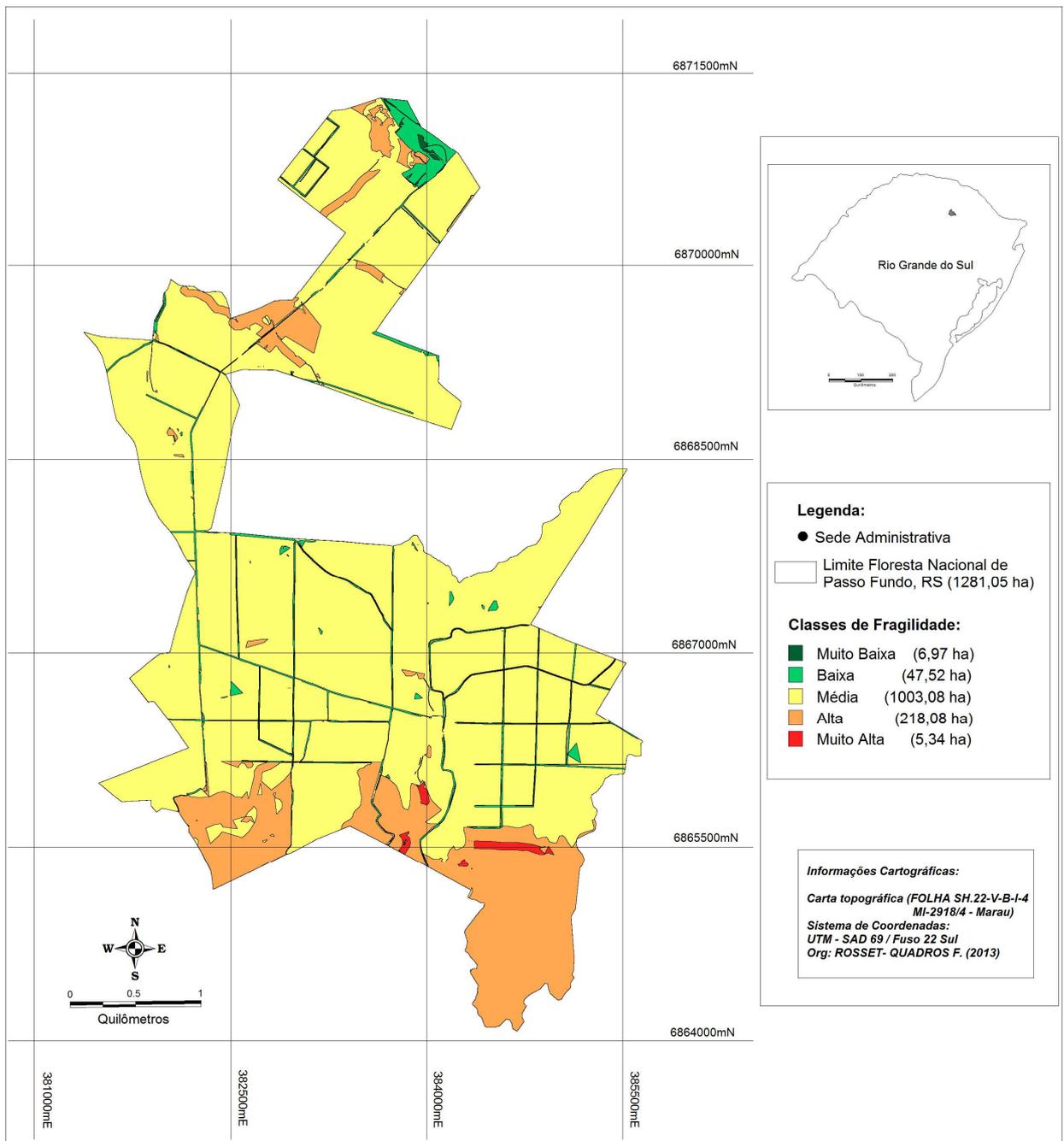
| ZONAS do Plano de Manejo | CLASSES DE FRAGILIDADES |              |                |               |             |
|--------------------------|-------------------------|--------------|----------------|---------------|-------------|
|                          | Muito Baixa             | Baixa        | Média          | Alta          | Muito Alta  |
| Zona Primitiva           | -                       | -            | 0,30           | 137,80        | 5,34        |
| Zona de Manejo Florestal | -                       | 8,38         | 976,59         | 11,96         | -           |
| Zona de Uso Conflitante  | 0,05                    | 10,16        | 4,17           | -             | -           |
| Zona de Uso Especial     | 6,92                    | 28,97        | 0,016          | -             | -           |
| Zona de Uso Público      | -                       | 0,004        | 5,60           | 24,62         | -           |
| Zona de Recuperação      | -                       | 0,001        | 16,46          | 43,70         | -           |
| <b>TOTAL (ha)</b>        | <b>6,97</b>             | <b>47,52</b> | <b>1003,14</b> | <b>218,08</b> | <b>5,34</b> |
| <b>%</b>                 | <b>0,54</b>             | <b>3,70</b>  | <b>78,32</b>   | <b>17,02</b>  | <b>0,42</b> |

A análise multicritério permite uma gestão abrangente do espaço por meio de fatores ambientais (declividade, solos, uso e ocupação da terra, presença de APP e, posteriormente, a inserção das zonas definidas pelo PM vigente), que possuem relações indissociáveis (CEREDA-JÚNIOR, 2011). A ênfase foi direcionada às potencialidades de uso e ocupação da terra, ou seja, o quanto os usos tornam o solo mais frágil ao processo de erosão laminar.

Comparando-se os valores de fragilidade ambiental estimados para a FLONA-PF e para a FLONA de Irati-PR, verificou-se que, para a FLONA-PF, a fragilidade ambiental média foi predominante (63,22%), enquanto que, para a FLONA de Irati-PR, a classe predominante foi de baixa fragilidade ambiental para cerca de 60% da área (MAGANHOTTO et al., 2011).

Para a Reserva Ambiental do Morro Grande em Cotia, SP, verificou-se que aproximadamente 80% da área total é representada por fragilidade média, seguida de Muito Alta (Água), Alta e baixa, levando em consideração uma valorização hierárquica dos temas, em ordem decrescente: relevo, solo, uso da terra/cobertura vegetal.

Tanto para a FLONA-PF, a FLONA de Irati e a Reserva Ambiental do Morro Grande, as alterações nos valores das classes é influenciada pelo grau de proteção exercido pelas formas de uso, em que o grau de proteção do uso vai ao encontro da fragilidade obtida com base nas classes de declividade, pedologia e presença de APP.



**Figura 15** - Espacialização das classes de fragilidade ambiental (áreas em ha) da FLONA-PF (Mato Castelhanos, RS), com relação às variáveis clinografia, solos, APP, uso e ocupação da terra e zonas definidas pelo PM de vigente.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise comparativa entre as tipologias (extensão e tipificação) de usos da terra em 2008 e identificadas pelo inventário de 2011, possibilitou evidenciar conflitos de usos e ocupação da terra para as zonas definidas no Plano de Manejo da FLONA-PF. Tal análise resultou da metodologia utilizada para a classificação das imagens dos referidos inventários com o surgimento de níveis hierárquicos mais detalhados de usos e ocupação da terra para o inventário de 2011. As feições de usos foram identificadas de forma mais precisa, aliadas ao conhecimento preliminar da área de estudo e ao conhecimento técnico para interpretação digital da imagem.

A combinação do cruzamento entre as tipologias de usos da terra, observadas em 2008 e em 2011, identificou que 283,99 ha (22,17%) da área total da FLONA-PF apresentam um cenário de conflitos de usos distribuídos entre as diversas zonas de manejo. As mudanças quantitativas e qualitativas, no âmbito de cada zona de manejo, não interferem efetivamente no desempenho das funções definidas para elas no Plano de Manejo da FLONA-PF. Considerando o cenário de usos e ocupação da terra da FLONA-PF, para 2011, tornam-se fundamentais as ações de monitoramento da regeneração natural com o objetivo de analisar sua dinâmica e fitossociologia nas distintas fases de sucessão ecológica.

Sugere-se que o acréscimo de áreas naturais, identificado em 2011 na Zona de Manejo Florestal, seja incorporado como Zona Primitiva na forma de áreas destinadas à conservação da diversidade de espécies, a fim de assegurar a representatividade da vegetação nativa da região, a ampliação da área para coleta de sementes e o potencial para o uso público e/ou interpretação ambiental.

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, os limites da Zona de Recuperação necessitam de revisão, uma vez que envolvem área em processo de regeneração natural, com comportamento espectral e mesma configuração às formações fitofisionômicas e áreas classificadas como FOM, devendo incorporar-se à Zona Primitiva.

O aumento das áreas de FOM em diferentes estádios sucessionais em 2011, na Zona de Uso Especial, reforça a necessidade de decisões por parte dos gestores na redefinição do zoneamento e revisão do Plano de Manejo. É necessário ações que contribuam para o aumento de áreas destinadas à conservação do ambiente natural como no caso das áreas em regeneração observadas na Zona de Manejo Florestal e, ao mesmo tempo, para a promoção de atividades de pesquisa científica e educação ambiental no caso da expansão de áreas de FOM na Zona de Uso Especial.

A identificação e expansão da tipologia FOM em diferentes estádios sucessionais, resultante da regeneração de plantios de araucária, configura um cenário positivo para a condição de naturalidade da FLONA-PF. Entretanto, essa condição demanda e remete aos gestores da FLONA-PF a responsabilidade para o desenvolvimento de estratégias que visem à maior confiabilidade do Plano de Manejo.

As correlações entre as tipologias de usos em 2008 e 2011 permitiram evidenciar novos arranjos espaciais para a FLONA-PF, configurando um estudo de importância fundamental para reorientar o atendimento dos objetivos do plano de manejo vigente, além de subsidiar ações de planejamento e gestão ambiental da paisagem regional.

A metodologia utilizada para determinação das classes de fragilidade ambiental da FLONA é flexível. Isso permite a inclusão de dados complementares e a reavaliação dos critérios utilizados, indicando, dessa forma, áreas que devam receber maior atenção por meio do desenvolvimento de ações específicas de manejo e proporcionando maior confiabilidade no processo de decisão por parte dos gestores. Além disso, permite a

implementação de medidas direcionadas para as áreas mais frágeis e pontuais, tornando as ações mais efetivas e subsidiando a gestão da FLONA-PF.

A identificação da fragilidade ambiental da FLONA-PF, por meio da integração de variáveis ambientais e suas respostas diante das intervenções antrópicas, é de importância fundamental para a conservação da UC. Isso porque facilita sua compreensão e planejamento, identificando as áreas onde o uso e ocupação da terra tornam o solo mais frágil ao processo de erosão laminar, evitando processos erosivos intensos e assoreamento de cursos d'água.

A carta de fragilidade ambiental, com a inserção da variável das zonas definidas pelo Plano de Manejo (2012), evidencia que o zoneamento proposto é coerente com as necessidades de conservação e recuperação em áreas de maior fragilidade ambiental (Zona Primitiva e Zona de Recuperação). Além disso, ele se volta ao manejo florestal em áreas de média fragilidade ambiental (Zona de Manejo Florestal) e em áreas de uso em zonas com fragilidade ambiental predominantemente baixa (Zona de Uso Especial). A única ressalva refere-se à Zona de Uso Público, em que ocorrem áreas com alta fragilidade ambiental.

Para a etapa de planejamento e posterior revisão dos Planos de Manejos das Unidades de Conservação, deve-se levar em consideração a qualidade da imagem de satélite a ser utilizada, com uma análise detalhada dos alvos e a interpretação dos diferentes usos da terra. É recomendável a utilização de imagens de alta resolução espacial, por apresentar resultados satisfatórios para o mapeamento de uso e ocupação da terra. Sua datação deve ser a mais atual possível e a metodologia utilizada para a aplicação do cálculo de fragilidade ambiental deve integrar a maior quantidade de variáveis ambientais possível, sendo suas respostas diante das intervenções antrópicas de importância fundamental para a conservação da UCs.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. S.; SOUZA, A. L. Florística de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, no município de Juiz de Fora, Minas Gerais. **Revista Árvore**. v.2, n.2, p.221-230, 1997.

ALVES, M. **Estimativa da perda de solo por erosão laminar na bacia do rio São Bartolomeu-DF usando técnicas de geoprocessamento**, 2006. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser300/Trabalhos/mariza.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2013.

BECKER, F.G. **Aplicações de Sistemas de Informação Geográfica em Ecologia e Manejo de Bacias Hidrográficas**. In: **Bacias Hidrográficas: Teorias e Aplicações**. Bahia: Editus, 2002. p 91-111.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. In: **Caderno de Ciências da Terra**, 13. São Paulo: Instituto de Geografia - Universidade de São Paulo, 1971.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: Conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p.269-300, 1999.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Institui o novo Código Florestal Brasileiro**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 1965.

BRASIL. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC**. Brasília, Diário Oficial da União, 2000.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 303 de 20 de março de 2002. **Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente**.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 302 de 20 de março de 2002. **Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno**.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 33 de 07 de dezembro de 1994. **Dispõe sobre a definição dos estágios sucessionais das formações vegetais que ocorrem na região de Mata Atlântica do Rio Grande do Sul**.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. **Bioma Mata Atlântica**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. DF, 15 de jun. 2006.

BRASIL. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **FOLHA SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra.** Rio de Janeiro, 1986.796 p. (Levantamento de Recursos Naturais, v.33). Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv19048.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2012.

BURROUGH, P. A. Development of intelligent geographical information system. **International Journal of Geographical Information Systems.** v.6, p.1-11, 1992.

BURROUGH, P. A. e MCDONNELL, R. A. **Principles of Geographic Information Systems.** Oxford: Oxford University, 1998.

BUTCHART, S.H.M. et al. Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. **Science** 328: 1164- 1168, 2010.

CÂMARA, C.; MOREIRA, F.R.; BARBOSA FILHO, C. R.A.; BÖNISCH,S. Técnicas de Inferência Geográfica. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, M.V.M. **Introdução à Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos: INPE, p.241-288, 2001.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Geoprocessamento para Projetos Ambientais. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. **Introdução a Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos: INPE, p.289-320, 2001.

CALIJURI, M. L. Proposta metodológica para geração da carta de fragilidade ambiental utilizando lógica fuzzy e combinação linear ponderada. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, INPE. **Anais...** Florianópolis, 2007.

CEMIN, G.; PÉRICO, E.; REMPEL, C. Uso de sistemas de informações geográficas para análise da estrutura da paisagem do município de Arvorezinha, RS. In: Simpósio de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Goiânia, 2005.

CADEMARTORI, C.V.; MARQUES, R. V.; PACHECO, S. M.; BAPTISTA, L. R. M. & GARCIA, M. Roedores ocorrentes em Floresta Ombrófila Mista (São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul) e a caracterização de seu habitat. **Comunicação do Museu de Ciências Tecnológicas PUCRS.** Série Zoologia, 2002.

CEREDA-JÚNIOR, A. **Análise de fragilidade ambiental com métodos multicritério – críticas e proposta metodológica.** Tese (Doutorado), Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2011.

CHEN, K.; BLONG, R.; JACOBSON, C. MCE-RISK: integrating multicriteria evaluation and GIS for risk decision-making in natural hazards. **Environmental Modelling & Software**. p.387-397, 2001.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L. C.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T. G. **Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**. INPE, São José dos Campos, São Paulo, 1996.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; FILHO, P.H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos, INPE, 2001, 124p.

COSTA, T. C. C.; UZEDA, M. C.; FIDALGO, E. C. C.; ZARONI, M. J.; NAIME, U. J.; GUIMARÃES, S. P. Vulnerabilidade ambiental em sub-bacias hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro por meio de integração temática da perda de solo (USLE), variáveis morfométricas e o uso/cobertura da terra. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Florianópolis, p.2493-2500, 2007.

DSG (Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro). Cartas Topográficas. Porto Alegre: Folhas: Folha SH 22-V-B-I-4 / MI-2918/4 – Marau, 1979.

DONHA, A. G.; SOUZA, L. C. de P.; SUGAMOSTO, M. L. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.10, n.1, p.175-181, 2006.

DUTRA-LUTGNES, H.; SANTOS, J. E.; PAGANI, M. L. Análise comparativa de planos de manejo para o estabelecimento das zonas de amortecimento em unidades de conservação. In: **Faces da Polissemia da Paisagem, Ecologia, Planejamento e Percepção**, v. 4, p. 194-217, 2012.

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

EASTMAN, J. R. Idrisi For Windows versão 2. **Manual do usuário: Introdução e exercícios tutoriais**. Porto Alegre: UFRGS - Centro de Recursos Idrisi, 1998.

EASTMAN, J. R. Idrisi 32 Release 2 - IDRISI Andes Guide to GIS and Image Processing. **Clark Labs**, 2001

EASTMAN, J. R. Decision Support: Decision Strategy Analysis. In: CLARK UNIVERSITY (Ed.). **IDRISI Andes Guide to GIS and Image Processing**. Worcester: Clark Labs, 2006.

FIERZ, M. S. M. **As abordagens sistêmicas e do equilíbrio dinâmico na análise da fragilidade ambiental do litoral do Estado de São Paulo: contribuição à geomorfologia das planícies costeiras**. Tese (Doutorado), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

FLORENZANO, T. G. **Os Satélites e suas aplicações**. São José dos Campos/SP: SindCT, 2008.

FRANCO, M. A. R. **Planejamento Ambiental para a cidade sustentável**. Annablume, São Paulo, 2000.

FEPAM / DPD. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler. **Qualidade dos recursos hídricos superficiais da bacia do Guaíba - subsídio para o processo de Enquadramento**. Simpósio Internacional sobre Gestão de Recursos Hídricos. Gramado, 1998.

FUSHITA, A. T.; BORTOLIN C. G. H. L.; ARANTES, M. E.; MOREIRA, A. A. M.; CANÇADO, J. C.; LORANDI, R. Fragilidade Ambiental associada ao risco potencial de erosão de uma área da região geoeconômica Médio Mogi Guaçu Superior (SP). **Revista Brasileira de Cartografia**. nº 63/04, p. 609-618, 2011.

GeoEye. **GeoEye Product Guide**. Dulles-Virgínia. United States of America: Printed by GeoEye. Version 2. 2011.

GUERRA, M. P.; Silveira, V.; Reis, M. S. dos.; Schneider, L. 2002. Exploração, manejo e conservação da araucária (*Araucaria angustifolia*). In: Simões, L. L. & Lino, C. F. (Orgs). **Sustentável Mata Atlântica: A exploração de seus recursos florestais**. São Paulo: SENAC. p.85-102, 2002.

GANEM, R. S. **Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas**. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2010, 437p.

GASTON, K. J.; PRESSEY, R. L.; MARGULES, C. R. Persistence and vulnerability: retaining biodiversity in the landscape and in protected areas. **Journal of Biosciences**. v.27, n.4., p.361-384, Bangalore, 2002.

IUCN-The. World Conservation Union. **Guidelines for protected area management categories**. Gland, Switzerland, 1994.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Censo Demográfico. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: maio 2011.

IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Manuais Técnicos em Geociências. 2.ed., n.7, IBGE, Rio de Janeiro, 2006.

JARENKOW, J. A.; BUDKE, J. C. Padrões florísticos e análise estrutural de remanescentes florestais com Araucária angustifolia no Brasil. In: Fonseca, C.S.D.; Souza, A. F.; Zanchet, A. M.L.; Dutra, T., Backes, A., Ganade, G.M.s. (Org.). **Floresta com araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável**. Ribeirão Preto: Holos, 2008.

KELLERMANN, B. **Monitoramento da regeneração natural em fragmento de Floresta Ombrófila Mista e morfoanatomia de plântulas e tirodendros de *Piptocarpha angustifolia* Dusén Ex Malme (Asteraceae)**. Dissertação - Programa de Pós Graduação em Botânica da Universidade Federal de Curitiba, Paraná, 2011.

KLEIN, R. M. **O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. *Sellowia***, Itajaí, Santa Catarina, n.12, p.17-44, 1960.

LEANDRO, D. **Modelagem de fragilidade ambiental usando índices baseados em dados espaciais e com suporte de sistema especialista**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas. Universidade Federal do Paraná, 2013.

LEITÃO, S. Superposição de leis e de vontades - Por que não se resolve o conflito entre Terras Indígenas e Unidades de Conservação? In: **Terras Indígenas & Unidades de Conservação da natureza, o desafio das sobreposições**, p. 17, 2004.

LIEBERMAN, D. **Demography of tropical tree seedlings: a review**. In: Swaine, M.D. (Ed.). **The Ecology of tropical forest tree seedlings**. UNESCO/Parthenon, Paris, p. 131-138, 1995.

LOPES, G. Índios acampam na sede da Floresta Nacional. **Jornal O Nacional**, Passo Fundo, 14 mar. 2013. Região.

MALYSZ, M. **Correlações entre o componente arbóreo, regeneração, variáveis ambientais e espaciais de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de Passo Fundo – Mato Castelhano – RS**. Dissertação - Programa de Pós Graduação em Ecologia da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim, RS, 2010.

MALCZEWSKI, J. Gis-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. **International Journal of Geographical Information Science**. v.20, n.7, p.703-726, 2006.

MAGANHOTTO, R. F.; SANTOS, L. J. C.; FILHO O. P. C. Análise da fragilidade ambiental como suporte ao planejamento do ecoturismo em unidades de conservação: estudo de caso Flona de Irati-PR. **Floresta**, v.41, n.2, p.231-242, Curitiba, 2011.

MEDEIROS, J. S. **Bancos de dados geográficos e redes neurais artificiais: tecnologias de apoio à gestão do território**. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

MEYRS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. B. A.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. v.403, p.853-858, 2000.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. 2005.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42p.

NIMER, E. **Clima**. In: IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil-Região Sul. p.151-187, Rio de Janeiro, 1990.

PAULA, E. M. S.; SOUZA, M. J. N. Lógica Fuzzy como técnica de apoio ao Zoneamento Ambiental. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Florianópolis, 2007.

PEREIRA, H. M. LEADLEY, P. W., PROENÇA, V., ALKEMADE, R., SCHARLEMANN, J. P. W., MANJARRÉS, J. F. F., ARAÚJO, M. B., VALVANERA, P., BIGGS, R., CHEUNG, W. L., CHINI, L., COOPER, D., GILMAN, E., GUÉNETTE, S., HURTT, G. C., HUNTINGTON H. P., MACE, G. M., OBERDORFF, T., REVENGA, C., RODRIGUES, P., SCHOLLES R. J., SUMAILA, U, R., WALPOLE, M. Scenarios for Global Biodiversity in the 21st Century. **Science**, v.330, p.1496-1501, 2010.

PIRES, J. S. R. **Análise Ambiental voltada ao Planejamento e Gerenciamento do Ambiente Rural: Abordagem Metodológica aplicada ao Município de Luiz Antônio – SP**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 1995. 166p.

RAMOS, A. O GT do Conama: aquele que foi sem nunca ter sido. In: **Terras Indígenas & Unidades de Conservação da natureza, o desafio das sobreposições**, p. 16, 2004.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia, USP**. São Paulo, n.8, p.63-74, 1994.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 7. ed. São Paulo: Contexto, 2003.

ROSS, Jurandir L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

RICARDO, F., MACEDO, V. Apresentação. In: **Terras Indígenas & Unidades de Conservação da natureza, o desafio das sobreposições**, p. 7-10, 2004.

SANTILLI, M. A cilada corporativa. In: **Terras Indígenas & Unidades de Conservação da natureza, o desafio das sobreposições**, p. 11-14, 2004.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. Tradução e revisão técnica: Wainer da Silveira e Silva. São Paulo: Ed. Mcgraw-hill, Makron, 1991. 367p.

SANQUETTA, C. R.; MATTEI, E. **Perspectivas de Recuperação e Manejo Sustentável das Florestas de Araucária**. Curitiba: Multi-Graphic, 2006.

SUHS, R. B. **Structure and diversity patterns of tree species in an Araucaria moist forest, Southern Brazil**. Dissertation - Graduate Program in Geocology of the Eberhard Karls University of Tübingen, 2013.

SARTORI, A. A. C. Análise multicritérios na definição de áreas prioritárias à conectividade entre fragmentos florestais. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu, Botucatu, 2010.

SANTOS, I.; VITTE, A.C. **Proposta de Mapeamento da Fragilidade Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Palmital, Região Metropolitana de Curitiba**. Congresso de Geobiohidrologia, 1998.

SANTOS, J. O.; SOUZA, M. J. N. Compartimentação Geoambiental e Riscos à Ocupação na Bacia Hidrográfica do Rio Cocó. In: XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. **Anais...** São Paulo, 2005.

SCARIOT, E. C.; SANTOS, J. E.; QUADROS, F. R.; SANTOS, R. M.; FUSCHITA A. T.; MOSCHINI, L. E.; ZANIN, E. M. **Mapeamento e análise do uso da terra e cobertura vegetal da Paisagem do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo, RS.** In: X Congresso de Ecologia do Brasil, **Anais...** São Lourenço, 2011.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina de Textos. 2004.

SOUZA, M. M., COSTA, L. H., CARVALHO, D. A. S. Utilização de ferramentas de geoprocessamento para mapear as fragilidades ambientais na área de influência direta da UHE de Belo Monte, no Estado do Pará. **Espaço Plural.** Ano XII, n.25, 2011.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de Geossistemas. Métodos em Questão.** n.16, São Paulo, 1977.

SOCIOAMBIENTAL CONSULTORES ASSOCIADOS LTDA. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Passo Fundo,** Florianópolis, 2012.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul.** 2 ed. Porto Alegre-Emater/RS. Ascar, 2008, 222p.

TAGLIANI, C. R. A. Técnica para avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um sistema geográfico de informação. In: Seminário Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE. **Anais...** São José dos Campos, p.1657-1664, 2003.

TAMANINI, M. S. A. **Diagnóstico físico-ambiental para determinação da fragilidade potencial e emergente da Bacia do Baixo Curso do Rio Passaúna em Araucária - PR.** 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.

UFMS. Universidade Federal de Santa Maria. **Plano de Manejo da FLONA de Passo Fundo,** 1989. 133p.

VALENTE, R. D. O. A. ; VETTORAZZI, C. A. Comparação entre métodos de avaliação multicriterial, em ambiente SIG, para a conservação e a preservação florestal. **Scientia Forestalis**. n.69, 2005.

VILAS BOAS, C. L. D. Análise da aplicação de métodos multicritérios de decisão na gestão de recursos hídricos. In: XVI Simpósio de Recursos Hídricos. **Anais...** João Pessoa, 2005.

WILLIAMS, L. R. ; KAPUSKA, L. A. Ecosystems vulnerability :a complex interface with technical components. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.19, n.4, p.1055-1058, 2000.

ZAKRZEWSKI, S. B.; DECIAN, V. S. **Relatório sobre a Espacialização e mapeamento da área do entorno da Floresta Nacional de Passo Fundo**. Erechim, RS: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim, Laboratório de Geoprocessamento e Planejamento Ambiental e Laboratório de Educação Ambiental, 2010.

**Apêndice 1** - Formato do banco de dados georreferenciados da distribuição dos pontos de controle, sobrepostos a imagem de satélite GeoEye-1 para a FLONA-PF (Mato Castelhana, RS), com o respectivo banco de registros fotográficos. O erro médio dos pontos amostrados foi de 1.7 pixels.

