



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PERÍCIAS AMBIENTAIS

NATANI DOS SANTOS COSER

**ASPECTOS DA ECOLOGIA DA PAISAGEM FLORESTAL DO MUNICÍPIO DE
SÃO BENTO DO SUL, SANTA CATARINA**

FLORIANÓPOLIS

2022

Natani dos Santos Coser

**ASPECTOS DA ECOLOGIA DA PAISAGEM FLORESTAL DO MUNICÍPIO DE
SÃO BENTO DO SUL, SANTA CATARINA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação
em Perícias Ambientais da Universidade Federal de
Santa Catarina para a obtenção do título de mestre em
Perícias Ambientais.
Orientador: Prof. Dr. Carlos José de Carvalho Pinto

FLORIANÓPOLIS

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Coser, Natani

ASPECTOS DA ECOLOGIA DA PAISAGEM FLORESTAL DO MUNICÍPIO
DE SÃO BENTO DO SUL, SANTA CATARINA / Natani Coser ;
orientador, Carlos José de Carvalho Pinto, 2022.

88 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade
Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas,
Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais,
Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Perícias Criminais Ambientais. 2. Ecologia da
paisagem. 3. Métricas. 4. Fragmentação florestal. 5. Uso e
cobertura da terra. I. de Carvalho Pinto, Carlos José. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós
Graduação em Perícias Criminais Ambientais. III. Título.

Natani dos Santos Coser

Aspectos da Ecologia da Paisagem Florestal do Município de São Bento do Sul, Santa Catarina

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Roberto Fabris Goerl
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Perícias Ambientais.

Prof. Dr. Carlos Henrique Lemos Soares
Coordenador do Programa

Prof. Dr. Carlos José de Carvalho Pinto
Orientador

Florianópolis, 2022.

Dedico esse trabalho às duas mulheres mais importantes da minha vida: minha mãe, Andreza, e minha avó, Nair, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primordialmente à minha família, pelo carinho e dedicação durante todo o meu processo de crescimento.

Aos meus avós maternos, Nair e Ari, que me criaram e deram todo o suporte, incentivo e apoio. Agradeço imensamente a você vó, que mesmo sem ter acesso pleno aos estudos e dentro de suas limitações, me ensinou a ler, a escrever e a valorizar o meu direito à educação. Sou eternamente grata a tudo que a senhora fez e faz por mim.

Aos meus pais, Andreza e Marcelo, com quem sempre pude contar. Mãe, você sempre foi a minha principal admiradora e impulsionadora, acreditando em mim quando eu não acreditava. Obrigada por se fazer sempre presente em minha vida e por ser o meu alicerce.

Aos meus irmãos, Vanessa, Marcelo e Deyvid, por estarem sempre ao meu lado. Sou imensamente grata ao acaso por colocar vocês em minha vida.

Ao meu companheiro e parceiro de vida, Lucas, agradeço por toda a compreensão e suporte durante essa etapa e por todas as outras experiências vividas durante esses nove anos de caminhada juntos.

Agradeço à Cedro Inteligência Ambiental e aos meus colegas de trabalho, em especial William Gebien, Lucca Pazini Moratelli, Diogo Jociel Persike, Andreza Abdalla, Rony Paolin Rasckel, Regina Mueller Gonçalves, Gleice Cunha de Aquino, Vanderlei dos Santos e Marcelo Silveira Netto, aprendi muito com cada um de vocês e sou infindavelmente grata a toda a equipe.

À Prefeitura Municipal de São Bento do Sul, que apoiou o presente estudo, em especial, à engenheira ambiental Viviane Buttelbrun, por todo o suporte prestado.

Ao meu orientador Carlos José de Carvalho Pinto, sou eternamente grata a você pelo acolhimento, ensinamento e por todas as conversas e conselhos desde a época da graduação.

Aos membros da banca José Salatiel Rodrigues Pires e Roberto Fabris Goerl, por aceitarem o convite e por todas as contribuições para esse trabalho.

E por fim, à Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade de egresso e conclusão de um curso de pós-graduação gratuito e de excelência.

RESUMO

Este trabalho objetivou estudar a ecologia da paisagem florestal do município de São Bento do Sul, a fim de compreender a dinâmica e complexidade do ambiente. Para tal, se realizou a readequação do arquivo *shapefile* relativo ao uso e cobertura do solo do município, disponibilizado no seu Plano Municipal da Mata Atlântica. Com o arquivo retificado, todas as métricas da ecologia da paisagem foram calculadas através das extensões V-LATE e PATCH ANALYSIS, no software ArcGis 10.8, tanto para a totalidade dos remanescentes florestais, quanto para as manchas estratificadas por classes de tamanho. Além das métricas de ecologia, para inserir o homem no sistema de análise da paisagem, foram calculados dados acerca dos remanescentes florestais em relação à zona de inserção (rural e urbana) e classes de relevo. Toda a análise realizada para os fragmentos florestais foi ainda estratificada de acordo com a região fitoecológica: Floresta Ombrófila Densa (FOD), Floresta Ombrófila Mista (FOM) e, em alguns casos, Floresta Nebular. A partir dos resultados obtidos, conclui-se que mais da metade das manchas florestais do município pertence a menor classe de tamanho (possui menos de 1 ha) e, ao se observar a totalidade dos fragmentos, quanto maior é a classe de tamanho, maior é o montante de área associado e menor é o número total de fragmentos florestais relativos. Além disso, a média de tamanho das manchas de FOD equivale à aproximadamente o triplo do registrado para a FOM e, quanto maior é a classe de tamanho, mais irregular é o seu formato, sendo que quanto menor é a classe de tamanho, maior é a densidade de borda e, conseqüentemente, o efeito de borda. Observou-se também que quanto maior é a classe de tamanho, maior o índice de área central e, portanto, a porcentagem equivalente ao núcleo dos fragmentos. Por fim, conclui-se que quanto maior é a classe de tamanho, menor a distância borda a borda com o vizinho mais próximo e que a média de tamanho dos fragmentos florestais inseridos na zona rural do município corresponde à 4,7 vezes o registrado para a zona urbana e quanto mais acidentada a classe de relevo, maior sua porcentagem ocupada por fragmentos florestais. A partir dos resultados obtidos através do estudo da ecologia da paisagem, é possível realizar o monitoramento das manchas florestais no município de São Bento do Sul, traçando estratégias para a conservação e recuperação ambiental local.

Palavras-chave: Mata Atlântica. Fragmentação florestal. Uso e cobertura do solo. Conservação ambiental.

ABSTRACT

The objective of this work was to study the forest landscape ecology of Bento do Sul county, in order to understand the dynamics and complexity of the environment. For that, the *shapefile* file was readjusted regarding the use and land cover of the county, available in its Atlantic Forest Municipal Plan. With the file rectified, all of the landscape's ecology metrics were calculated through the extensions V-LATE and PATCH ANALYSIS, in ArcGis 10.8 software, both for the totality of forest remnants and for the patches stratified by size classes. In addition to ecology metrics, to insert man into the landscape analysis system, data were calculated about the forest remnants in relation to the insertion zone (rural and urban) and relief classes. All of the analysis carried out for the forest fragments was further stratified according to the phytoecological region: Dense Ombrophilous Forest (DOF), Mixed Ombrophilous Forest (MOF) and, in some cases, Cloud Forest. From the results obtained, it is concluded that more than half of the forest patches in the county belongs to the smallest size class (less than 1 ha) and, when observing the totality of the fragments, the larger the size class, the greater is the amount of associated area and smaller is the total number of relative forest fragments. In addition, the average size of the DOF stains is approximately three times that registered for the MOF, and the larger the size class is, the more irregular its shape is, and the smaller the size class, the greater the edge density and, consequently, the edge effect. It was also observed that the larger the size class, the greater the central area index and, therefore, the percentage equivalent to the core of the fragments. It is concluded that the larger the size class, the smaller the edge-to-edge distance with the nearest neighbor, and that the average size of the forest fragments inserted in the rural area of the county corresponds to 4.7 times that recorded for the urban zone, and the more rugged the relief class, the greater is its percentage occupied by forest fragments. From the results obtained through the study of the landscape ecology, it is possible to carry out the monitoring of forest patches in São Bento do Sul, tracing strategies for conservation and local environmental recovery.

Keywords: Atlantic Forest. Forest fragmentation. Land use and cover. Environmental Conservation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Taxa de desflorestamento anual na Mata Atlântica em nível federal.	19
Figura 2 - Taxa de desflorestamento anual na Mata Atlântica em nível estadual.	20
Figura 3 – Vista geral de um trecho de Floresta Ombrófila Mista, São Bento do Sul/SC.	29
Figura 4 – Vista geral de um trecho de Floresta Ombrófila Densa, São Bento do Sul/SC.	29
Figura 5 – Vista geral de um trecho de Floresta Nebular em encosta íngreme, São Bento do Sul/SC.	29
Figura 6 – Vista geral de um trecho de Campos Naturais, São Bento do Sul/SC.	29
Figura 7 – Proporção entre a porcentagem da área total (CA) e porcentagem do número total (NUMP) de acordo com a classe de tamanho avaliada.	45
Figura 8 – Tamanho médio dos fragmentos florestais em relação à região fitoecológica.	48
Figura 9 – Índices de forma em relação às classes de tamanho.	51
Figura 10 – Densidade de borda em relação à classe de tamanho.	54
Figura 11 – Índice de área central por classe de tamanho, considerando distância de borda de 50m.	55
Figura 12 - Índice de área central por classe de tamanho, considerando distância de borda de 100m.	58
Figura 13 – Distância média do vizinho mais próximo em relação à classe de tamanho por fitorregião.	62
Figura 14 – Tamanho médio dos remanescentes florestais por zona de inserção.	64
Figura 15 – Remanescentes florestais de acordo com a zona de inserção.	65
Figura 16 - Porcentagem de área total florestada em relação à classe de relevo.	70
Figura 17 – Porcentagem de área total ocupada por classe de relevo por fitorregião.	71
Figura 18 – Montante de área florestada por classe de relevo em relação à fitorregião.	72
Figura 19 – Classe de quadrante do fragmentos florestais em relação à área total e número total.	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Uso da terra geral na área de estudo.....	36
Tabela 2 – Uso da terra em relação ao zoneamento municipal de inserção.....	36
Tabela 3 – Uso do solo em relação à fitorregião de inserção.....	38
Tabela 4 – Resultado das métricas de ecologia da paisagem calculadas para todos os remanescentes florestais da área de estudo.....	41
Tabela 5 - Resultado das métricas de ecologia da paisagem calculadas para os remanescentes de Floresta Ombrófila Mista.....	42
Tabela 6 - Resultado das métricas de ecologia da paisagem calculadas para os remanescentes de Floresta Ombrófila Densa.....	43
Tabela 7 – Área total (CA) e número total (NUMP) de fragmentos florestais remanescentes por fitofisionomia e classe de tamanho.....	44
Tabela 8 – Tamanho médio dos fragmentos (MPS) por fitofisionomia e classe de tamanho. .	47
Tabela 9 – Índice de forma (MSI) e índice de forma médio ponderado pela área (AWMSI) relativos aos fragmentos florestais remanescentes por fitofisionomia e classe de tamanho. ...	51
Tabela 10- Densidade de borda relativa aos fragmentos florestais remanescentes por fitofisionomia e classe de tamanho.....	54
Tabela 11 - Índice de área central dos fragmentos florestais remanescentes (por fitofisionomia e classe de tamanho), considerando distância de borda de 50 m.....	55
Tabela 12 - Índice de área central dos fragmentos florestais remanescentes (por fitofisionomia e classe de tamanho), considerando distância de borda de 100 m.....	58
Tabela 13 - Distância média do vizinho mais próximo (MNN) borda a borda, em metros, dos fragmentos florestais remanescentes por fitofisionomia e classe de tamanho.	61
Tabela 14 – Classes de relevo de acordo com a respectiva classe de declividade em percentual e em graus.....	68
Tabela 15 - Classe de quadrante e respectiva área e número de quadrantes por classe.	77

ÍNDICES DE MAPAS

Mapa 1 – Mapa fitogeográfico de Santa Catarina.....	18
Mapa 2 - Localização da área de estudo.....	27
Mapa 3 - Hipsometria.....	28
Mapa 4 - Regiões fitoecológicas.....	30
Mapa 5 - Uso e cobertura do solo.....	37
Mapa 6 - Área total (CA) dos remanescentes florestais.....	46
Mapa 7 - Fragmentos florestais por fitofisionomia predominante.....	49
Mapa 8 - Área florestal por fitofisionomia.....	50
Mapa 9 - Índice de forma (MSI).....	53
Mapa 10 - Área central e borda dos fragmentos (50m).....	57
Mapa 11 - Área central e borda dos fragmentos (100m).....	60
Mapa 12 - Distância do vizinho mais próximo.....	63
Mapa 13 - Unidades de conservação.....	66
Mapa 14 - Área florestal remanescente em zona rural e urbana.....	67
Mapa 15 - Declividade e classes de relevo.....	69
Mapa 16 - Remanescentes florestais por classe de relevo.....	73
Mapa 17 - Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade.....	75
Mapa 18 - Área florestal por quadrantes de 50 ha.....	78
Mapa 19 - Áreas prioritárias para a recuperação.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA - Área de Proteção Ambiental

AWMSI - *Area Weighted Mean Shape Index* (Índice de forma médio ponderado pela área)

CA - *Class area* (Área total)

CAI - *Core area index* (Índice de área central)

CONABIO - Comissão Nacional da Biodiversidade

ED - *Edge density* (Densidade de borda)

FED - Floresta Estacional Decidual

FES - Floresta Estacional Semidecidual

FOD - Floresta Ombrófila Densa

FOM - Floresta Ombrófila Mista

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPE - Instituto de Pesquisas Ecológicas

MDT - Modelo Digital de Terreno

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MNN - *Mean Nearest Neighbor Distance* (Distância média do vizinho mais próximo)

MPE - *Mean patch edge* (Comprimento médio de bordas)

MPS - *Mean patch size* (Tamanho médio dos fragmentos)

MSI - *Mean shape index* (Índice de forma)

NCA - *Number of core areas* (Número de áreas centrais)

NUMP - *Number of patches* (Número de fragmentos)

PMMA - Plano Municipal da Mata Atlântica

PMMACA - Plano Municipal da Mata Atlântica de Campo Alegre

PMMASBS - Plano Municipal da Mata Atlântica de São Bento do Sul

PMSBS - Prefeitura Municipal de São Bento do Sul

PSCoV - *Patch size coefficient of variance* (Coeficiente de variação do tamanho da mancha)

PSSD - *Patch size standard deviation* (Desvio padrão do tamanho médio dos fragmentos)

SDS - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Social

SEPLAN - Secretaria do Planejamento e Orçamento

SIG - Sistema de Informações Geográficas

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas de Santa Catarina

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

SOSMA – SOS Mata Atlântica

TCA - *Total core area* (Área central total)

TE - *Total edge* (Total de bordas)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	17
2	OBJETIVOS.....	25
2.1	OBJETIVO GERAL	25
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
3	METODOLOGIA.....	26
3.1	ÁREA DE ESTUDO	26
3.2	MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DA TERRA.....	31
3.3	NÁLISE DOS REMANESCENTES FLORESTAIS	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1	USO DA TERRA.....	36
4.2	ANÁLISE ECOLÓGICA DA PAISAGEM	39
4.2.1	Grupo área.....	44
4.2.2	Grupo forma.....	51
4.2.3	Grupo borda.....	54
4.2.4	Grupo área central.....	55
4.2.5	Grupo proximidade	61
4.3	INSERÇÃO DO HOMEM NO SISTEMA DE ESTUDO DA PAISAGEM	64
4.4	ÁREAS JÁ DEFINIDAS COMO PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.....	74
4.5	ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A RECUPERAÇÃO	76
5	CONCLUSÕES.....	80
6	REFERÊNCIAS.....	82

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A Mata Atlântica corresponde à segunda maior floresta pluvial da América, embora tenha sido explorada de forma descomedida, é considerada um dos 36 *hotspots* mundiais da biodiversidade, abrigando mais de 8000 espécies endêmicas (MYERS, 1988; TABARELLI *et al.*, 2005; BRITO e BERBET, 2017). Ainda, é classificada pela constituição federal de 1988 como patrimônio nacional. De acordo com o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 1992) a Mata Atlântica se estende do estado de Rio Grande do Norte até o estado do Rio Grande do Sul, dispondo-se especialmente na faixa litorânea brasileira (ALMEIDA, 2016).

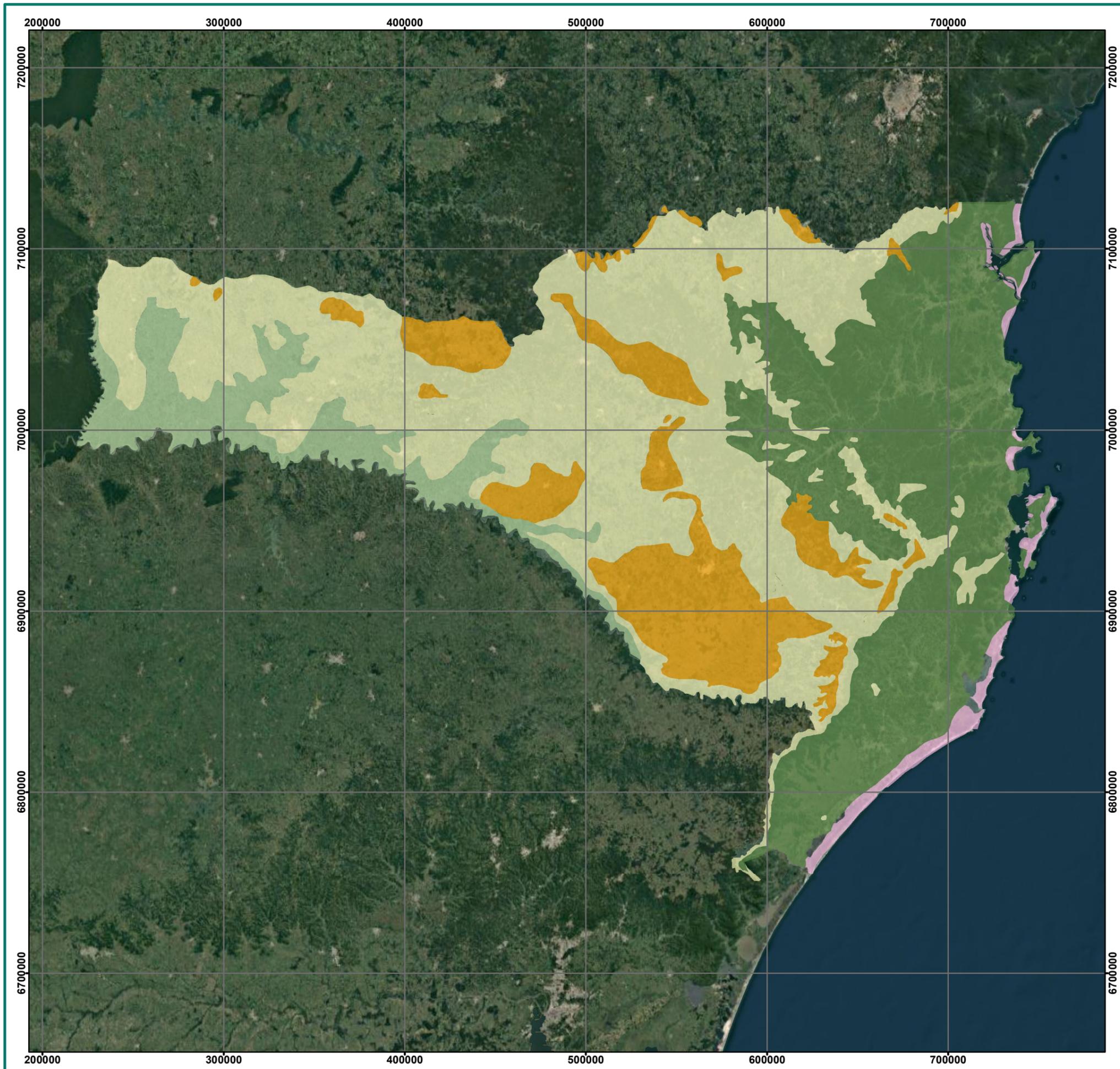
Myers *et al.* (2000) estimam que a Floresta Atlântica abriga cerca de 20 mil espécies de plantas vasculares; dessas, aproximadamente 8 mil são consideradas endêmicas. Stehmann *et al.* (2009), por sua vez, elenca 15.782 espécies, pertencentes a 2.257 gêneros e distribuídos em 348 famílias. Coloca, ainda, que essa variedade representa cerca de 5% da riqueza da flora do planeta.

Ao longo de sua extensão, percorrendo toda a costa brasileira, a Floresta Atlântica apresenta tipologias vegetacionais diversas. Entre elas, Almeida (2016) destaca mangues, campos e brejos de altitude, Floresta Estacional Decidual (FED), Floresta Estacional Semidecidual (FES) e Floresta Ombrófila Densa (FOD). Cabe colocar que alguns autores como Joly *et al.* (1991) e Leitão Filho (1993) limitam a Mata Atlântica à FOD.

Por conta da extensão ocupada, algumas partes da floresta estão em zonas climáticas tropicais, enquanto outras estão em zonas temperadas, e por isso apresenta grande variação de temperatura e pluviosidade. Além disso, apresenta-se em terreno heterogêneo, com altitudes que variam do nível do mar até 2798 metros, dispondo-se em planícies, planaltos e serras (IBGE, 2012).

Conforme ilustra o Mapa 1, adaptado de Klein (1978), em Santa Catarina ocorrem três formações principais de Floresta Atlântica: Floresta Ombrófila Densa (FOD), Floresta Ombrófila Mista (FOM), Floresta Estacional Decidual (FED) e Floresta Nebular. Ainda, ocorrem no estado as tipologias de Vegetação Litorânea e os Campos Naturais, não consideradas fitorregiões florestais.

Mapa 1



Legenda:

Regiões fitoecológicas de Santa Catarina

KLEIN (1978)

- Campos Naturais
- Floresta Estacional Decidual
- Floresta Ombrófila Densa
- Floresta Ombrófila Mista
- Vegetação Litorânea

Referências:

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFFSC - Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, adaptado de Klein (1978)
Imagem Online - DigitalGlobe

Sistema de Coordenadas Geográficas
UTM Zona 22S
Datum: SIRGAS 2000

0 25 50 100 KM

Título:
MAPA FITOGEGRÁFICO DE SANTA CATARINA

Mestranda:

Biolª Natani dos Santos Coser

Orientador:

Profº Drº Carlos José de Carvalho Pinto

Município: São Bento do Sul - SC

Data: NOV/2021 **Escala:** 1:2.150.000

Conforme pode ser visualizado na Figura 1, a taxa de desflorestamento da Mata Atlântica vem oscilando muito nos últimos dez anos, tendo o pico de desmatamento nesse período compreendido entre os anos de 2015 e 2016, onde se registrou um aumento de 57,73% na taxa de desmatamento em relação ao período anterior, seguido de uma queda de 56,79% no período seguinte. Já no cenário estadual, conforme ilustra a Figura 2, a variação nas taxas anuais de desflorestamento é bem mais ampla, tendo o pico da taxa entre os anos de 2017 e 2018.

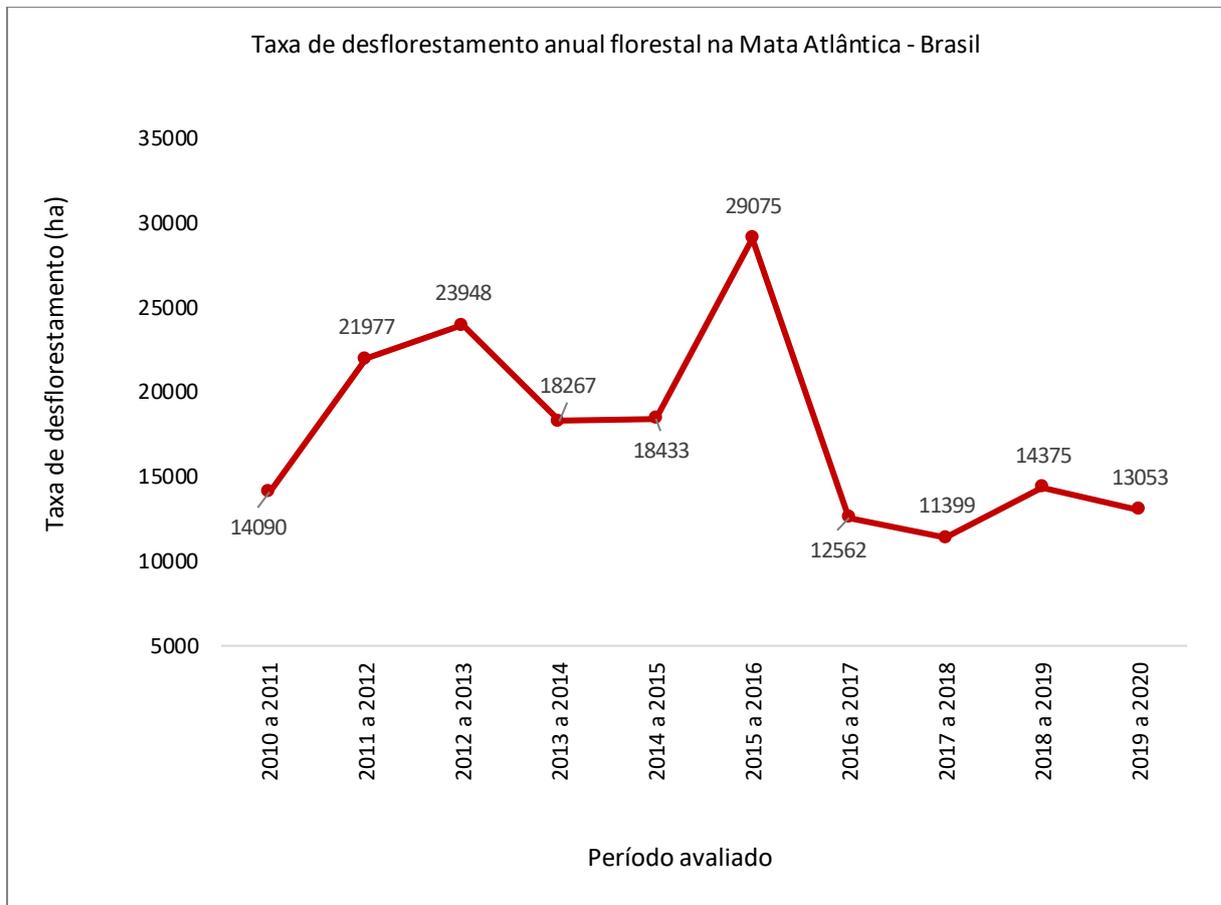


Figura 1 – Taxa de desflorestamento anual na Mata Atlântica em nível federal.

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados retirados do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica (SOSMA, 2021).

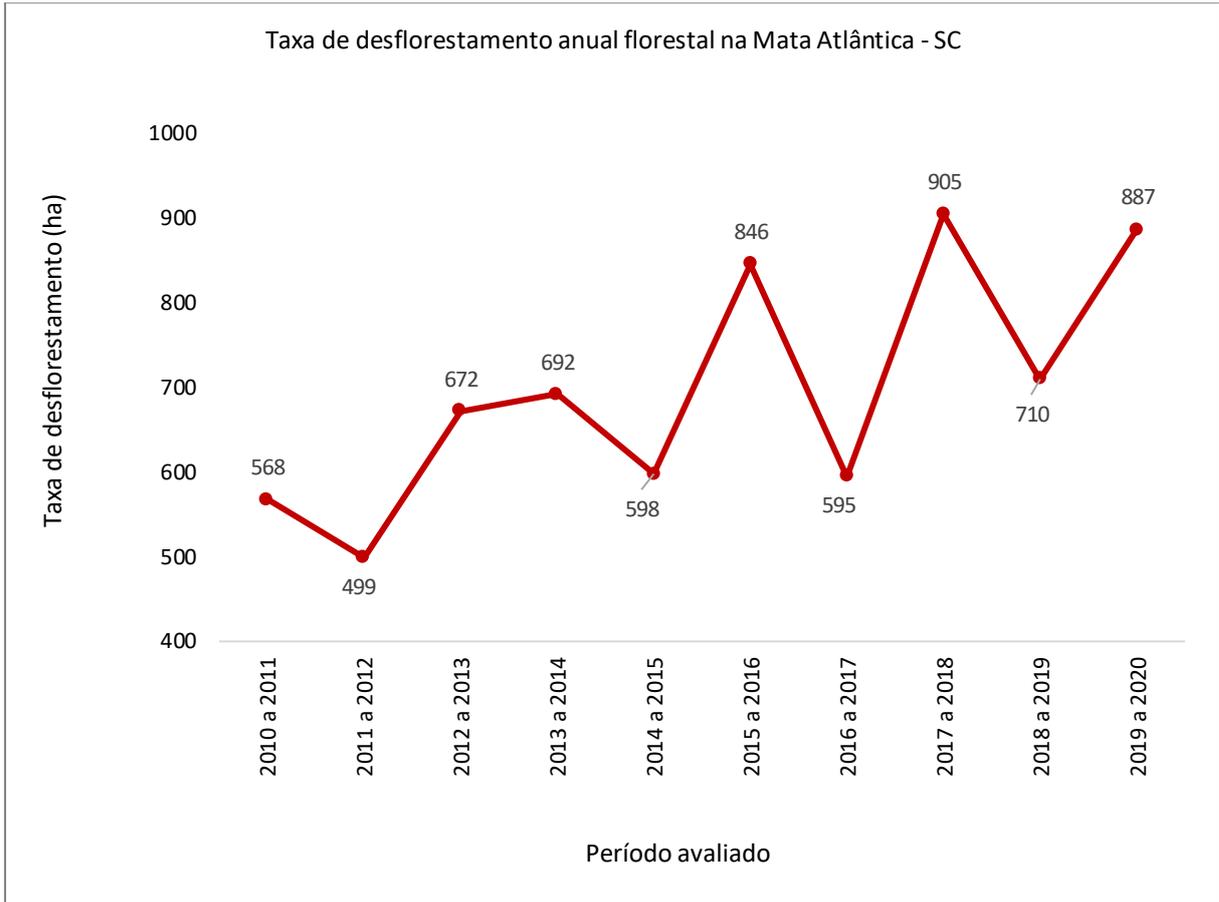


Figura 2 - Taxa de desflorestamento anual na Mata Atlântica em nível estadual.

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados retirados do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica (SOSMA, 2021).

A fragmentação florestal é um processo decorrente da destruição de habitats “*é um processo de transformação espacial da paisagem, caracterizado pela perda de habitat e um aumento do número de manchas*” (FORMAN, 1995). Dale e Pearson (1997) colocam ainda, como possíveis causadores da fragmentação, as perturbações naturais e climáticas, mesmo que em menor escala. Essa conversão do bioma em fragmentos menores alteram a composição e função das comunidades florestais, inclusive criando barreiras para dispersão dos organismos entre os segmentos (TABARELLI *et al.*, 2010). Ao encontro do exposto, de acordo com Silva e Souza (2014):

A fragmentação florestal, caracterizada por uma ruptura da unidade de paisagem (METZGER, 2003), frequentemente isoladas umas das outras (PRIMACK; RODRIGUES, 2001), encontra-se entre as mais graves ameaças para a manutenção dos ecossistemas e da diversidade biológica (DEBINSKI; HOLT, 2000), se traduz no processo de separação florestal provocando e/ou acentuando o grau de isolamento entre as espécies (CERQUEIRA, 1995). Esses fragmentos acabam formando uma paisagem em mosaico, com a estrutura constituída por matriz, manchas, corredores (METZGER,

2001). A fragmentação não significa apenas perda de áreas e sub-divisão de habitat contínuo em manchas isoladas, resulta também no aumento da complexidade do mosaico que pode ser avaliada por parâmetros de diversidade da paisagem e complexidade de bordas (METZGER, 1999).

Micol e Santos (2006) veem o grau de fragmentação como um indicativo de qualidade ambiental e integridade da paisagem que permite mensurar a área desflorestada, bem como forma, tamanho e conectividade entre os fragmentos. De acordo com Rankin-de-Merona e Ackerly (1987) e Guariz (2020), a perda de capacidade de absorção de água da chuva, maior propensão a incêndios, alterações microclimáticas, desaparecimento de espécies por perda de habitat e maior risco de intrusão de espécies exóticas são possíveis consequências dessa fragmentação. Ainda nesse sentido, via de regra a fragmentação desencadeia um efeito cascata em toda a estrutura florestal dos remanescentes, afeta plantas e animais, e abala fortemente os processos ecológicos mais básicos (RANKIN-DE-MERONA e ACKERLY, 1987; SILVA *et al.*, 2019).

O perímetro de um fragmento florestal sofre especial influência do entorno quando comparado aos trechos mais interioranos, de modo que as características do perímetro se tornam distintas de sua área central, fenômeno este conhecido como efeito de borda. Quando ocorre a fragmentação, independente das circunstâncias que a originaram, há uma intensificação deste efeito. Dessa forma, no contorno do fragmento observa-se redução da umidade, maior exposição a ventos e radiação solar, bem como propensão ao aparecimento de espécies pioneiras e exóticas (RANKIN-DE-MERONA e ACKERLY, 1987, MULLER *et al.*, 2009).

Tabanez *et al.* (1997) define o efeito de borda como a influência que o meio externo exerce sobre a região marginal do fragmento florestal. Quanto à área suscetível a este efeito, estudos sugerem que, do perímetro em direção ao centro do fragmento, o efeito de borda abrange uma distância de 50 até 300 metros. Essa abrangência varia de acordo com cada paisagem e é influenciada por fatores como dimensões e forma da área, clima da região, permeabilidade da matriz, estágio sucessional dos remanescentes e conectividade entre estes (FERREIRA, 2017).

O termo ecologia da paisagem surgiu em 1939, concebido pelo biogeógrafo alemão Carl Troll, com uma perspectiva geográfica, voltado ao estudo da ocupação territorial e enfoque nas áreas antropizadas. Na década de 80, todavia, ecólogos americanos apresentaram uma

abordagem mais voltada à conservação da biodiversidade, cujo cerne eram as paisagens naturais e a busca pela conservação da biodiversidade (MOURA e SIMÕES, 2009). Fato é que a ecologia da paisagem possibilita associar a biologia e a geografia buscando entender como os seres bióticos se comportam frente a heterogeneidade do espaço, considerando características geomorfológicas e de cobertura da área. Se, por um lado, o ecólogo de ecossistemas tem foco nas relações verticais, a ecologia da paisagem, por sua vez, tem como cerne as relações horizontais e verticais ao mesmo tempo no espaço (METZGER, 2001; NUCCI, 2007).

As métricas da ecologia da paisagem são indicadores determinantes para a interpretação dos padrões espaciais, tornando possível a avaliação dos remanescentes florestais e a análise da dinâmica da paisagem (FERREIRA, 2017; SILVA *et al.* 2019). As métricas da ecologia da paisagem são comumente divididas em grupos como área, forma, borda, área central e proximidade dos fragmentos florestais.

O cálculo da área se destaca como um dos fatores mais importantes dentre as métricas da ecologia da paisagem pois embasa outros parâmetros e refere-se ao levantamento da área total de cada um dos remanescentes florestais (MCGARIGAL e MARKS, 1995). Em uma perspectiva ecológica, a extensão de um ecossistema é bastante relevante para perenidade de determinados táxons, sobretudo aqueles que necessitam de vastos territórios, ponto comum em espécies de topo de cadeia (GILBERT, GONZALEZ e EVANS-FREKE, 1998).

A forma, por sua vez, refere-se à complexidade com que o fragmento em questão se afigura na paisagem. Quanto mais próximo de um círculo, menos complexo o fragmento é considerado e quanto mais irregular e ramificado, mais complexo. A complexidade é mensurada através de um índice, sendo que quanto menor for a complexidade, mais próximo a 1 (um) e elementos mais complexos tendem a índices mais elevados (VOLOTÃO, 1998). Di Bitetti *et al.* (2010) coloca que fragmentos com formas menos complexas geralmente possuem melhores condições ambientais quando comparadas àquelas mais complexas, pois quanto menor a complexidade, menor a proporção de área exposta ao efeito de borda e, por consequência, maior parte de sua região central estará protegida, preservando maior equilíbrio ambiental e maiores taxas de ocorrência de espécies especialistas. Entretanto, é importante destacar que a forma do fragmento florestal independe do seu tamanho e para uma análise integral, ambos os fatores devem ser considerados. O efeito de borda pode também ser representado como um conceito geométrico: razão perímetro-área (P/A) de um habitat ou unidade paisagística distinta; à medida que essa proporção aumenta, o perímetro, ou borda por unidade área, aumenta, tornando as

porções internas da unidade progressivamente mais próximas de uma borda. Sabe-se, ainda, que fragmentos menores tendem a um índice mais próximo a 1 (um) e fragmentos maiores, por sua vez, tendem a índices mais altos, por conta da maior complexidade.

O índice de borda tem relação com o perímetro dos remanescentes e mensura o efeito de borda sobre cada elemento. Além disso, tem estreita relação com o tamanho e forma dos fragmentos: aqueles mais irregulares tendem a possuir maior área de borda e, por conseguinte, maior índice. Em suma, áreas de borda maiores implicam em maior perturbação antrópica; maior penetração de raios solares; e mais espaço para aparecimento de espécies exóticas ou ruderais. Esses fatores provocam a diminuição da qualidade ambiental e dificultam a formação de interações ecológicas de maior complexidade (LAURENCE, 1998).

A área central refere-se ao núcleo de cada fragmento remanescente e, geralmente, é a porção livre de quaisquer interferências provocadas pelo efeito de borda. São as regiões com maior qualidade ambiental e, portanto, onde ocorrem as espécies mais exigentes quanto ao habitat (DI BITETTI *et al.* 2010). Para identificar as áreas centrais, define-se a distância de borda e considera-se apenas o que resta. Dessa forma, fragmentos pequenos, que ficam totalmente envolvidos na área de borda, não possuem área central (MCGARIAL e MARKS, 1995).

Quanto à proximidade dos fragmentos, o índice expressa a conectividade que há entre as áreas considerando a distância entre bordas (MCGARIAL e MARKS, 1995). Quanto menor a distância entre eles, do ponto de vista ecológico, menor o isolamento entre comunidades e populações. Por conseguinte, distâncias menores entre fragmentos possibilitam maior fluxo gênico de determinadas espécies. Em contraponto, distâncias maiores favorecem a endogamia, promovendo erosão genética, diminuindo a diversidade de espécies por conta do isolamento das áreas e até mesmo extinção local de determinados táxons (RIBEIRO *et al.* 2009).

Nos dias atuais, as paisagens naturais estão bastante fragmentadas e cada vez mais afetadas pela atividade antrópica. Destarte, a avaliação de remanescentes ganha importância na medida em que permite encontrar formas de manejo mais adequadas e menos danosas ao ambiente. De acordo com Irgang, Micol e Santos (2006), verificar o nível de fragmentação de determinada região permite aferir quantitativamente a área desflorestada, além de obter dados quanto à forma, conectividade e tantos outros parâmetros.

Seoane (2010), Brito (2012) e Batista (2014) discorreram sobre o estabelecimento de corredores ecológicos com propósito de abrandar os impactos negativos da fragmentação. Tal feito possibilitaria o fluxo gênico entre os fragmentos, contribuindo para a salvaguarda da biodiversidade e dos processos ecológicos. O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (Lei 9.985, de 18 de julho de 2000) estabelece os corredores ecológicos como ferramentas de gestão e de ordenamento territorial (Brasil, 2000).

Teixeira *et al.* (2016) faz alusão ao Sistema de Informações Geográficas (SIG) como importante ferramenta para área de ciências biológicas, pois possibilita observar e mensurar características das paisagens e, desse modo, evidenciar qual o impacto da fragmentação sobre os organismos. São exemplos de uso desse sistema os trabalhos empreendidos por Cunha, Ferreira e Brandão (2007), Oliveira *et al.* (2007) e Gimenes e Augusto Filho (2013).

Crawshaw1 *et al.* (2007) trata acerca do termo paisagem cultural, referindo-se ao espaço que sofreu por séculos alterações decorrentes das atividades antrópicas. O estudo das paisagens no município, além de fornecer uma fotografia de tantos anos de interação, interrelacionando os aspectos naturais e antrópicos, torna-se uma ferramenta de planejamento e desenvolvimento de políticas públicas visando a conservação biológica com vistas ao equilíbrio entre desenvolvimento humano e a preservação da ecosfera.

Em suma, realizar o estudo da ecologia da paisagem de São Bento do Sul servirá como subsídio complementar ao Plano Municipal da Mata Atlântica do município, cedendo informações acerca do grau de conservação dos remanescentes florestais e disponibilizando tais dados tanto de maneira textual, quanto de mapas e arquivos editáveis. Dessa forma, possibilitando a replicação futura da metodologia aqui proposta, a fim de se averiguar as principais problemáticas no uso alternativo do solo e traçar estratégias de conservação e recuperação ambiental.

A ecologia da paisagem possui tanto uma abordagem geográfica (paisagem), quanto biológica (ecologia). Entretanto, Metzger (2001) recomenda que o estudo da ecologia da paisagem seja realizado sob uma perspectiva integrada, com a inserção das modificações antrópicas na avaliação. Portanto, o presente documento se justifica ainda pela apresentação da aplicação de metodologias de ecologia da paisagem que tornam possível essa integração na análise, discutindo os resultados obtidos nas métricas calculadas e inserindo o homem como parte integrante do sistema de análise.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a estrutura da ecologia da paisagem florestal do município de São Bento do Sul, a fim de compreender a complexidade do ambiente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o uso e cobertura do solo geral do município;
- Calcular e dissertar sobre as métricas da ecologia de paisagem;
- Verificar os principais fatores de desflorestamento;
- Propor e detalhar metodologia de inserção do homem no sistema de análise da paisagem;
- Apresentar os fragmentos florestais por classes de quadrantes;
- Apontar as áreas prioritárias para conservação;
- Fornecer dados que possam subsidiar o monitoramento da paisagem florestal no município, a fim traçar estratégias para a conservação e recuperação ambiental local.

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

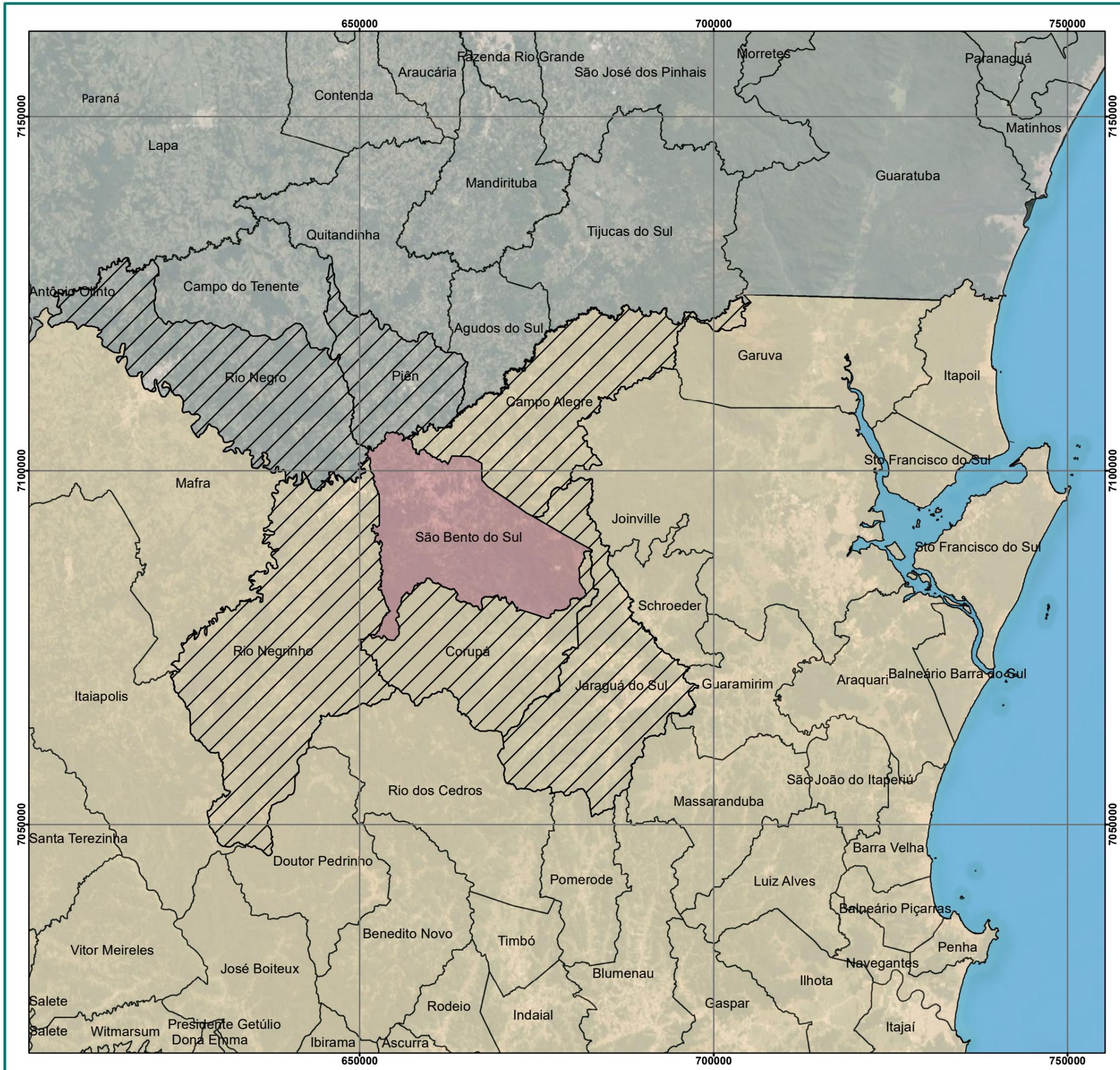
Para a caracterização geral da área de estudo – que corresponde ao município de São Bento do Sul, Santa Catarina – foram utilizados dados secundários provenientes de artigos científicos, banco de dados geoespaciais e demais publicações pertinentes, devidamente citados no decorrer dos itens específicos. Ainda, para a análise do aspecto geral dos remanescentes florestais e para a conferência da delimitação do uso do solo do município, foram realizadas visitas de campo entre os anos de 2020 e 2021.

O município de São Bento do Sul está inserido na região Norte do estado de Santa Catarina, na microrregião do Alto Vale do Rio Negro (PMSBS, 2013). Conforme pode ser visualizado no Mapa 2, os municípios catarinenses de Rio Negrinho, Corupá, Jaraguá do Sul e Campo Alegre, além dos municípios paranaenses de Rio Negro e Piên compõem as cidades limítrofes de São Bento do Sul.

Segundo o último censo realizado pelo IBGE (2010), a população do município soma 74.801 habitantes, considerando o ano de 2021, o mesmo instituto estima uma população de 86.317 habitantes. Com 495,772 km², o município possui densidade demográfica de 149,11 hab/km² e está na 14^a colocação no quesito população catarinense.

Historicamente, a economia do município se baseia especialmente na exploração madeireira, fato associado principalmente a abundância de espécies como Araucária, Imbuia e Canelas na região. A indústria moveleira impulsionada com essa atividade é destaque na região até os dias atuais (PMMASBS, 2021).

Em São Bento do Sul, a temperatura média anual é de 16,40°C, com 36°C de temperatura máxima e -6°C de mínima. Tais características climáticas estão intimamente associadas à geografia do município, que está inserido em altitude de 838 m, atingindo 1118 m no ponto culminante. No Mapa 3 é possível visualizar o contexto hipsométrico do município alvo do presente estudo, é importante destacar que tal mapa fora realizado a partir dos arquivos MDTs disponibilizados pela SDS pelo SIGSC (2010), a partir dos quais foi extraída a altimetria.



Legenda:

- Oceano atlântico
- Limites municipais - PR
- Limites municipais - SC

Área de estudo

- São Bento do Sul
- Municípios limítrofes

Referências:

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 SEPLAN/2013 - Secretaria do Planejamento e Orçamento
 Imagem Online - DigitalGlobe

Sistema de Coordenadas Geográficas
 UTM Zona 22S
 Datum: SIRGAS 2000

Título: LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Mestranda: 
 Biolª Natani dos Santos Coser



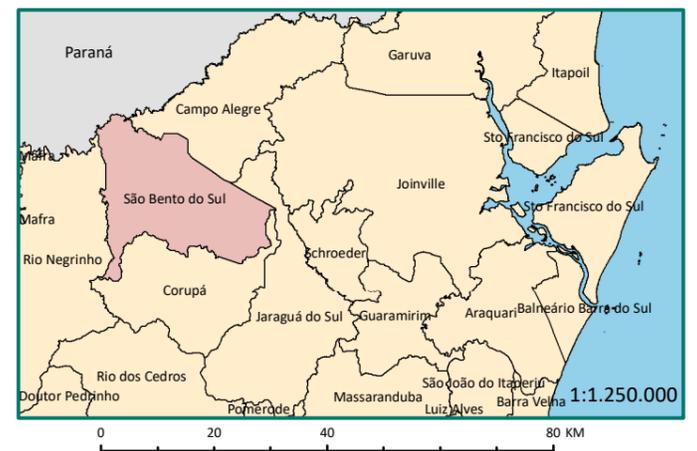
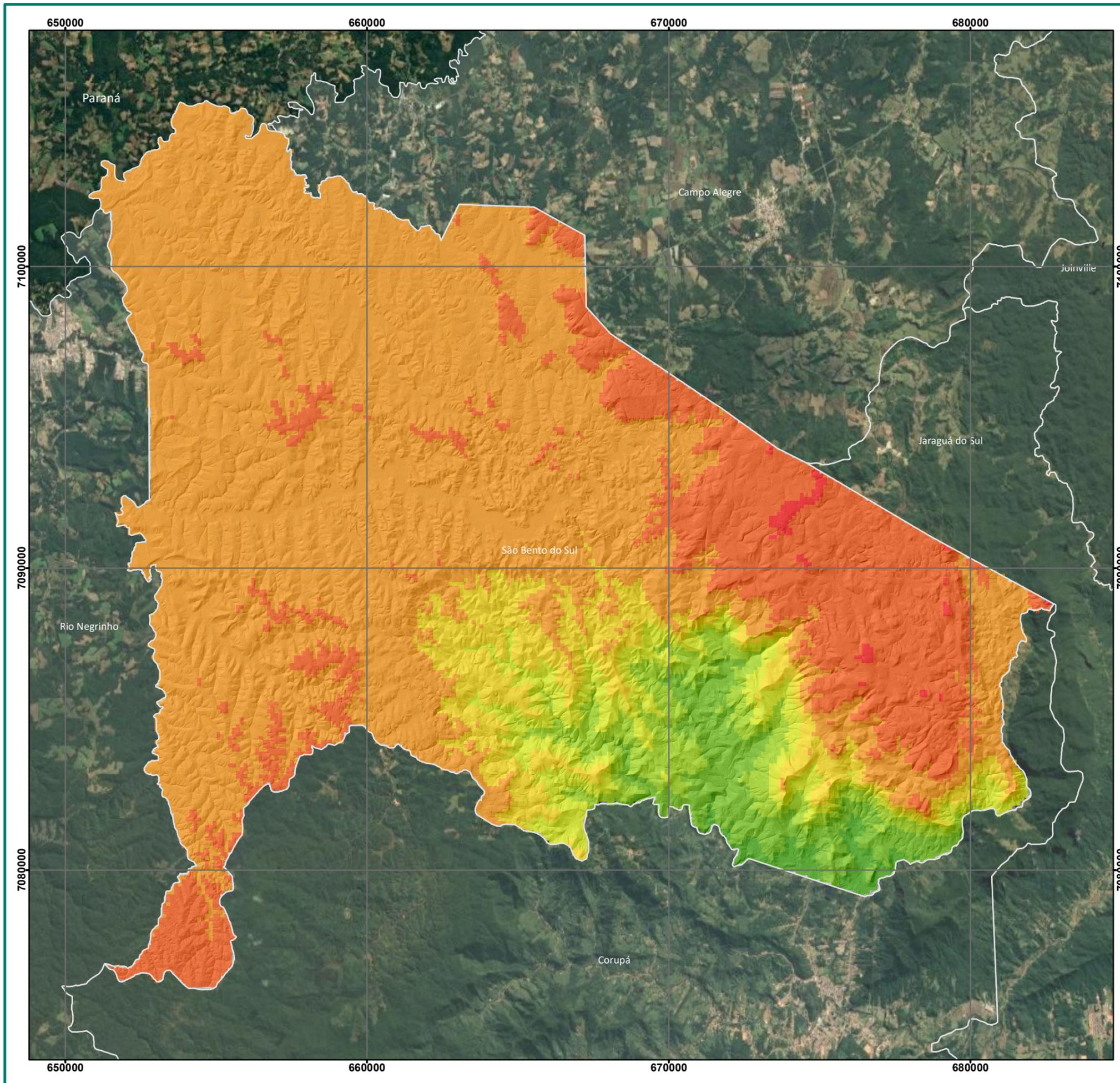
Orientador: 
 Profº Drº Carlos José de Carvalho Pinto



Município: São Bento do Sul - SC

Data: NOV/2021 **Escala:** 1:550.000





Legenda:

Limites municipais

Elevação (metros)

	80 - 150		600 - 750
	150 - 300		750 - 900
	300 - 450		900 - 1.050
	450 - 600		1.050 - 1.200

Referências:

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 SEPLAN/2013 - Secretaria do Planejamento e Orçamento
 Imagem Online - DigitalGlobe

Sistema de Coordenadas Geográficas
 UTM Zona 22S
 Datum: SIRGAS 2000

Título:
HIPSOMETRIA

Mestranda:

 Biolª Natani dos Santos Coser

Orientador:

 Profº Drº Carlos José de Carvalho Pinto

Município: São Bento do Sul - SC

Data: NOV/2021 **Escala:** 1:130.000



Através da análise do Mapa Fitogeográfico de São Bento do Sul, extraído do PMMA do município (2021), é possível observar que as fitoregiões de ocorrência na área de estudo equivalem, em ordem decrescente de representatividade, à Floresta Ombrófila Mista (Figura 3), Floresta Ombrófila Densa (Figura 4), Floresta Nebular (Figura 5) e Campos Naturais (Figura 6). No Mapa 4 é possível visualizar a distribuição de tais fitoregiões no município de São Bento do Sul.



Figura 3 – Vista geral de um trecho de Floresta Ombrófila Mista, São Bento do Sul/SC.
Fonte: PMMA de São Bento do Sul, fotógrafa: a autora



Figura 4 – Vista geral de um trecho de Floresta Ombrófila Densa, São Bento do Sul/SC.
Fonte: a autora.

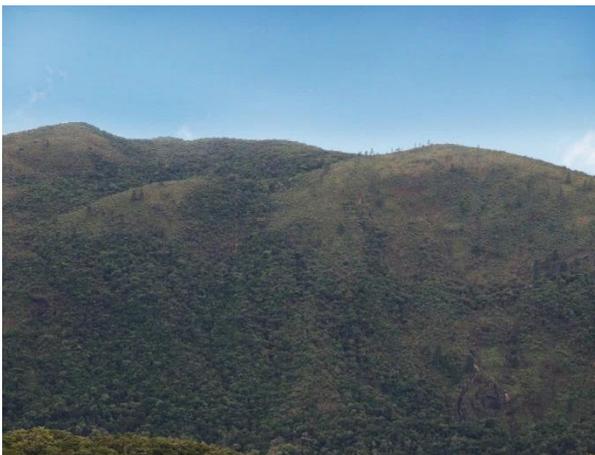
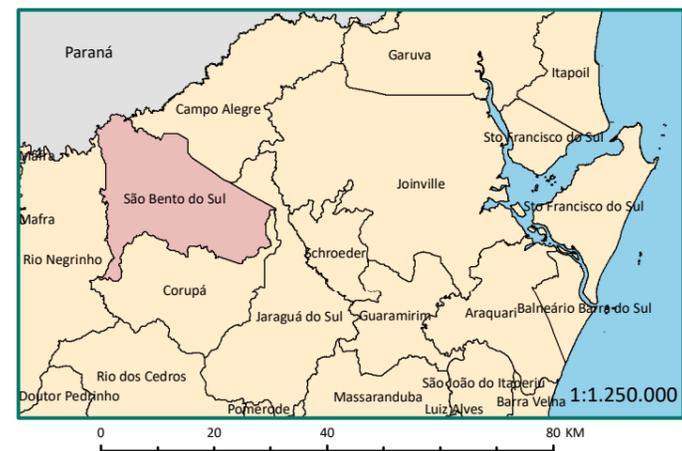
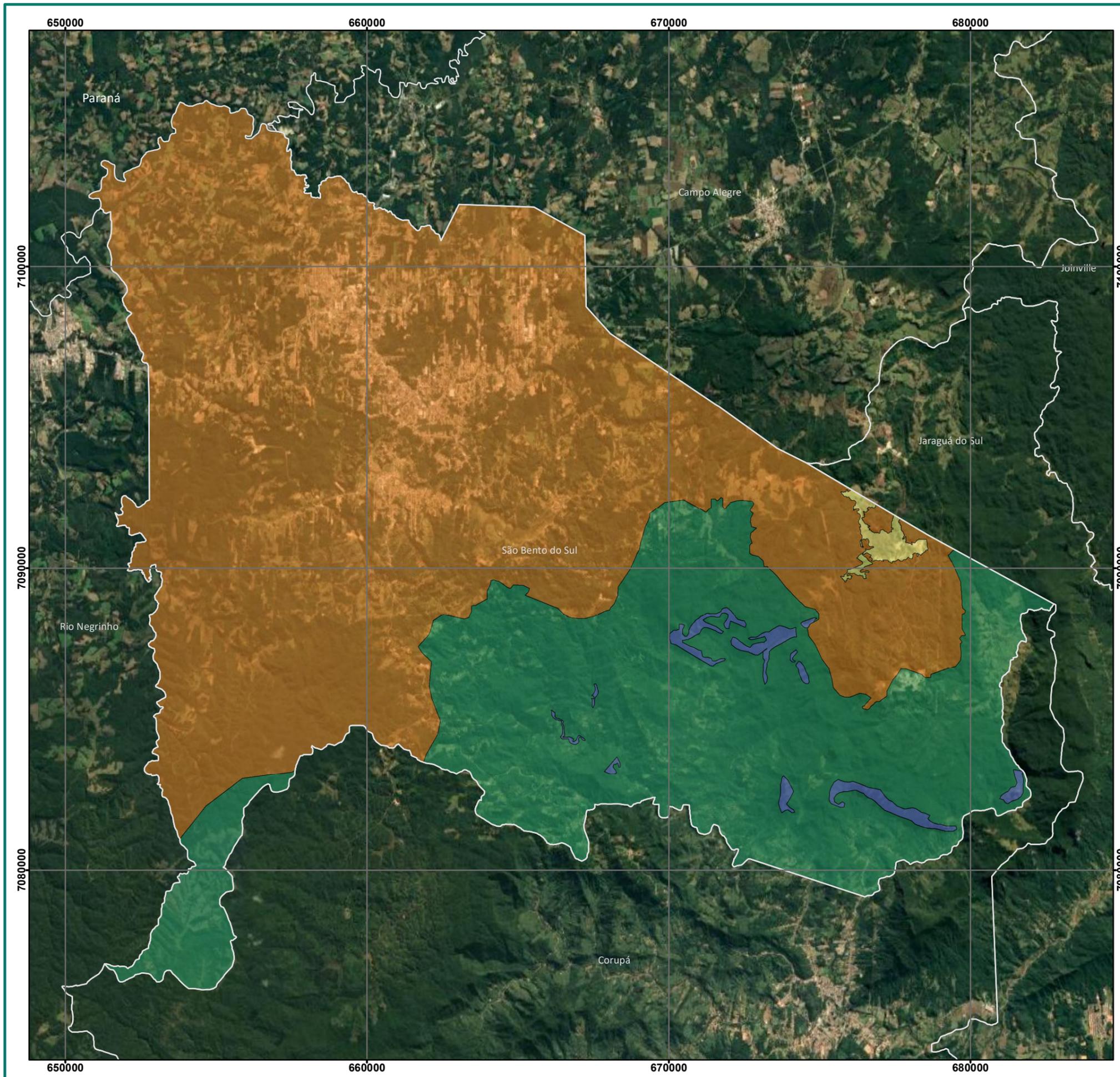


Figura 5 – Vista geral de um trecho de Floresta Nebular em encosta íngreme, São Bento do Sul/SC.
Fonte: a autora.



Figura 6 – Vista geral de um trecho de Campos Naturais, São Bento do Sul/SC.
Fonte: PMMA de São Bento do Sul, fotógrafa: a autora.

Mapa 4



Legenda:

- Limites municipais
- Regiões fitoecológicas**
- Campos Naturais
- Floresta Nebular
- Floresta Ombrófila Densa
- Floresta Ombrófila Mista

Referências:

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 SEPLAN/2013 - Secretaria do Planejamento e Orçamento
 IFSC/2012 - Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina
 Imagem Online - DigitalGlobe

Sistema de Coordenadas Geográficas
 UTM Zona 22S
 Datum: SIRGAS 2000

0 1,75 3,5 7 KM

Título:
 REGIÕES FITOECOLÓGICAS

Mestranda:

 Biolª Natani dos Santos Coser



Orientador:

 Profº Drº Carlos José de Carvalho Pinto



Município: São Bento do Sul - SC

Data: NOV/2021 **Escala:** 1:130.000



3.2 MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DA TERRA

O mapeamento do uso e cobertura da terra de São Bento do Sul utilizado no presente estudo foi adaptado do uso do solo realizado para o Plano Municipal da Mata Atlântica (PMMA) do município, delimitando-se com maior precisão os limites dos fragmentos florestais. Tal adaptação foi realizada previamente ao início do estudo da ecologia da paisagem dos remanescentes florestais da área em comento, uma vez que esta subsidiou a análise e discussão da paisagem. A necessidade de adaptação do arquivo de uso e cobertura de solo se justifica pela atualização e refinamento das feições, visto que para a realização do estudo de ecologia da paisagem é necessária uma grande acurácia nos arquivos, que devem definir os limites dos fragmentos florestais.

É importante destacar que, tanto o mapeamento original, quanto a adaptação realizada no presente estudo foram realizados através da metodologia de interpretação técnico-visual (digitalização em tela), onde se realiza manualmente a vetorização dos usos da terra sobrepostos às imagens de satélite – Image Online Digital Globe. Para subsidiar a realização do estudo da ecologia da paisagem, foram mapeadas cinco classes de uso da terra: campos naturais, cursos d'água principais, remanescentes florestais, uso antrópico em área rural e uso antrópico em área urbana.

A delimitação dos campos naturais foi realizada com base no arquivo *shapefile* de regiões fitoecológicas disponibilizado pelo PMMA de São Bento do Sul (2021), que fora adaptado de Klein (1978), sendo considerado como campos naturais toda a fitorregião, independente do uso empregado na área. Essa metodologia se justifica devido à semelhança das formas de campos naturais e pastagem, aliado ao fato de o objeto do presente estudo ser a análise dos remanescentes de porte florestal. Para a definição dos cursos d'água principais, se utilizou como base o arquivo *shapefile* “Trecho de massa d'água (INDE)” disponibilizado no site do SIGSC (2021). Já para a delimitação da zona rural e urbana fora realizada de acordo com a SEPLAN – Secretaria do Planejamento e Orçamento.

3.3 ANÁLISE DOS REMANESCENTES FLORESTAIS

Para a análise ecológica da paisagem dos remanescentes florestais, esses foram classificados de acordo com a sua região fitoecológica de inserção – Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Nebular. Para a definição das fitorregiões, se utilizou a

adaptação do Mapa Fitogeográfico de Santa Catarina (KLEIN, 1978), proposta no PMMA de São Bento do Sul, após validações em campo. Para a análise dos remanescentes florestais de acordo com a região fitoecológica, tais remanescentes foram estratificados de duas formas:

- Fragmentos florestais por fitofisionomia predominante: Para tal análise, os fragmentos florestais distribuídos parcialmente em mais de uma região fitogeográfica foram considerados como pertencentes à fitorregião predominante (com maior montante de área). Ex: se um fragmento de 10 ha possuir 7 ha inseridos em Floresta Ombrófila Mista (FOM) e 3 ha estabelecidos em Floresta Ombrófila Densa (FOD), este será considerado um fragmento florestal de FOM.
- Área florestal por fitofisionomia: Para tal análise, os fragmentos florestais distribuídos parcialmente em mais de uma região fitogeográfica tiveram suas áreas florestais igualmente distribuídas entre essas formações. Ex: se um fragmento de 10 ha possuir 7 ha inseridos em Floresta Ombrófila Mista e 3 ha estabelecidos em Floresta Ombrófila Densa, tal fragmento contribuirá com 7 ha de área florestal em FOM e 3 ha de área florestal em FOD.

A divisão dos fragmentos florestais conforme supramencionado se justifica uma vez que se tais remanescentes fossem apenas cortados de acordo com a sua fitorregião, apresentariam dados incoerentes para a análise, visto que um único fragmento florestal seria analisado como dois (arbitrariamente dividido por estar entre duas fitorregiões), o que ocasionaria um montante de números de fragmentos superior ao da análise integral dos remanescentes, com área média menor e maior efeito de borda, não condizendo com a realidade da área de estudo. Entretanto, quando se fala em área florestal por fitofisionomia, independentemente do número e composição dos remanescentes, tal metodologia de divisão das áreas florestais de acordo com os limites de cada região fitoecológica se torna interessante e traz dados acerca da área florestal remanescente para cada uma destas fitorregiões.

Do mesmo modo que em trabalhos como o de Oliveira (2021), PMMACA (2021), Juvanhol *et al.* (2012) e Pirovani (2010), os fragmentos florestais mapeados em toda a área de estudo foram ainda subdivididos em classes de tamanho, sendo definidas para o presente estudo as classes:

- Muito pequeno: fragmentos menores que 1 ha;

- Pequeno: fragmentos maiores ou iguais a 1 ha e menores que 10 ha;
- Médio: fragmentos maiores ou iguais a 10 ha e menores que 100 ha;
- Grande: fragmentos maiores ou iguais a 100 ha e menores que 500 ha;
- Muito grande: fragmentos maiores ou iguais a 500 ha.

Para ampliar a discussão acerca da influência antrópica no sistema de estudo da paisagem, se realizou a análise da área total ocupada por fragmentos florestais em relação a classes de relevo na qual estão inseridos (uma vez que espera-se que quanto mais plano o relevo maior a facilidade da conversão de uso da terra). Para tal, se realizou a sobreposição do *shapefile* de remanescentes florestais do município, extraído do uso do solo retificado, com o *shapefile* classes de relevo. As classes de relevo foram definidas de acordo com a Resolução 387, de 27 de dezembro de 2006 do IBAMA e extraídas para o município de São Bento do Sul a partir de arquivos MDT disponibilizados no site da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Social (SDS), os quais foram convertidos para Raster através da ferramenta “*Slope*” do aplicativo ArcGis e posteriormente para *shapefile* através da ferramenta “*Raster to Polygon*” do mesmo aplicativo.

Todas as métricas foram calculadas através das extensões V-LATE e PATCH ANALYSIS, no *software* ArcGis 10.8, que são ferramentas consideradas como uma modificação do Fragstats, desenvolvido em 1995. Para o estudo da ecologia da paisagem, se calculou as métricas para a totalidade dos fragmentos florestais e para cada classe de tamanho, tanto para o montante de fragmentos florestais remanescentes no município quanto para aqueles pertencentes à FOM e à FOD, separadamente. Para todos os grupos avaliados, foram aplicadas métricas de área, forma, borda, área central com distância de borda de 50m e 100m e proximidade.

As métricas de área calculadas para a área de estudo foram o número de fragmentos (NUMP - *number of patches*), o qual representa o número total de fragmentos na paisagem; sua área total (CA - *class area*) em hectares; o tamanho médio dos remanescentes (MPS - *mean patch size*) em hectares, que corresponde ao montante de tamanho das manchas dividido pelo número de manchas; o seu desvio padrão (PSSD - *patch size standard deviation*), que equivale a razão da variância do tamanho dos fragmentos; e o coeficiente de variação do tamanho da mancha (PSCoV - *Patch size coefficient of variance*), que representa o desvio padrão do tamanho dos fragmentos dividido pelo tamanho médio destes, multiplicado por 100.

Em relação às métricas de forma, foi calculado o índice de forma (MSI - *mean shape index*), que quanto mais próximo de um mais circular é a forma da mancha e aumenta em razão da irregularidade desta (VOLOTÃO, 1998). Ainda, se calculou o índice de forma médio ponderado pela área (AWMSI - *Area Weighted Mean Shape Index*), que difere do MSI pelo maior peso agregado aos maiores remanescentes florestais.

Já no que concerne às métricas de borda, se calculou o total de bordas (perímetro total ou TE - *total edge*) em quilômetros, que corresponde ao somatório do perímetro de todas as manchas; o comprimento médio de bordas (MPE - *mean patch edge*) em quilômetros, montante dos perímetros das manchas dividido pelo número de manchas; e a densidade de borda (ED - *edge density*) em quilômetros por hectare, a qual expressa a quantidade de extremidades relativa à área dos fragmentos (PIROVANI *et al.*, 2014).

Para as métricas de área central, foi calculado o número de áreas centrais (NCA - *number of core areas*); a área total destas (TCA - *total core area*) em hectares; o índice de área central total (CAI - *core area index*), que equivale à porcentagem relativa à área central na paisagem e o número de fragmentos sem área central. Tal análise foi realizada para dois cenários: se considerando área de borda de 50 m e área de borda de 100 m nos fragmentos florestais, sentido extremidade – interior do fragmento.

Por fim, para o grupo proximidade, foi calculada a métrica distância média do vizinho mais próximo (MNN - *Mean Nearest Neighbor Distance*) em metros. Tal métrica se refere a distância média de borda a borda do fragmento florestal mais próximo.

Como metodologia complementar, para a análise dos remanescentes florestais do de São Bento do Sul, se aplicou a análise por quadrantes. A classificação em quadrantes foi feita com a utilização do *software* ArcGIS, a fim de subsidiar a definição das áreas prioritárias para a recuperação. Para tal análise, todo o município foi dividido em quadrantes de 50 ha cada, que foram classificados de acordo com sua área total florestada, sendo:

- Classe 1: quadrantes com área florestal ocupando de 0,00 a 10,00 ha;
- Classe 2: quadrantes com área florestal ocupando de 10,01 ha a 20,00 ha;
- Classe 3: quadrantes com área florestal ocupando de 20,01 ha a 30,00 ha;
- Classe 4: quadrantes com área florestal ocupando de 30,01 ha a 40,00 ha;
- Classe 5: quadrantes com área florestal ocupando de 40,01 ha a 50,00 ha.

Para indicar as áreas prioritárias para recuperação, foi considerada a área de relevante interesse biológico APA do Rio Vermelho/Humboldt, e assim, foram selecionadas as regiões ocupadas pelas classes de número 1, 2 e 3, de modo a preencher os espaços vazios (não vegetados), mitigando a fragmentação desta área de preservação. Também foram selecionadas para recuperação as APPs de mata ciliar e nascentes, não ocupadas por fragmentos florestais.

Para definição das APPs de São Bento do Sul, se realizou o *buffer* de APP variável de acordo com a legislação vigente (código florestal) em todo o uso da terra classificado como “massa d’água”, ainda, aplicou-se um *buffer* de 30m em todos os cursos d’água secundários e de 50m no entorno das nascentes, com base nos arquivos *shapefiles* disponibilizado no site do SIGSC (2021).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 USO DA TERRA

Considerando a integralidade do município de São Bento do Sul, o elemento da paisagem de maior relevância é o “remanescente florestal”, que ocupa mais da metade (57,44%) da área de estudo, seguida pela “uso antrópico em área rural” (30,83%), pela “uso antrópico em área urbana” (10,97%), pela “campos naturais” (0,50%) e pela “cursos d’água principais” (0,27%). Na Tabela 1 é possível verificar o detalhamento do uso e cobertura da terra no município em pauta, incluindo a área total e porcentagem ocupada por cada um desses usos.

Tabela 1 – Uso da terra geral na área de estudo.

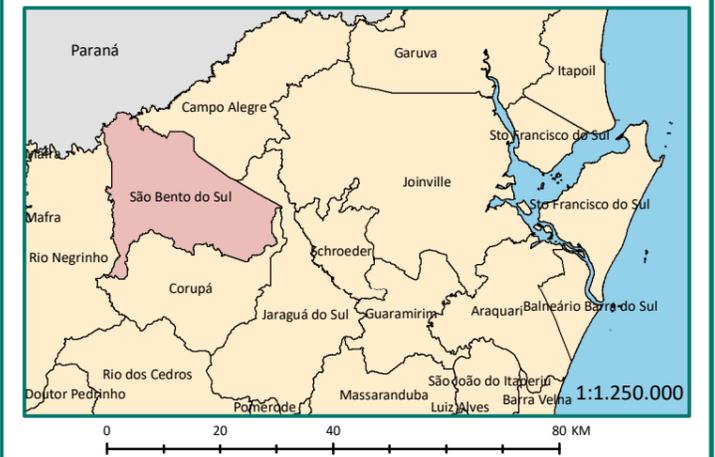
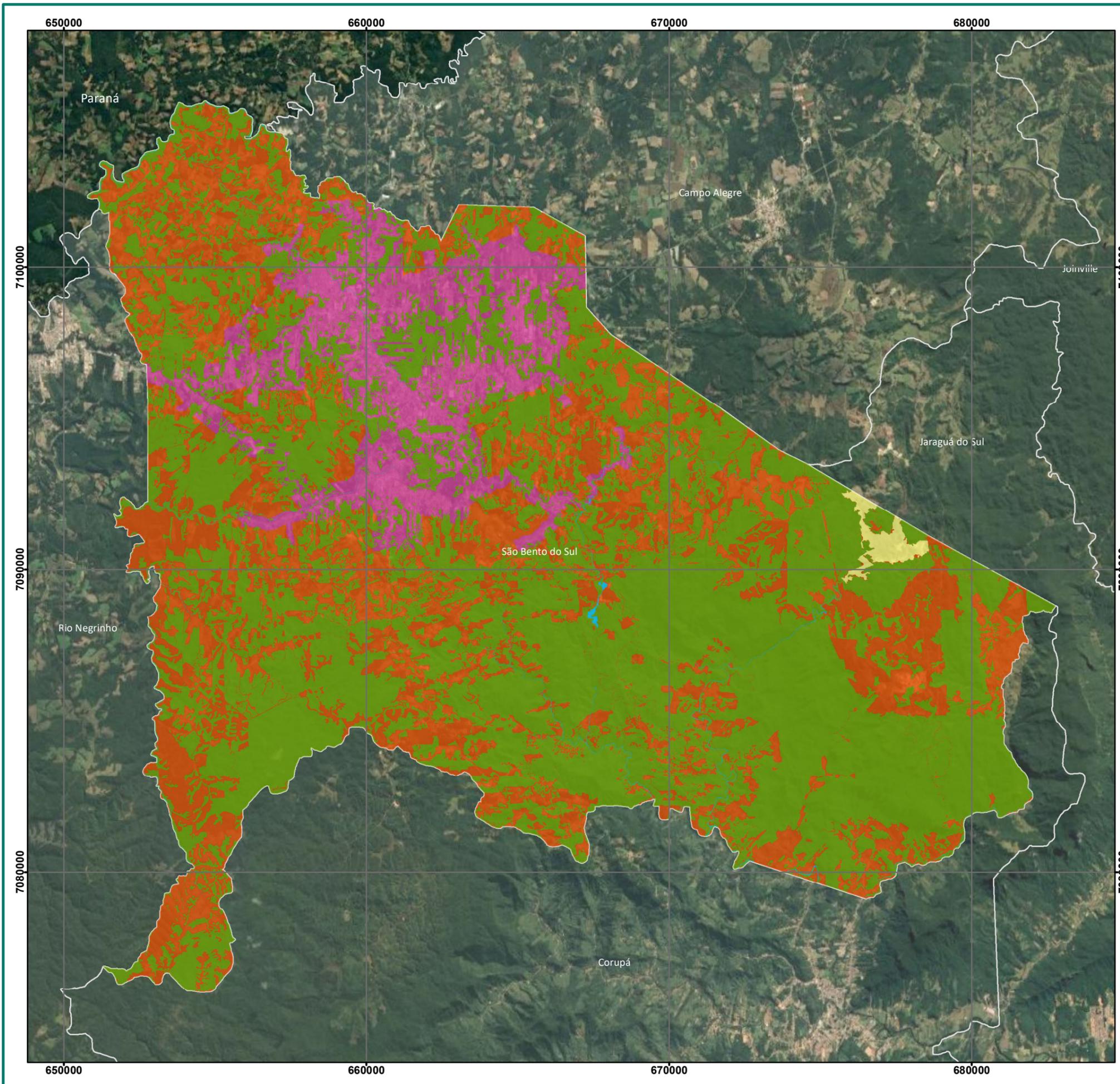
Uso da terra	Área	
	ha	%
Campos naturais	248,86	0,50
Cursos d'água principais	131,65	0,27
Remanescentes florestais	28466,94	57,44
Uso antrópico em zona rural	15280,83	30,83
Uso antrópico em zona urbana	5434,93	10,97
Total	49563,21	100,00

É importante destacar ainda a disparidade de porcentagem ocupada por área de origem natural e antrópica quando o uso da terra está estratificado em zona rural e urbana, conforme pode ser visualizado na Tabela 2. Em relação à zona rural, o elemento predominante é o “remanescente florestal” (58,71%), enquanto na zona urbana o uso de maior representatividade é o “uso antrópico” (67,87%).

Tabela 2 – Uso da terra em relação ao zoneamento municipal de inserção.

Uso do solo	Todas		Zona rural		Zona urbana	
	ha	%	ha	%	ha	%
Campos naturais	248,86	0,50	248,86	0,56	0,00	0,00
Cursos d'água principais	131,65	0,27	117,34	0,27	14,32	0,18
Remanescentes florestais	28466,94	57,44	25908,27	58,71	2558,66	31,95
Uso antrópico	20715,76	41,80	15280,83	34,63	5434,93	67,87
Total	49563,21	100	44128,28	100	8007,91	100,00

Mapa 5



Legenda:

Limites municipais

Uso e cobertura do solo

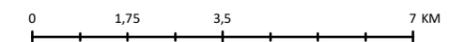
Classes

- Campos naturais (248,86 ha)
- Cursos d'água principais (131,65 ha)
- Remanescentes florestais (28466,94 ha)
- Uso antrópico em zona rural (15280,83 ha)
- Uso antrópico em zona urbana (5434,93 ha)

Referências:

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 SEPLAN/2013 - Secretaria do Planejamento e Orçamento
 Imagem Online - DigitalGlobe

Sistema de Coordenadas Geográficas
 UTM Zona 22S
 Datum: SIRGAS 2000



Título:

USO E COBERTURA DO SOLO

Mestranda:

Biolª Natani dos Santos Coser



Orientador:

Profº Drº Carlos José de Carvalho Pinto



Município:

São Bento do Sul - SC

Data: NOV/2021

Escala: 1:130.000

UFSC
 MESTRADO
 PROFISSIONAL
 EM PERÍCIAS
 AMBIENTAIS

Ainda na Tabela 3 é possível visualizar o mesmo uso e cobertura da terra, porém, estratificado de acordo com a fitorregião de inserção. No que concerne aos fragmentos florestais, a Floresta Ombrófila Mista abriga o maior montante de área, enquanto a floresta nebulosa ocupa a maior porcentagem de área florestada.

Tabela 3 – Uso do solo em relação à fitorregião de inserção.

Uso do solo	FOM		FOD		Floresta Nebular		Campos naturais	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Campos naturais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	248,86	100,00
Cursos d'água principais	76,35	0,23	49,73	0,31	5,57	1,09	0,00	0,00
Remanescentes florestais	15884,33	48,83	12081,03	74,23	501,57	98,57	0,00	0,00
Uso antrópico em área rural	11134,00	34,23	4145,13	25,47	1,68	0,33	0,00	0,00
Uso antrópico em área urbana	5434,93	16,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	32529,61	100,00	16275,89	100,00	508,83	100,00	248,86	100,00

Observando o exposto na supra apresentada Tabela 3 é possível constatar que a fitorregião com maior porcentagem de área atualmente coberta por uso antrópico é a FOM com 50,94%, seguida pela FOD com 25,47% de cobertura convertida para uso de origem antrópica. Em relação aos usos da terra de origem natural, a fitorregião de maior cobertura é a Floresta Nebular com 99,66%, seguida pela FOD com 74,54% de cobertura por uso de origem natural.

Importante destacar que como já descrito em item específico (3.2) a região fitogeográfica dos campos naturais foi inteiramente classificada como tal, independente do uso empregado no local. Tal ação se justifica uma vez que o alvo do presente estudo é o remanescente florestal do município. Ainda, a separação de campos naturais e pastagens antrópicas através apenas de imagens de satélite é dificultada, devido à semelhança das formas. Além disso, nos campos naturais é possível visualizar amplas áreas mineradas, que para correta delimitação necessitam de um estudo específico. Portanto, é esperado ainda mais áreas antropizadas por conversão em pastagem ou mineração na fitorregião dos campos naturais.

4.2 ANÁLISE ECOLÓGICA DA PAISAGEM

Os resultados obtidos para as métricas de ecologia da paisagem avaliadas no presente estudo estão dispostos na Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6. Na Tabela 4 tais resultados estão apresentados para a área total avaliada – todos os remanescentes florestais do município de São Bento do Sul – e estratificados de acordo com as classes de tamanho estipuladas – muito pequeno, pequeno, médio, grande e muito grande. Já na Tabela 5 é apresentada a mesma análise, porém para os fragmentos pertencentes à região fitoecológica da Floresta Ombrófila Mista e na Tabela 6 para a Floresta Ombrófila Densa.

Tabela 4 – Resultado das métricas de ecologia da paisagem calculadas para todos os remanescentes florestais da área de estudo.

Grupo	Métrica	Sigla	Unidade	CLASSE DE TAMANHO					Todos
				Muito pequeno	Pequeno	Médio	Grande	Muito grande	
				FRAG < 1 ha	1 ≤ FRAG < 10 ha	10 ≤ FRAG < 100 ha	100 ≤ FRAG < 500 ha	FRAG ≥ 500 ha	
Área	Número de fragmentos	NUMP	adimensional	1390	783	192	33	11	2409
	Área total	CA	hectare	470,18	2497,79	5717,89	6112,29	13668,79	28466,94
	Tamanho médio dos fragmentos	MPS	hectare	0,34	3,19	29,78	185,22	1242,62	11,82
	Desvio padrão do tamanho médio dos fragmentos	PSSD	hectare	0,26	2,25	21,77	106,12	1190,55	118,83
	Coefficiente de variação do tamanho da mancha	PSCoV	%	78,29	70,54	73,09	57,29	95,81	1005,61
Forma	Índice de forma	MSI	adimensional	1,60	1,93	2,84	5,05	6,14	1,87
	Índice de forma médio ponderado pela área	AWMSI	adimensional	1,62	2,04	3,15	5,25	6,56	5,11
Borda	Total de bordas	TE	km	423,06	930,85	1048,18	791,59	803,61	3997,29
	Comprimento médio de bordas	MPE	km	0,30	1,19	5,46	23,99	73,06	1,66
	Densidade de borda	ED	m/ha	899,78	372,67	183,32	129,51	58,79	140,42
Área central (distância de borda de 50 m)	Número de áreas centrais > 0 ha	NCA	adimensional	0	453	563	281	234	1531
	Área central total	TCA	hectare	0,00	179,51	1992,94	3112,01	10373,98	15658,44
	Índice de área central	CAI	%	0,00	7,19	34,85	50,91	75,90	55,01
	Número de fragmentos sem área central	-	adimensional	1390	413	2	0	0	1805
Área central (distância de borda de 100 m)	Número de áreas centrais > 0 ha	NCA	adimensional	0	21,00	236	168	99	524
	Área central total	TCA	hectare	0,00	2,37	614,03	1619,04	8273,65	10509,09
	Índice de área central	CAI	%	0,00	0,09	10,74	26,49	60,53	36,92
	Número de fragmentos sem área central	-	adimensional	1390	762	52	0	0	2204
Proximidade	Distância média do vizinho mais próximo	MNN	m	18,35	15,10	6,81	1,68	0,88	16,07

Tabela 5 - Resultado das métricas de ecologia da paisagem calculadas para os remanescentes de Floresta Ombrófila Mista.

Grupo	Métrica	Sigla	Unidade	CLASSE DE TAMANHO					Todos
				Muito pequeno	Pequeno	Médio	Grande	Muito grande	
				FRAG < 1 ha	1 ≤ FRAG < 10 ha	10 ≤ FRAG < 100 ha	100 ≤ FRAG < 500 ha	FRAG ≥ 500 ha	
Área	Número de fragmentos	NUMP	adimensional	1074	603	145	24	6	1852
	Área total	CA	hectare	359,80	1904,67	4492,88	3992,44	4227,20	14976,99
	Tamanho médio dos fragmentos	MPS	hectare	0,34	3,16	30,99	166,35	704,53	8,09
	Desvio padrão do tamanho médio dos fragmentos	PSSD	hectare	0,26	2,20	22,26	101,99	132,07	47,03
	Coeficiente de variação do tamanho da mancha	PSCoV	%	79,03	69,61	71,84	61,31	18,75	581,52
Forma	Índice de forma	MSI	adimensional	1,62	1,96	2,91	5,48	5,94	1,89
	Índice de forma médio ponderado pela área	AWMSI	adimensional	1,61	2,07	3,23	5,97	5,64	4,45
Borda	Total de bordas	TE	km	325,57	723,64	828,82	605,03	325,50	2808,56
	Comprimento médio de bordas	MPE	km	0,30	1,20	5,72	25,21	54,25	1,52
	Densidade de borda	ED	m/ha	904,86	379,93	184,47	151,54	77	187,52
Área central (distância de borda de 50 m)	Número de áreas centrais > 0 ha	NCA	adimensional	0	351	458	244	116	1169
	Área central total	TCA	hectare	0,00	123,97	1543,08	1756,51	2920,04	6343,60
	Índice de área central	CAI	%	0,00	6,51	34,35	44,00	69,08	42,36
	Número de fragmentos sem área central	-	adimensional	1074	322	1	0	0	1397
Área central (distância de borda de 100 m)	Número de áreas centrais > 0 ha	NCA	adimensional	0	13	182	127	41	363
	Área central total	TCA	hectare	0,00	1,49	475,35	740,97	2149,59	3367,40
	Índice de área central	CAI	%	0,00	0,08	10,58	18,56	50,85	22,48
	Número de fragmentos sem área central	-	adimensional	1074	590	41	0	0	1705
Proximidade	Distância média do vizinho mais próximo	MNN	m	21,02	17,62	8,13	1,21	1,11	18,58

Tabela 6 - Resultado das métricas de ecologia da paisagem calculadas para os remanescentes de Floresta Ombrófila Densa.

Grupo	Métrica	Sigla	Unidade	CLASSE DE TAMANHO					
				Muito pequeno	Pequeno	Médio	Grande	Muito grande	Todos
				FRAG < 1 ha	1 ≤ FRAG < 10 ha	10 ≤ FRAG < 100 ha	100 ≤ FRAG < 500 ha	FRAG ≥ 500 ha	
Área	Número de fragmentos	NUMP	adimensional	1390	783	192	33	11	2409
	Área total	CA	hectare	470,18	2497,79	5717,89	6112,29	13668,79	28466,94
	Tamanho médio dos fragmentos	MPS	hectare	0,34	3,19	29,78	185,22	1242,62	11,82
	Desvio padrão do tamanho médio dos fragmentos	PSSD	hectare	0,26	2,25	21,77	106,12	1190,55	118,83
	Coefficiente de variação do tamanho da mancha	PSCoV	%	78,29	70,54	73,09	57,29	95,81	1005,61
Forma	Índice de forma	MSI	adimensional	1,60	1,93	2,84	5,05	6,14	1,87
	Índice de forma médio ponderado pela área	AWMSI	adimensional	1,62	2,04	3,15	5,25	6,56	5,11
Borda	Total de bordas	TE	km	423,06	930,85	1048,18	791,59	803,61	3997,29
	Comprimento médio de bordas	MPE	km	0,30	1,19	5,46	23,99	73,06	1,66
	Densidade de borda	ED	m/ha	899,78	372,67	183,32	129,51	58,79	140,42
Área central (distância de borda de 50 m)	Número de áreas centrais > 0 ha	NCA	adimensional	0	453	563	281	234	1531
	Área central total	TCA	hectare	0,00	179,51	1992,94	3112,01	10373,98	15658,44
	Índice de área central	CAI	%	0,00	7,19	34,85	50,91	75,90	55,01
	Número de fragmentos sem área central	-	adimensional	1390	413	2	0	0	1805
Área central (distância de borda de 100 m)	Número de áreas centrais > 0 ha	NCA	adimensional	0	21,00	236	168	99	524
	Área central total	TCA	hectare	0,00	2,37	614,03	1619,04	8273,65	10509,09
	Índice de área central	CAI	%	0,00	0,09	10,74	26,49	60,53	36,92
	Número de fragmentos sem área central	-	adimensional	1390	762	52	0	0	2204
Proximidade	Distância média do vizinho mais próximo	MNN	m	18,35	15,10	6,81	1,68	0,88	16,07

4.2.1 Grupo área

Em relação às métricas relativas ao grupo área destaca-se o NUMP, CA e MPS. Conforme já discutido, o NUMP representa o número total de fragmentos na paisagem, o CA o tamanho total dos remanescentes e o MPS corresponde ao tamanho médio das manchas.

No Mapa 6 é possível visualizar a distribuição dos remanescentes florestais no município de São Bento do Sul, estratificados pelas classes de tamanho estipuladas. Na Tabela 7 estão expostos os resultados calculados para CA e NUMP, estratificados tanto para classe de tamanho quanto por fitofisionomia.

Tabela 7 – Área total (CA) e número total (NUMP) de fragmentos florestais remanescentes por fitofisionomia e classe de tamanho.

CLASSE DE TAMANHO	Área total - CA (ha)			Número total - NUMP		
	TODAS	FOM	FOD	TODAS	FOM	FOD
Muito pequeno	470,18	359,80	110,38	1390	1074	316
Pequeno	2497,79	1904,67	593,12	783	603	180
Médio	5717,89	4492,88	1225,01	192	145	47
Grande	6112,29	3992,44	2119,85	33	24	9
Muito grande	13668,79	4227,20	9441,59	11	6	5
Todos	28466,94	14976,99	13489,95	2409	1852	557

Analisando os resultados obtidos para tais métricas é possível visualizar a tendência de que quanto maior é a classe de tamanho (maior o CA) maior é o montante de área associado e menor é o número total de fragmentos florestais relativos (menor é o NUMP). Tal proporção fica ainda mais evidente ao se analisar a Figura 7 e vai ao encontro de estudos como de Oliveira (2021), PMMACA (2021), Juvanhol *et al.* (2012) e Pirovani (2010).

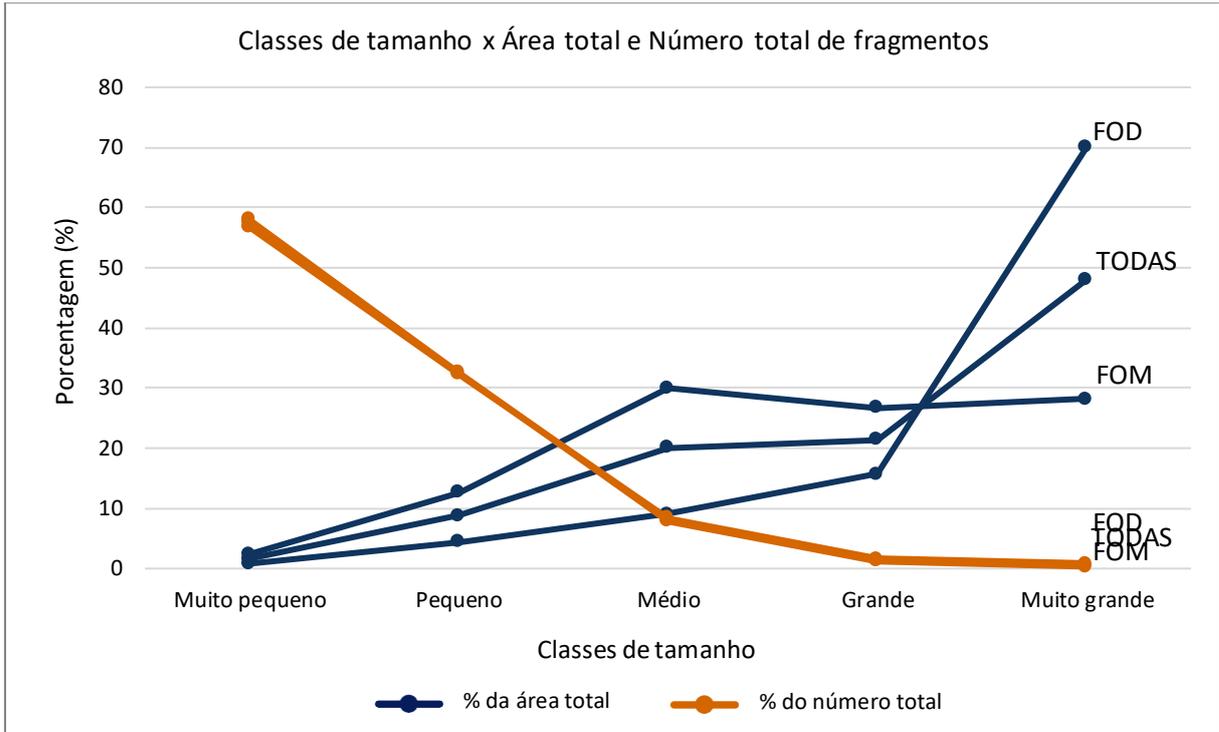
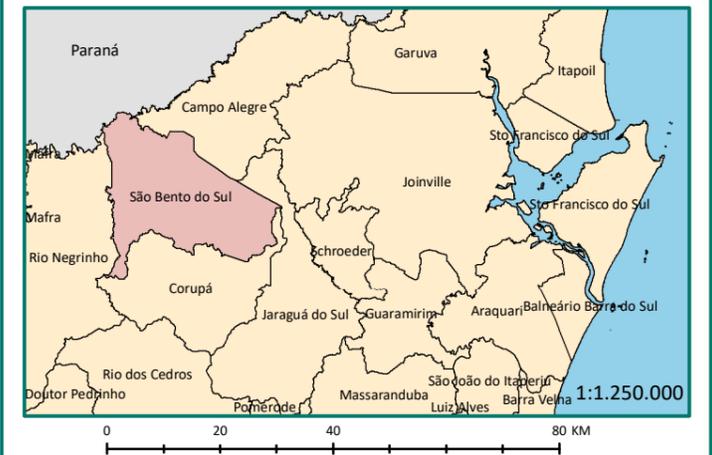
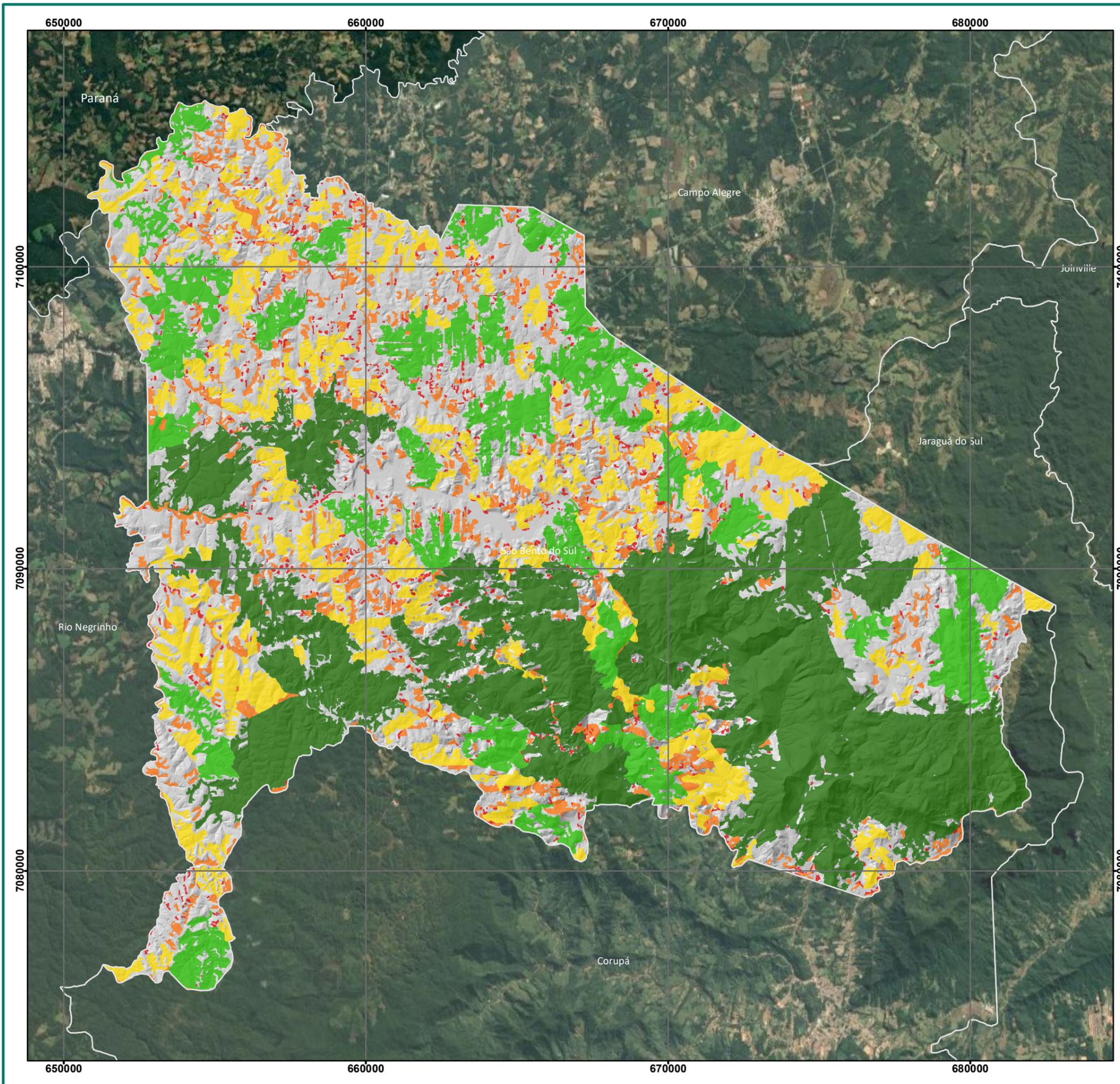


Figura 7 – Proporção entre a porcentagem da área total (CA) e porcentagem do número total (NUMP) de acordo com a classe de tamanho avaliada.

Mapa 6



Legenda:

- Limites municipais
- Áreas não florestais

Remanescentes florestais - Classes de tamanho

- FRAG < 1 ha
- 100 ≤ FRAG < 500 ha
- 1 ≤ FRAG < 10 ha
- FRAG > 500 ha
- 10 ≤ FRAG < 100 ha

CLASSE DE TAMANHO	Nº DE FRAGMENTOS	ÁREA TOTAL (HA)
Muito pequeno FRAG < 1 ha	1390	470,18
Pequeno 1 ≤ FRAG < 10 ha	783	2497,79
Médio 10 ≤ FRAG < 100 ha	192	5717,89
Grande 100 ≤ FRAG < 500 ha	33	6112,29
Muito grande FRAG > 500 ha	11	13668,79
Todos	2409	28466,94

Referências:

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 SEPLAN/2013 - Secretaria do Planejamento e Orçamento
 Imagem Online - DigitalGlobe

Sistema de Coordenadas Geográficas
 UTM Zona 22S
 Datum: SIRGAS 2000

Título:
 ÁREA TOTAL (CA) DOS REMANESCENTES FLORESTAIS

Mestranda:

 Biolª Natani dos Santos Coser

Orientador:

 Profº Drº Carlos José de Carvalho Pinto

Município: São Bento do Sul - SC

Data: NOV/2021 **Escala:** 1:130.000

MESTRADO
 PROFISSIONAL
 EM PERÍCIAS
 AMBIENTAIS

Ainda em relação à análise do gráfico apresentado na Figura 7, embora haja uma certa tendência de que quanto maior a classe de tamanho, maior o montante de fragmento florestal (CA) associado, é possível verificar que, no que tange aos remanescentes de Floresta Ombrófila Mista, tal tendência é interrompida quando se observa o CA associado às classes de tamanho “médio” e “grande”, sendo registrado um maior montante de área associada aos fragmentos médios em detrimento aos grandes, o que sugere que o uso alternativo do solo aplicado à FOM impactou com maior expressividade os fragmentos dessa fitofisionomia, fazendo com que os fragmentos de maior porte sejam mais escassos, o que não se observa na fitorregião da Floresta Ombrófila Densa.

A constatação de que a fitorregião da Floresta Ombrófila Mista é a que mais sofre com o uso alternativo do solo é corroborada quando se analisa também o MPS. Ao se considerar apenas os fragmentos estabelecidos majoritariamente na região da Floresta Ombrófila Mista, a média de tamanho das manchas é de 8,09 ha, enquanto na mesma análise para os fragmentos florestais especialmente estabelecidos na região da Floresta Ombrófila Densa, o tamanho médio dos remanescentes florestais é 24,22 ha, o que corresponde à aproximadamente o triplo do observado para a FOM, considerando a totalidade do município, o tamanho médio dos fragmentos corresponde a 11,82 ha (Figura 8). Tal constatação está especialmente relacionada ao fato de o núcleo urbano do município estar integralmente estabelecido na região da FOM, uma vez que esta possui relevo mais plano quando comparada às demais fitorregiões, facilitando o desmatamento e ocupação antrópica, além disso, a FOD de São Bento do Sul está amplamente protegida pela APA do Rio Vermelho. Todos esses fatores serão abordados no decorrer do estudo.

Tabela 8 – Tamanho médio dos fragmentos (MPS) por fitofisionomia e classe de tamanho.

CLASSE DE TAMANHO	MPS (ha)		
	TODOS	FOM	FOD
Muito pequeno FRAG < 1 ha	0,34	0,34	0,35
Pequeno $1 \leq \text{FRAG} < 10$ ha	3,19	3,16	3,30
Médio $10 \leq \text{FRAG} < 100$ ha	29,78	30,99	26,06
Grande $100 \leq \text{FRAG} < 500$ ha	185,22	166,35	235,54
Muito grande $\text{FRAG} \geq 500$ ha	1242,62	704,53	1888,32
Todos	11,82	8,09	24,22

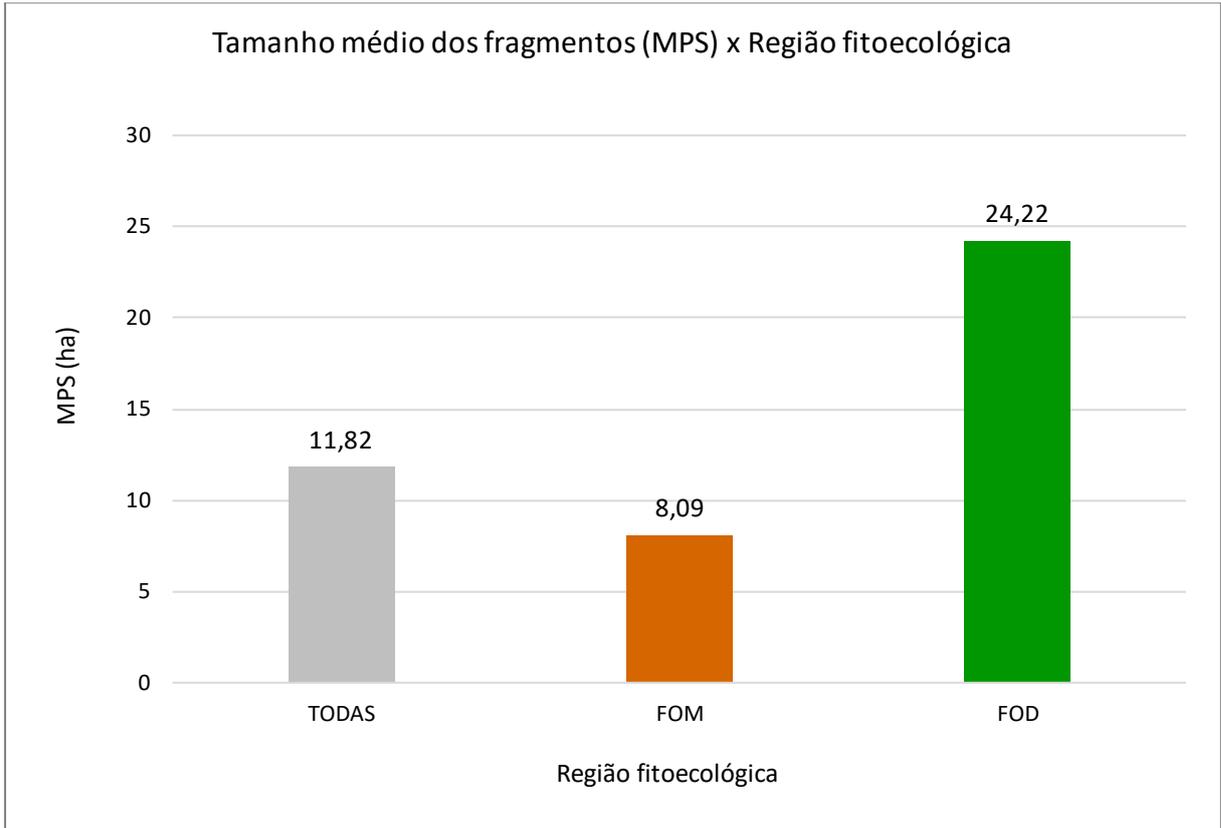
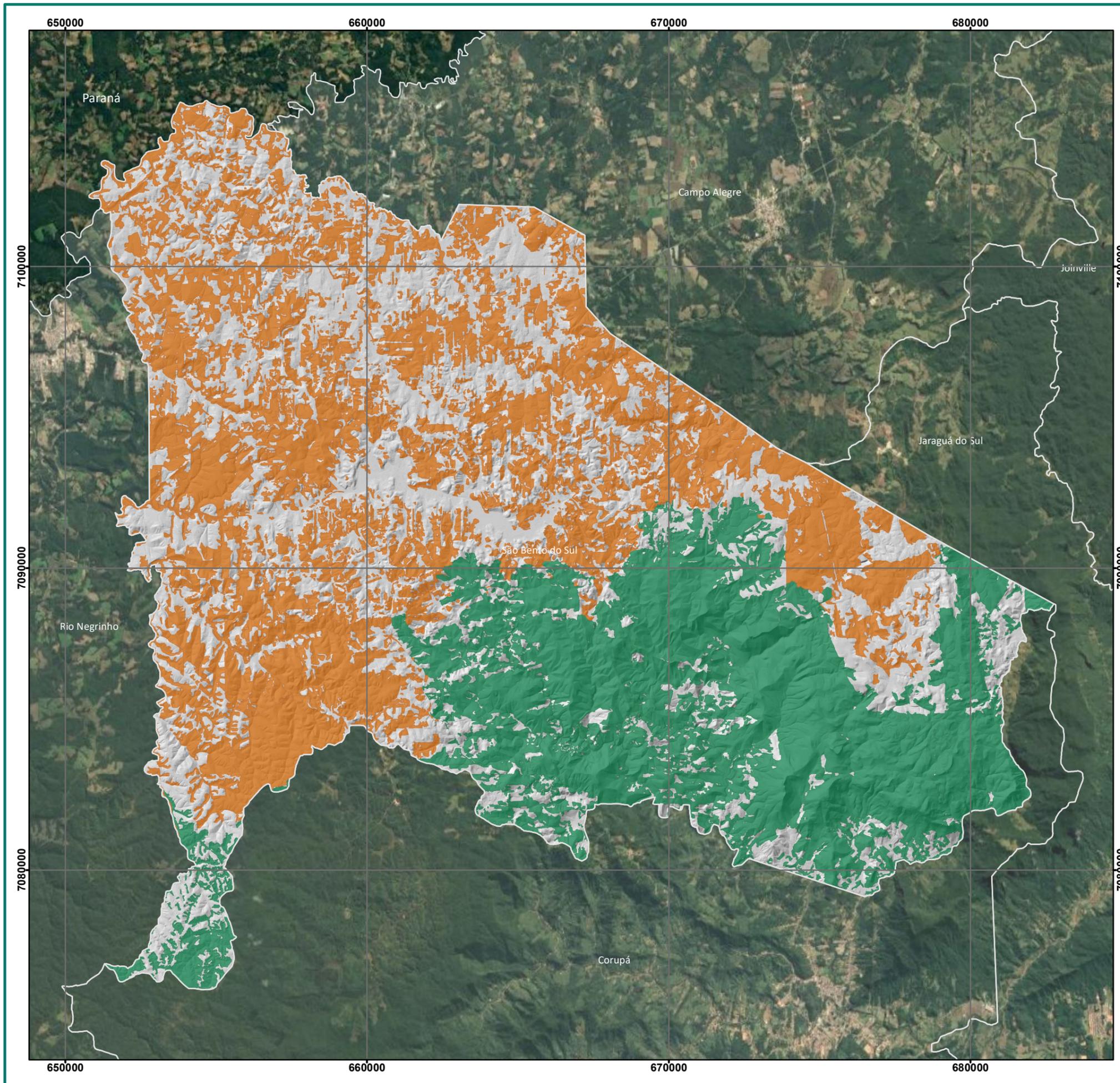


Figura 8 – Tamanho médio dos fragmentos florestais em relação à região fitoecológica.

No Mapa 7 é possível visualizar a distribuição dos fragmentos florestais por fitofisionomia dominante, já no Mapa 8 é exposta a distribuição da área florestal por fitofisionomia. Conforme já explicado em item específico (item 3), o que diferencia tais divisões é que enquanto para a primeira as manchas distribuídas parcialmente em mais de uma região fitogeográfica foram consideradas como pertencentes à fitorregião predominante, na segunda as manchas distribuídas parcialmente em mais de uma região fitogeográfica tiveram suas áreas florestais igualmente distribuídas entre essas formações.



Legenda:

- Limites municipais
- Áreas não florestais

Fragmentos florestais por fitofisionomia predominante

- Floresta Ombrófila Densa (13489,95 ha)
- Floresta Ombrófila Mista (14976,99 ha)

Referências:

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 SEPLAN/2013 - Secretaria do Planejamento e Orçamento
 Imagem Online - DigitalGlobe

Sistema de Coordenadas Geográficas
 UTM Zona 22S
 Datum: SIRGAS 2000

0 1,75 3,5 7 KM

Título:
 FRAGMENTOS FLORESTAIS POR FITOFISIONOMIA PREDOMINANTE

Mestranda:

 Biolª Natani dos Santos Coser



Orientador:

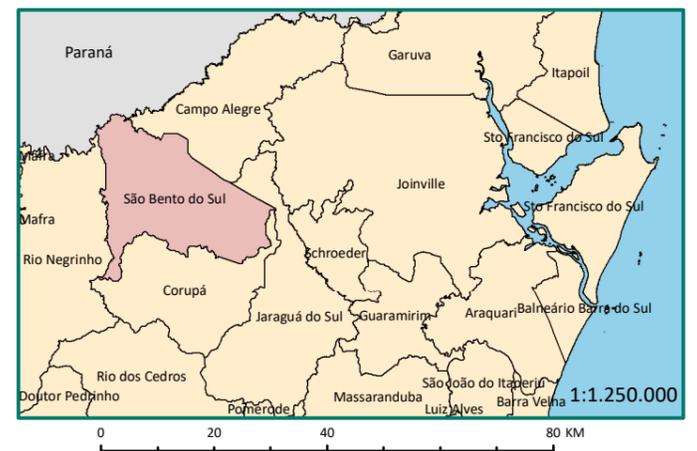
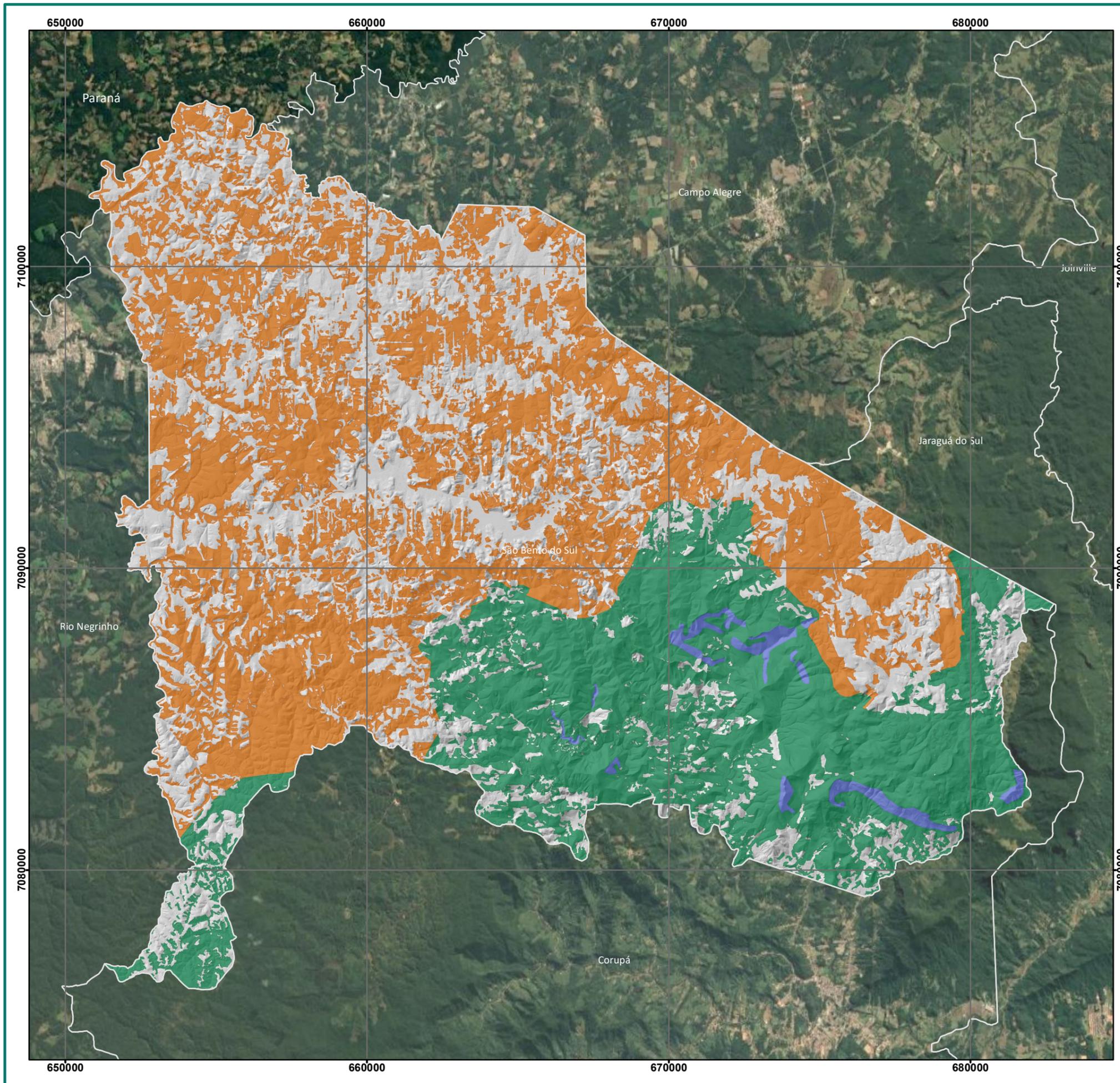
 Profº Drº Carlos José de Carvalho Pinto



Município: São Bento do Sul - SC

Data: NOV/2021 **Escala:** 1:130.000

MESTRADO
 PROFISSIONAL
 EM PERÍCIAS
 AMBIENTAIS



Legenda:

- Limites municipais
- Áreas não florestais

Área florestal por fitofisionomia

- Floresta Nebular (501,57 ha)
- Floresta Ombrófila Densa (12081,04 ha)
- Floresta Ombrófila Mista (15884,33 ha)

Referências:

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 SEPLAN/2013 - Secretaria do Planejamento e Orçamento
 Imagem Online - DigitalGlobe

Sistema de Coordenadas Geográficas
 UTM Zona 22S
 Datum: SIRGAS 2000

0 1,75 3,5 7 KM

Título:
 ÁREA FLORESTAL POR FITOFISIONOMIA

Mestranda:

 Biolª Natani dos Santos Coser

Orientador:

 Profº Drº Carlos José de Carvalho Pinto

Município: São Bento do Sul - SC

Data: NOV/2021 **Escala:** 1:130.000



4.2.2 Grupo forma

Em relação às métricas relativas ao grupo forma, estas se referem ao MSI e AWMSI. Conforme já discutido, quanto mais próximo de um (1) for o MSI, mais circular será a forma do fragmento florestal, aumentando esse valor em detrimento à irregularidade da mancha (VOLOTÃO, 1998). Já o AWMSI, difere do MSI uma vez que expressa maior peso agregado aos maiores remanescentes florestais.

Como pode ser visualizado na Tabela 9 e Figura 9, o resultado encontrado no presente estudo vai ao encontro de outros trabalhos como os de JUVANHOL *et al.* (2012), OLIVEIRA (2021) e PMMACA (2021), onde se observou a tendência de que quanto menor o fragmento florestal, mais regular é o seu formato. Os fragmentos de maior porte tendem a possuir formas mais irregulares, e, portanto, maior índice de forma associado. Entretanto, é importante destacar que quanto menor o fragmento, possivelmente menor será a sua qualidade de habitat, devido à menor área de núcleo (conforme será discutido em item específico).

Tabela 9 – Índice de forma (MSI) e índice de forma médio ponderado pela área (AWMSI) relativos aos fragmentos florestais remanescentes por fitofisionomia e classe de tamanho.

CLASSE DE TAMANHO	TODAS		FOM		FOD	
	MSI	AWMSI	MSI	AWMSI	MSI	AWMSI
Muito pequeno	1,60	1,62	1,62	1,61	1,54	1,64
Pequeno	1,93	2,04	1,96	2,07	1,84	1,96
Médio	2,84	3,15	2,91	3,23	2,62	2,87
Grande	5,05	5,25	5,48	5,97	3,88	3,88
Muito grande	6,14	6,56	5,94	5,64	6,38	6,97
Todos	1,87	5,11	1,89	4,45	1,81	5,85

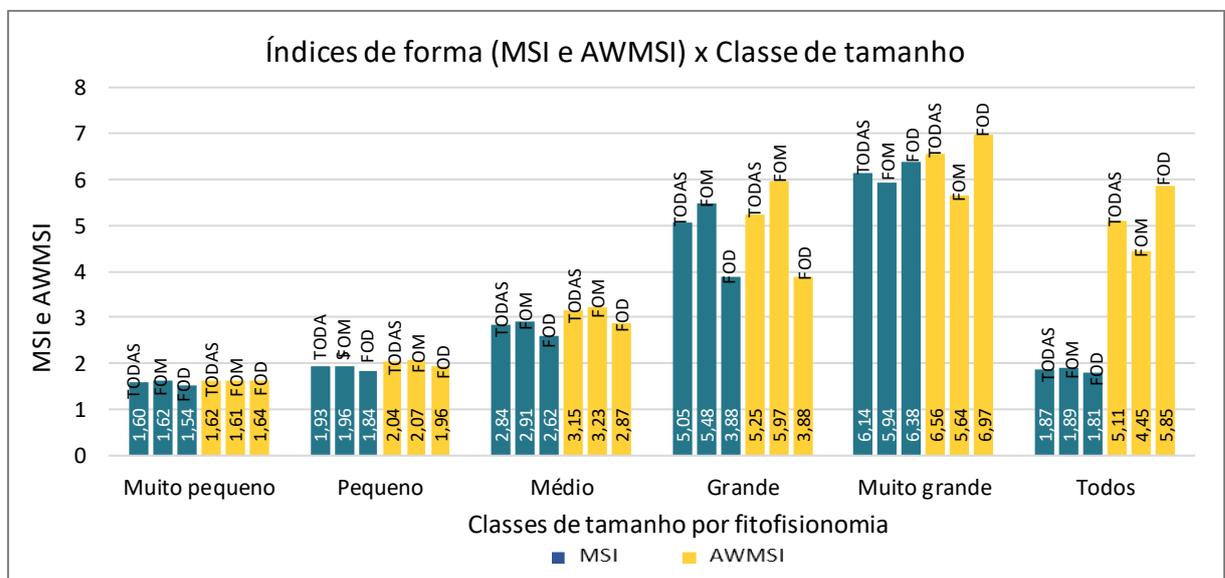


Figura 9 – Índices de forma em relação às classes de tamanho.

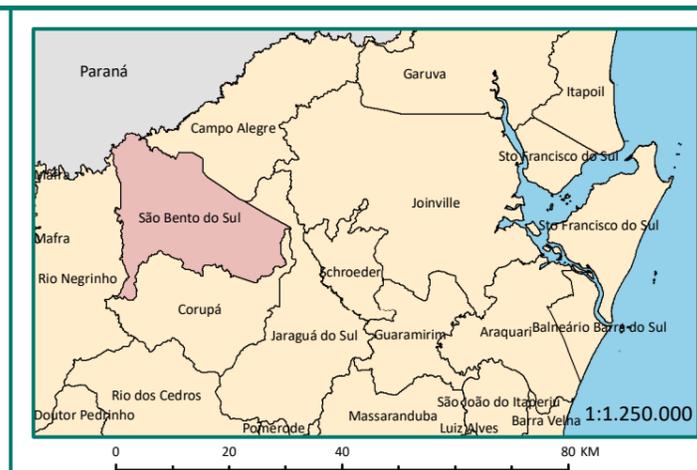
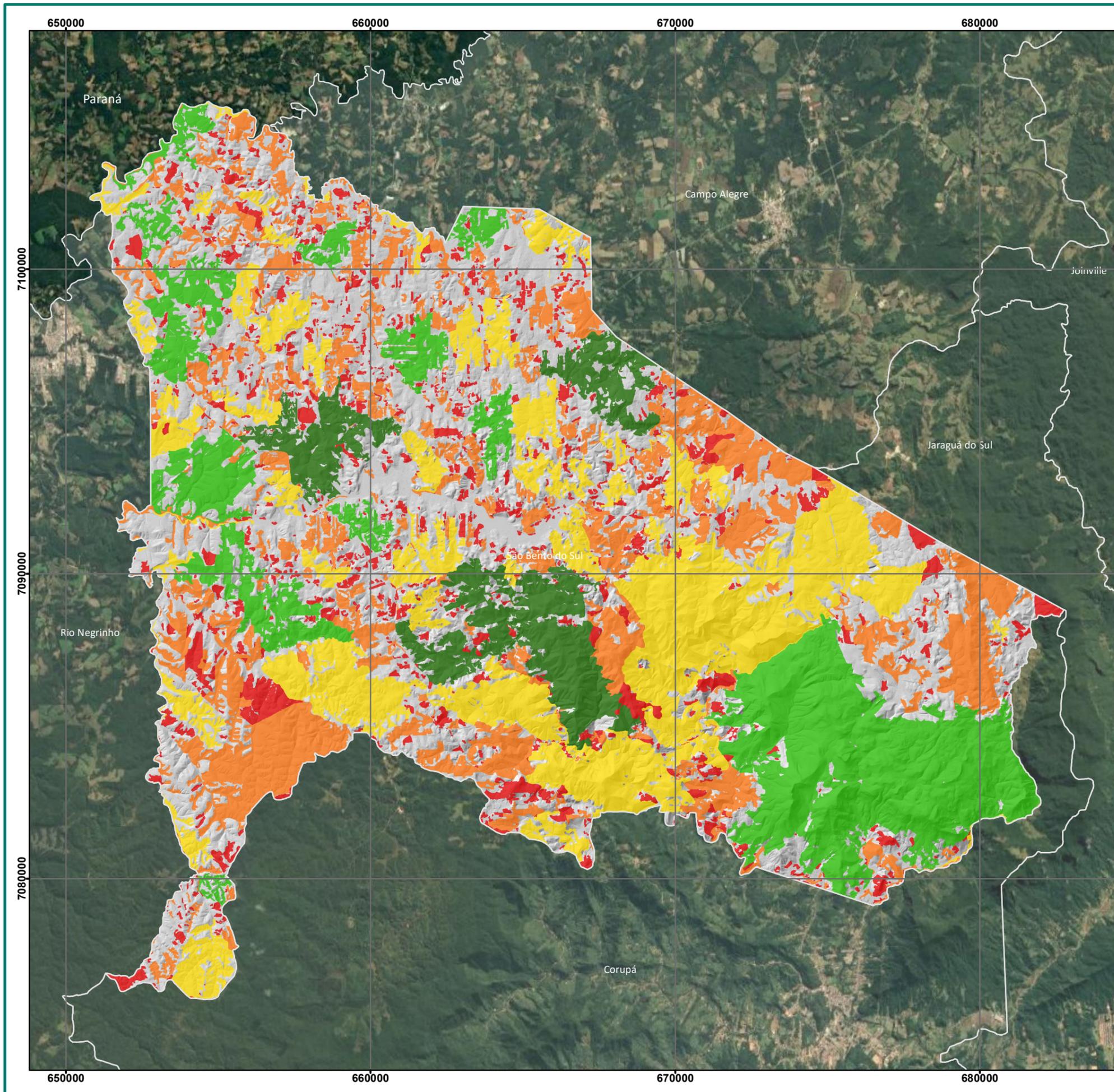
Embora os fragmentos de maior porte apresentem formato mais irregular, o que poderia sugerir menor qualidade ambiental devido à elevada complexidade de sua forma, esses possuem maior relevância ecológica em detrimento aos pequenos fragmentos, uma vez que sustentam maior número e diversidade de organismos ambientalmente exigentes (GILBERT, GONZALEZ E EVANS-FREKE, 1998; HAAG *et al.* 2010). Grandes áreas compreendem elevada significância ecológica, sustentando maior gama de organismos ambientalmente exigentes. Portanto, o maior tamanho do fragmento florestal compensa sua forma irregular, fazendo com que as grandes manchas possuam vultosa relevância ecológica na área de estudo (HERRMANN *et al.* 2005).

É importante destacar que conforme apresenta a Tabela 9, ao se observar apenas o MSI, que aplica o mesmo peso para todas as manchas independente do seu tamanho, se tem como resultado o índice de forma total de 1,87 MSI para toda a área. Entretanto, caso se observe o AWMSI, ou seja, a média ponderada dos valores de índice de forma agregando maior peso às manchas de maior extensão, se tem como resultado o índice de forma médio ponderado pela área de 5,11 AWMSI. A diferença entre o índice de forma geral e o índice de forma ponderado pela área é menor entre a FOM e a FOD, sendo 1,89 MSI – 4,45 AWMSI e 1,81 MSI – 5,85 AWMSI respectivamente. Tal valor vai ao encontro do já discutido, uma vez que a média de tamanho dos fragmentos da FOM é menor quando comparados aos da FOD, justificando o menor valor agregado ao AWMSI.

Como descreve o próprio manual do Fragstats (MCGARIGAL e MARKS, 1995) as métricas da ecologia de paisagem muitas vezes são sobrepostas, e não teria como não ser assim, uma vez que os dados básicos para a sua formação são os mesmos. Portanto, é de suma importância nesses casos que se analise quais devem ser utilizados, pois que senão um conduzirá a mesma informação que o outro – trazendo redundância.

No Mapa 9 é possível visualizar a distribuição dos fragmentos florestais de acordo com o MSI. Em tal mapa fica ainda mais evidente a associação dos fragmentos de menor porte ao índice de forma mais próximo a um – coloridos em vermelho.

Mapa 9



Legenda:

- Limites municipais
- Áreas não florestais

Índice de forma (MSI)

- 1,00 - 1,99
- 2,00 - 3,99
- 4,00 - 5,99
- 6,00 - 7,99
- 8,0 - 9,17

Referências:

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 SEPLAN/2013 - Secretaria do Planejamento e Orçamento
 Imagem Online - DigitalGlobe

Sistema de Coordenadas Geográficas
 UTM Zona 22S
 Datum: SIRGAS 2000

0 1,75 3,5 7 KM

Título:
 ÍNDICE DE FORMA (MSI)

Mestranda:

 Biolª Natani dos Santos Coser



Orientador:

 Profº Drº Carlos José de Carvalho Pinto



Município: São Bento do Sul - SC

Data: NOV/2021 **Escala:** 1:130.000



4.2.3 Grupo borda

No que se refere às métricas pertencentes ao grupo borda, destaca-se a densidade de bordas (ED), já que analisando tal índice é possível verificar o efeito de borda sofrido pelos fragmentos (quanto maior o índice, maior o efeito de borda). Como já discutido no item 3, o ED expressa a quantidade de extremidades relativa à área dos fragmentos (PIROVANI *et al.*, 2014).

Em relação aos fragmentos florestais alvo do presente estudo, conforme ilustra a Tabela 10 e Figura 10, o resultado obtido para a densidade de borda foi inversamente proporcional à classe de tamanho dos fragmentos florestais, independente da fitorregião de inserção, confirmando que quanto menor é o fragmento florestal, maior é o efeito de borda sofrido por este. Tal resultado vai ao encontro do constatado em estudos como de Juvanhol *et al.* (2012), Oliveira (2021) e PMMACA (2021).

Tabela 10- Densidade de borda relativa aos fragmentos florestais remanescentes por fitofisionomia e classe de tamanho.

CLASSE DE TAMANHO	ED (m/ha)		
	TODOS	FOM	FOD
Muito pequeno FRAG < 1 ha	899,78	904,86	883,25
Pequeno $1 \leq$ FRAG < 10 ha	372,67	379,93	349,35
Médio $10 \leq$ FRAG < 100 ha	183,32	184,47	179,07
Grande $100 \leq$ FRAG < 500 ha	129,51	151,54	88,01
Muito grande FRAG \geq 500 ha	58,79	77,00	50,64
Todos	140,42	187,52	88,12

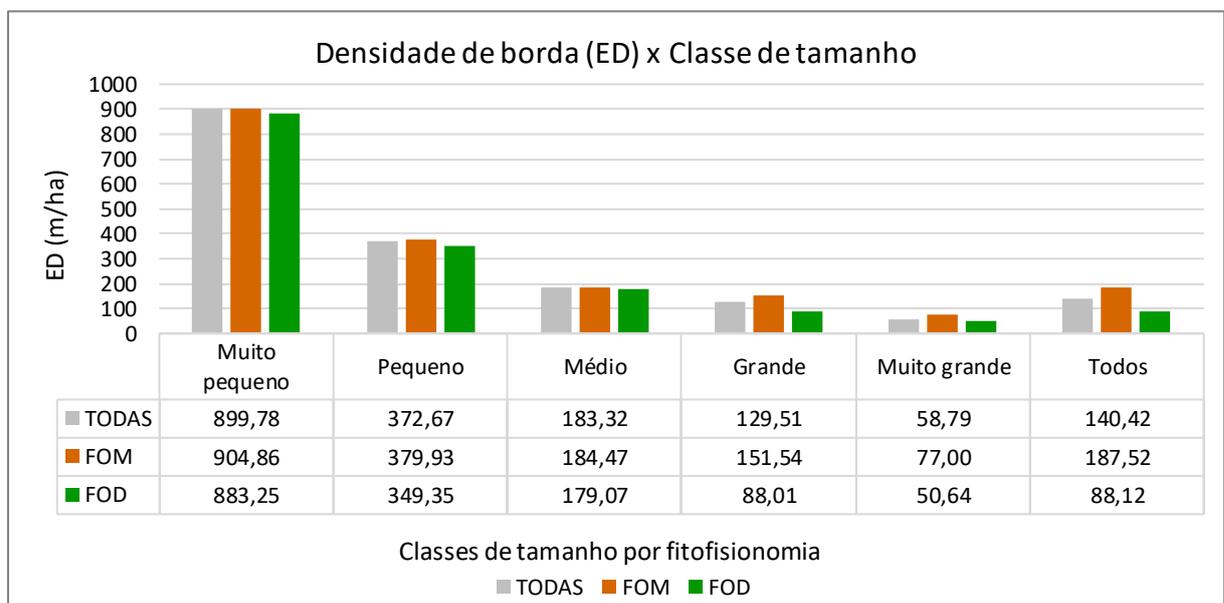


Figura 10 – Densidade de borda em relação à classe de tamanho.

4.2.4 Grupo área central

No que concerne às métricas de área central, é destaque o índice de área central total (CAI), calculado para uma borda de 50 m e de 100 m sentido extremidade – interior dos fragmentos. Conforme abordado no item relativo à metodologia, o CAI equivale à porcentagem relativa à área central na paisagem, ou seja, indica qual a porcentagem do total das manchas florestais equivale à área central.

Os valores obtidos no presente estudo vão ao encontro dos resultados atingidos no trabalho de Juvanol *et al.* (2012), Oliveira (2021) e PMMACA (2021), tendo o CAI uma tendência proporcional de crescimento em relação ao tamanho total destes (Tabela 10), conforme pode ser observado na Tabela 11 e Figura 11 para distância de borda de 50 m, e na Tabela 12 e Figura 12 para distância de borda de 100 m.

Tabela 11 - Índice de área central dos fragmentos florestais remanescentes (por fitofisionomia e classe de tamanho), considerando distância de borda de 50 m.

CLASSE DE TAMANHO	CAI (50 m)		
	TODOS	FOM	FOD
Muito pequeno FRAG < 1 ha	0,00	0,00	0,00
Pequeno $1 \leq$ FRAG < 10 ha	7,19	6,51	9,36
Médio $10 \leq$ FRAG < 100 ha	34,85	34,35	36,72
Grande $100 \leq$ FRAG < 500 ha	50,91	44,00	63,94
Muito grande FRAG \geq 500 ha	75,90	69,08	78,95
Todos	55,01	42,36	69,05

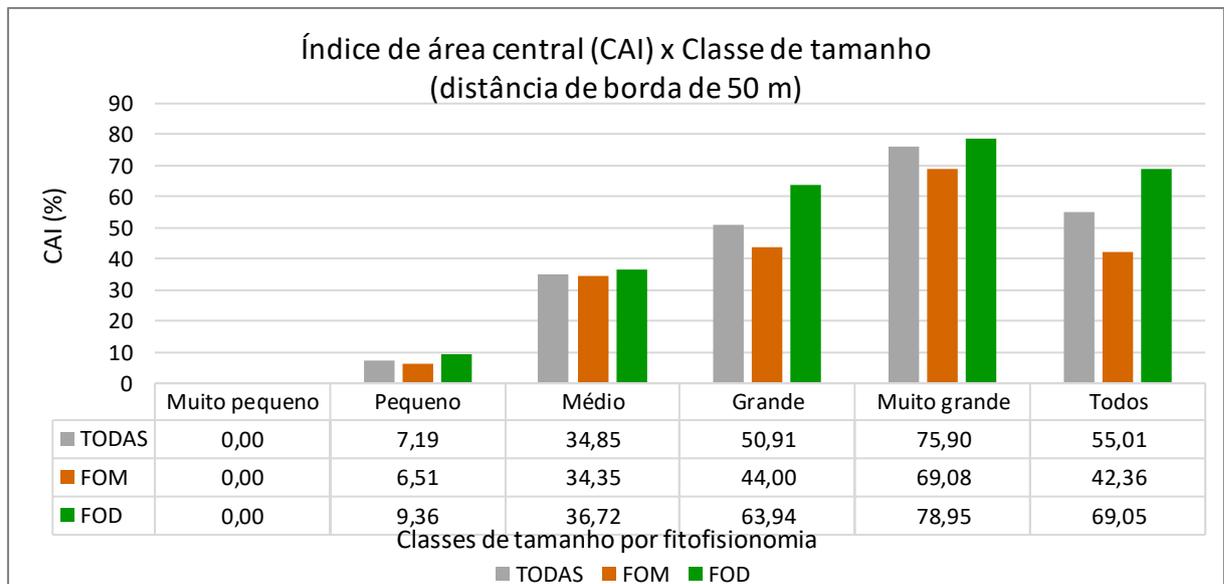


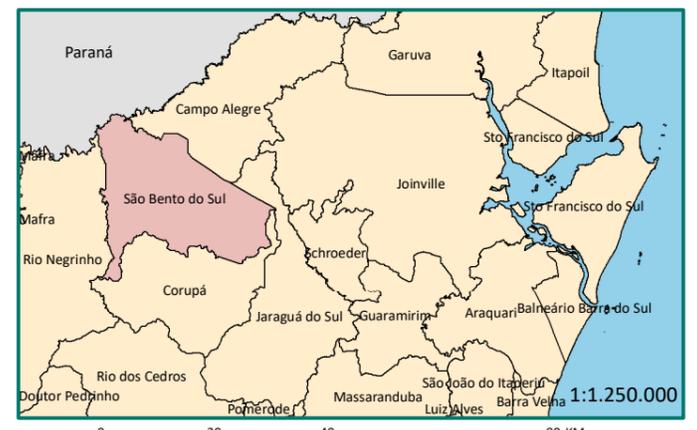
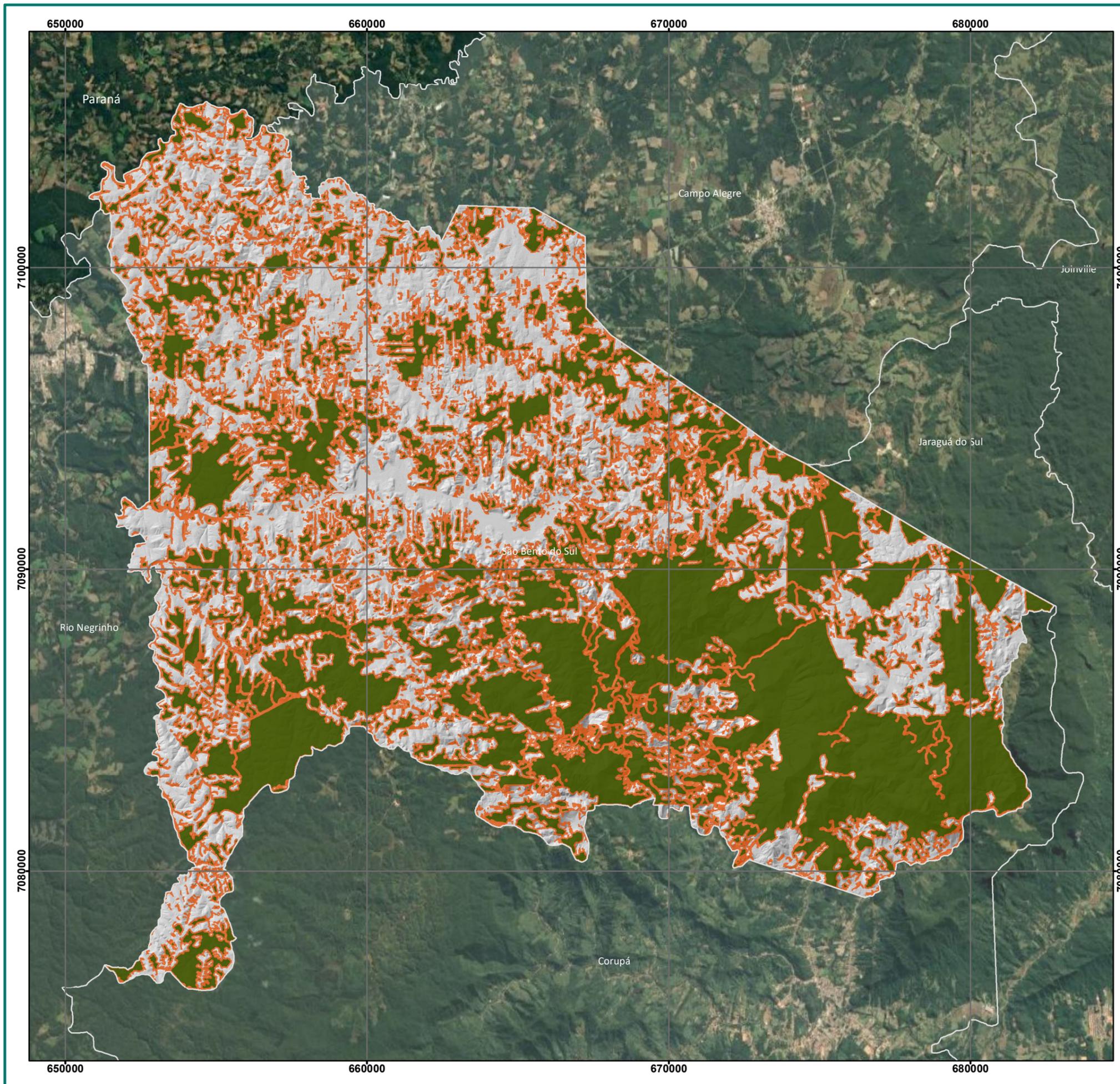
Figura 11 – Índice de área central por classe de tamanho, considerando distância de borda de 50m.

Ainda, analisando os resultados obtidos para todos os remanescentes florestais de São Bento do Sul por classe de tamanho, ao se considerar uma distância de borda de 50 m:

- A área central dos fragmentos com menos de 1 ha foi igual à zero;
- A área central dos fragmentos de área igual ou superior a 1 ha e menor que 10 ha correspondeu a 7,19%, o que significa que 92,81% da área total destes fragmentos está sob efeito de borda;
- A área central dos fragmentos de área igual ou superior a 10 ha e menor que 100 ha correspondeu a 34,85%, o que significa que 65,15% da área total destes fragmentos está sob efeito de borda;
- A área central dos fragmentos de área igual ou superior a 100 ha e menor que 500 ha correspondeu a 50,91%, o que significa que 49,09% da área total destes fragmentos está sob efeito de borda e
- A área central dos fragmentos com mais de 500 ha correspondeu a 75,90%, o que significa que 24,10% da área total destes fragmentos está sob efeito de borda.

No que se refere a integralidade do município, foram registradas 1531 áreas centrais, o que correspondeu à 15658,44 ha de área total e índice de área central de 55,01%. Esses resultados refletem significativa importância ecológica, visto que mais da metade dos fragmentos consiste em áreas centrais, que possuem menor interferência de agentes externos. No Mapa 10 é possível visualizar a distribuição das áreas centrais e das bordas dos fragmentos florestais inseridos na área em pauta, considerando a distância de borda de 50m.

Mapa 10



- Legenda:**
- Limites municipais
 - Áreas não florestais
 - Fragmentos florestais**
 - Borda - 50 m (12808,50 ha)
 - Núcleo (15658,44 ha)

Referências:

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 SEPLAN/2013 - Secretaria do Planejamento e Orçamento
 Imagem Online - DigitalGlobe

Sistema de Coordenadas Geográficas
 UTM Zona 22S
 Datum: SIRGAS 2000

Título:
 ÁREA CENTRAL E DE BORDA DOS FRAGMENTOS (50m)

Mestranda:

 Biolª Natani dos Santos Coser



Orientador:

 Profº Drº Carlos José de Carvalho Pinto



Município: São Bento do Sul - SC

Data: NOV/2021 **Escala:** 1:130.000



Tabela 12 - Índice de área central dos fragmentos florestais remanescentes (por fitofisionomia e classe de tamanho), considerando distância de borda de 100 m.

CLASSE DE TAMANHO	CAI (100 m)		
	TODOS	FOM	FOD
Muito pequeno FRAG < 1 ha	0,00	0,00	0,00
Pequeno 1 ≤ FRAG < 10 ha	0,09	0,08	0,15
Médio 10 ≤ FRAG < 100 ha	10,74	10,58	11,32
Grande 100 ≤ FRAG < 500 ha	26,49	18,56	41,42
Muito grande FRAG ≥ 500 ha	60,53	50,85	64,86
Todos	36,92	22,48	52,94

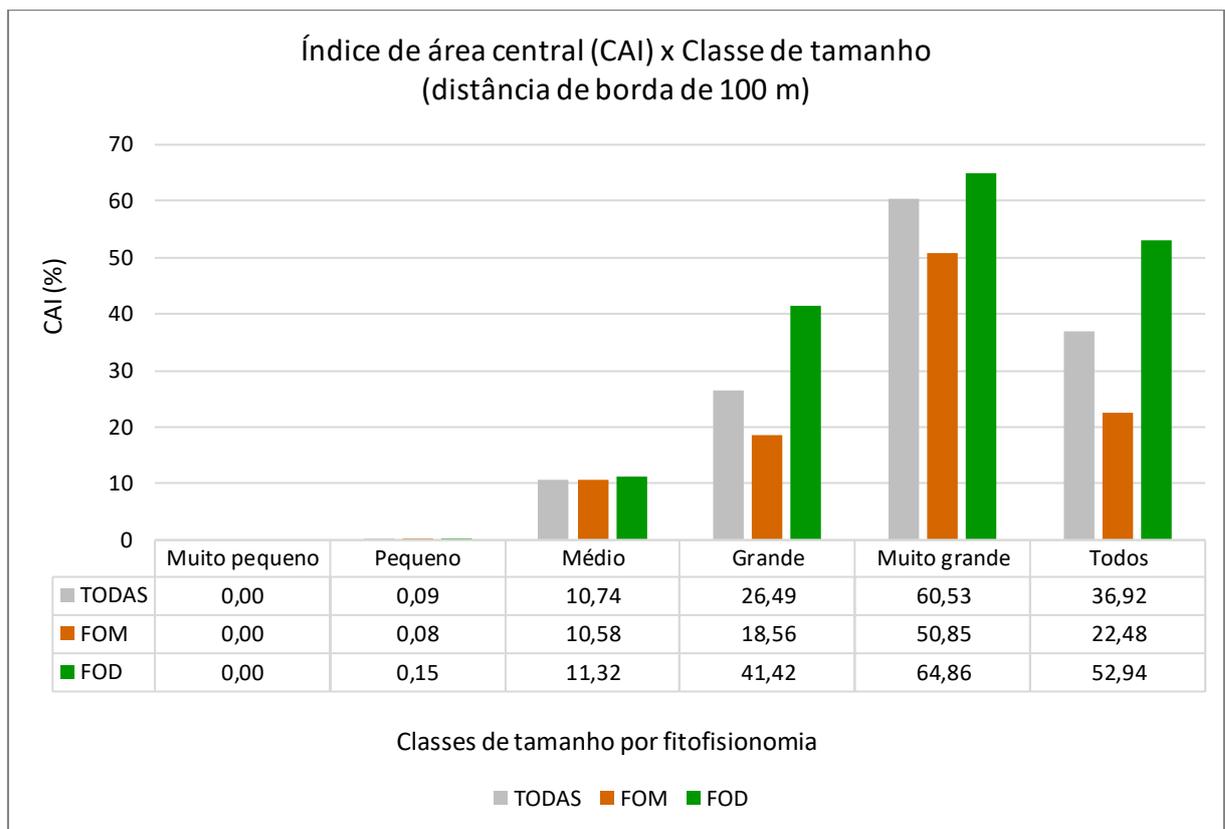


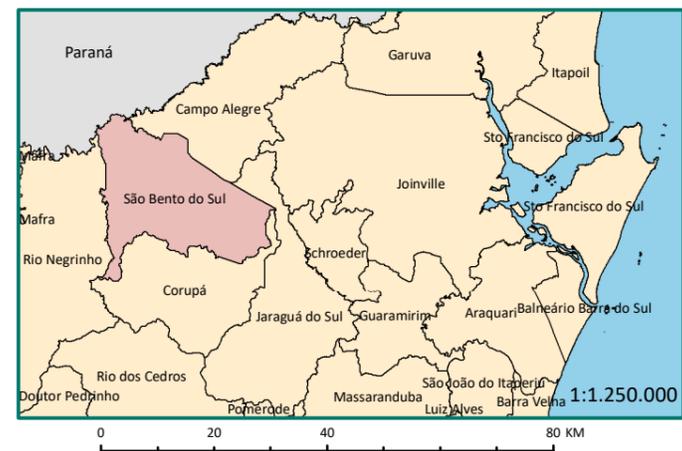
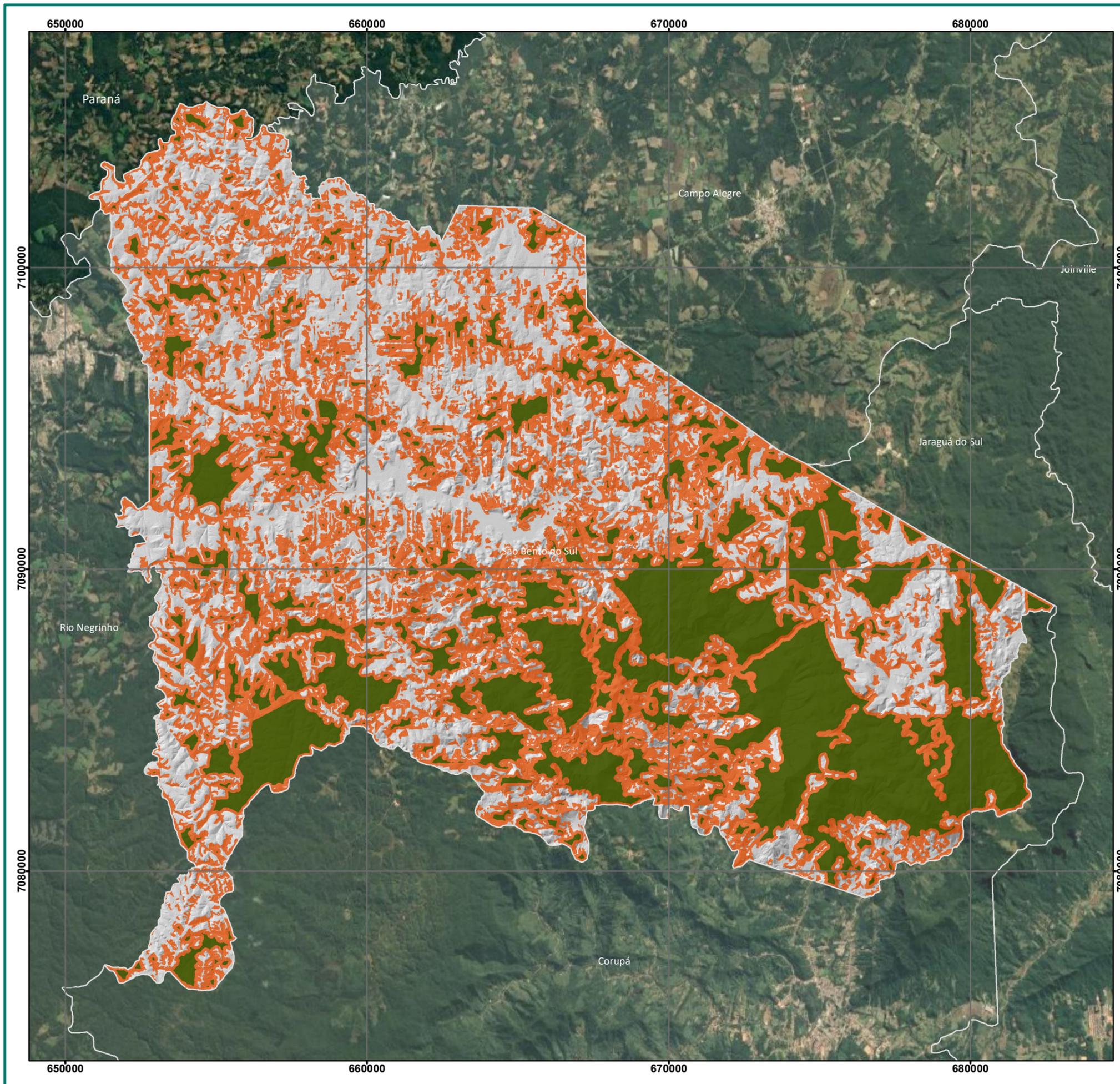
Figura 12 - Índice de área central por classe de tamanho, considerando distância de borda de 100m.

Em relação à análise dos resultados obtidos para todos os remanescentes florestais de São Bento do Sul por classe de tamanho ao se considerar uma distância de borda de 100 m:

- A área central dos fragmentos com menos de 1 ha foi igual à zero;
- A área central dos fragmentos de área igual ou superior a 1 ha e menor que 10 ha correspondeu a 0,09%, o que significa que 99,91% da área total destes fragmentos está sob efeito de borda;

- A área central dos fragmentos de área igual ou superior a 10 ha e menor que 100 ha correspondeu a 10,74%, o que significa que 89,26% da área total destes fragmentos está sob efeito de borda;
- A área central dos fragmentos de área igual ou superior a 100 ha e menor que 500 ha correspondeu a 26,49%, o que significa que 73,51% da área total destes fragmentos está sob efeito de borda e
- A área central dos fragmentos com mais de 500 ha correspondeu a 60,53%, o que significa que 39,47% da área total destes fragmentos está sob efeito de borda.

No que se refere a integralidade do município, foram registradas 524 áreas centrais, o que correspondeu a 10509,09 ha de área total e índice de área central de 36,92%. Esses resultados refletem significativa importância ecológica, visto que mesmo considerando uma distância de borda de 100 m mais de 1/3 dos fragmentos consiste em áreas centrais, que possuem menor interferência de agentes externos. No mapa subsequente é possível visualizar a distribuição das áreas centrais e das bordas dos fragmentos florestais inseridos na área em pauta, considerando a distância de borda de 100m.



Legenda:

- Limites municipais
- Áreas não florestais
- Fragmentos florestais**
 - Borda - 100 m (17957,85 ha)
 - Núcleo (10509,09 ha)

Referências:

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 SEPLAN/2013 - Secretaria do Planejamento e Orçamento
 Imagem Online - DigitalGlobe

Sistema de Coordenadas Geográficas
 UTM Zona 22S
 Datum: SIRGAS 2000

0 1,75 3,5 7 KM

Título:
 ÁREA CENTRAL E DE BORDA DOS FRAGMENTOS (100m)

Mestranda:

 Biolª Natani dos Santos Coser



Orientador:

 Profº Drº Carlos José de Carvalho Pinto



Município: São Bento do Sul - SC

Data: NOV/2021 **Escala:** 1:130.000



4.2.5 Grupo proximidade

Em relação à métrica relativa ao grupo proximidade, essa se refere à distância média do vizinho mais próximo (MNN), que corresponde à distância borda a borda entre os fragmentos florestais (em metros). É importante frisar que quanto mais próximos entre si as manchas estão distribuídas, mais facilitado é o fluxo gênico entre essas, além disso, quando conectados, os fragmentos florestais constituem excelentes corredores ecológicos, em especial aqueles de maior porte (SEOANE, 2010; BRITO 2012 e BATISTA, 2014).

Como pode ser visualizado na Tabela 13 e Figura 13, tanto na Floresta Ombrófila Mista quanto para a Floresta Ombrófila Densa, se verificou a tendência inversamente proporcional entre o tamanho dos fragmentos florestais e o MNN, ou seja, quanto maior o tamanho dos fragmentos menor foi o MNN registrado. Tal resultado sugere que os fragmentos maiores estão mais próximos de outros fragmentos quando comparados aos fragmentos de menor porte e vai ao encontro do obtido no estudo de Juvanhol *et al.* (2012) e PMMACA (2021).

Tabela 13 - Distância média do vizinho mais próximo (MNN) borda a borda, em metros, dos fragmentos florestais remanescentes por fitofisionomia e classe de tamanho.

CLASSE DE TAMANHO	MNN (m)		
	TODOS	FOM	FOD
Muito pequeno FRAG < 1 ha	18,35	21,02	18,17
Pequeno $1 \leq \text{FRAG} < 10$ ha	15,10	17,62	14,85
Médio $10 \leq \text{FRAG} < 100$ ha	6,81	8,13	9,10
Grande $100 \leq \text{FRAG} < 500$ ha	1,68	1,21	3,03
Muito grande $\text{FRAG} \geq 500$ ha	0,88	1,11	0,60
Todos	16,07	18,58	15,93

Quando se observa a distância média do vizinho mais próximo em relação à região fitoecológica de inserção, é possível verificar que o MNN registrado na fitorregião da Floresta Ombrófila Densa é menor que na Floresta Ombrófila Mista. Tal constatação vai ao encontro do que fora discutido anteriormente, uma vez que o tamanho médio dos fragmentos florestais na região fitogeográfica da FOD é maior que na FOM, que sofre maior pressão devido ao uso alternativo do solo.

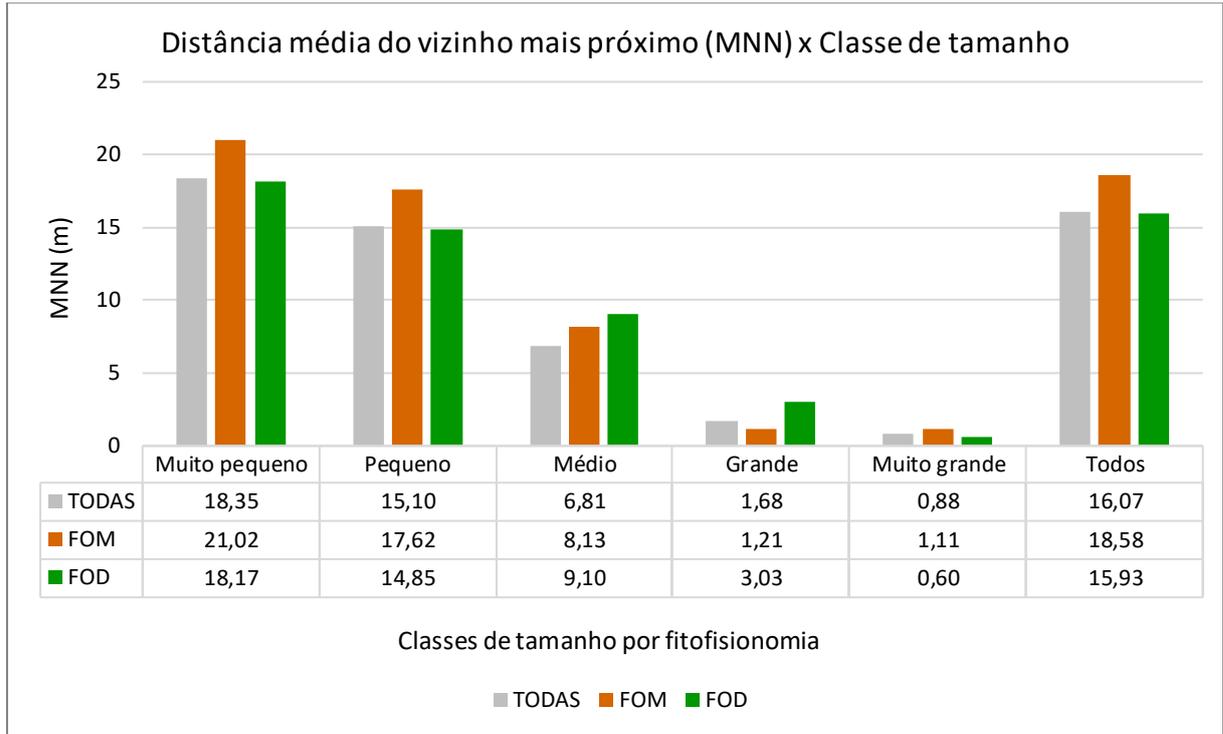
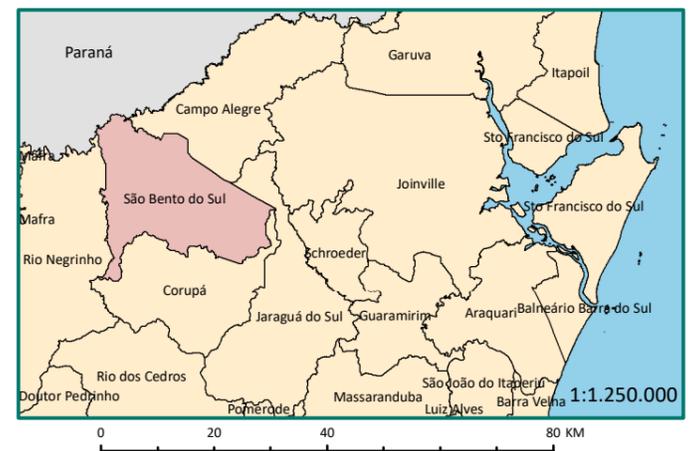
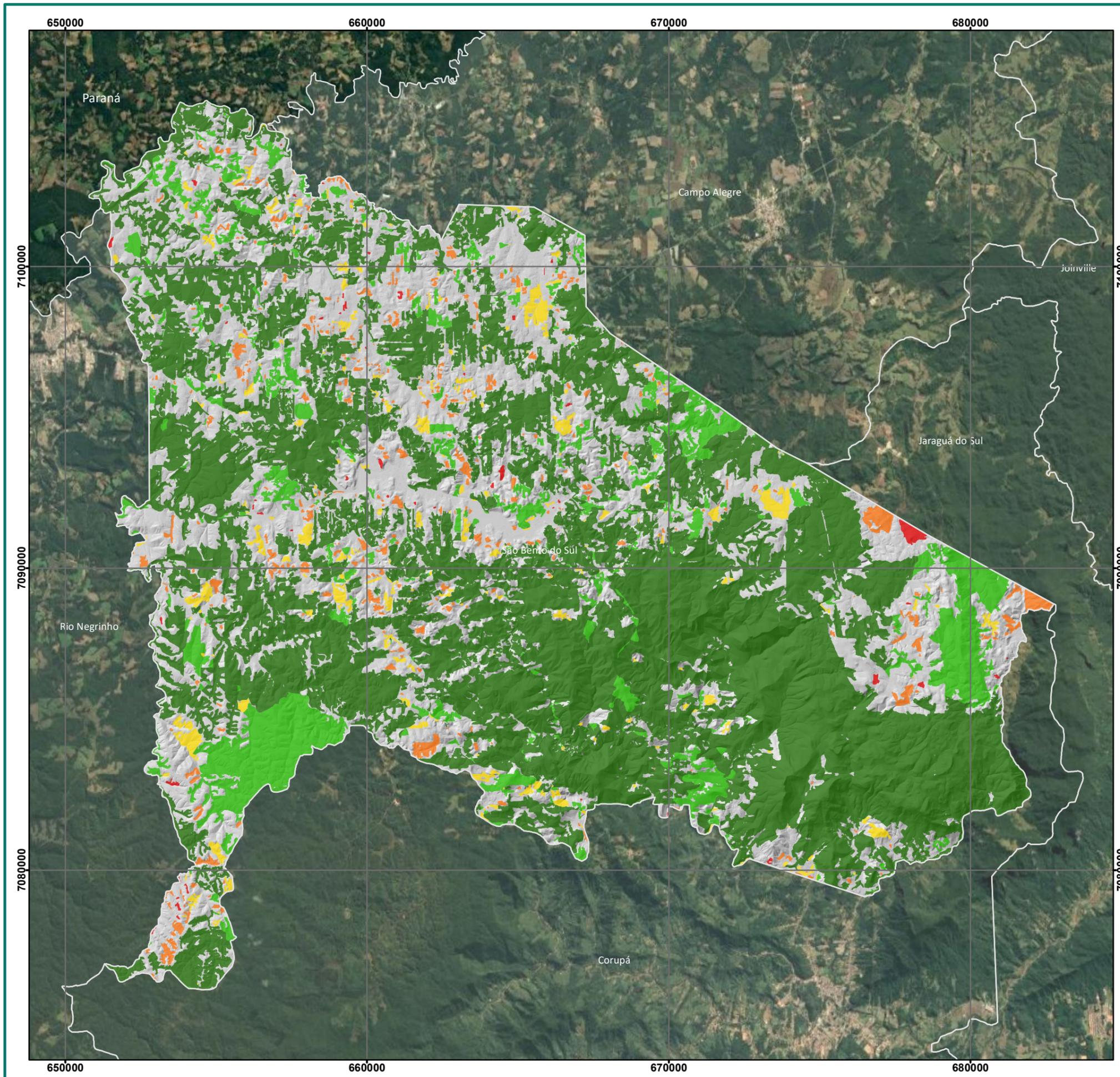


Figura 13 – Distância média do vizinho mais próximo em relação à classe de tamanho por fitorregião.

No subsequente mapa é possível visualizar a distribuição dos fragmentos florestais em relação a distância entre estes (em metros). Em tal mapa, fica visível que os fragmentos de maior porte tendem a estar mais próximo de outros fragmentos.



Legenda:

- Limites municipais
- Áreas não florestais

Distância do vizinho mais próximo (em metros)

- 0,00 - 4,99
- 5,00 - 9,99
- 10,00 - 19,99
- 20,00 - 99,99
- >100,00

Referências:

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 SEPLAN/2013 - Secretaria do Planejamento e Orçamento
 Imagem Online - DigitalGlobe

Sistema de Coordenadas Geográficas
 UTM Zona 22S
 Datum: SIRGAS 2000

0 1,75 3,5 7 KM

Título:
 DISTÂNCIA DO VIZINHO MAIS PRÓXIMO

Mestranda:

 Biolª Natani dos Santos Coser

Orientador:

 Profº Drº Carlos José de Carvalho Pinto

Município: São Bento do Sul - SC

Data: NOV/2021 **Escala:** 1:130.000

MESTRADO
 PROFISSIONAL
 EM PERÍCIAS
 AMBIENTAIS

4.3 INSERÇÃO DO HOMEM NO SISTEMA DE ESTUDO DA PAISAGEM

Conforme já discutido, a ecologia da paisagem possui tanto uma abordagem geográfica (paisagem), quanto biológica (ecologia). Todavia, Metzger (2001) recomenda que o estudo da ecologia da paisagem seja realizado sob uma perspectiva integrada, com a inserção do ser humano na avaliação. Portanto, o presente item fora elaborado intentando apresentar metodologias para inserção do homem como parte integrante do sistema de análise da ecologia da paisagem, como já proposto por Troll (1939) e por Naveh e Lieberman (1984).

Com todos os dados já apresentados no presente estudo, fica evidente que, no município de São Bento do Sul, a fragmentação florestal é observada na Floresta Ombrófila Mista com maior expressividade quando comparada à Floresta Ombrófila Densa. Tal constatação se justifica especialmente por fatores antrópicos, como o fato de a área urbana do município estar inteiramente na região da FOM, por essa ser mais plana quando comparada à FOD (facilitando o uso alternativo do solo) e ainda pelo fato da FOD estar amplamente inserida na APA do Rio Vermelho, que ocupa 48% da área total do município (Mapa 13) (PMSBS, 2019).

Ao analisar os fragmentos florestais de acordo com a zona na qual estão inseridos, como pode ser visualizado nas figuras subsequentes (Figura 14 e Figura 15) e no Mapa 14, o cenário de dissemelhança fica ainda mais evidente. A zona rural do município compreende 25908,27 ha florestados, o que equivale a 62,34% de sua área ocupada por fragmentos florestais, enquanto a zona urbana do município soma 2558,66 ha florestados, o que equivale a 31,93% de sua área ocupada por fragmentos florestais. Ainda, o tamanho médio dos fragmentos na área rural é de 13,64 ha enquanto na área urbana é de apenas 2,92 ha.

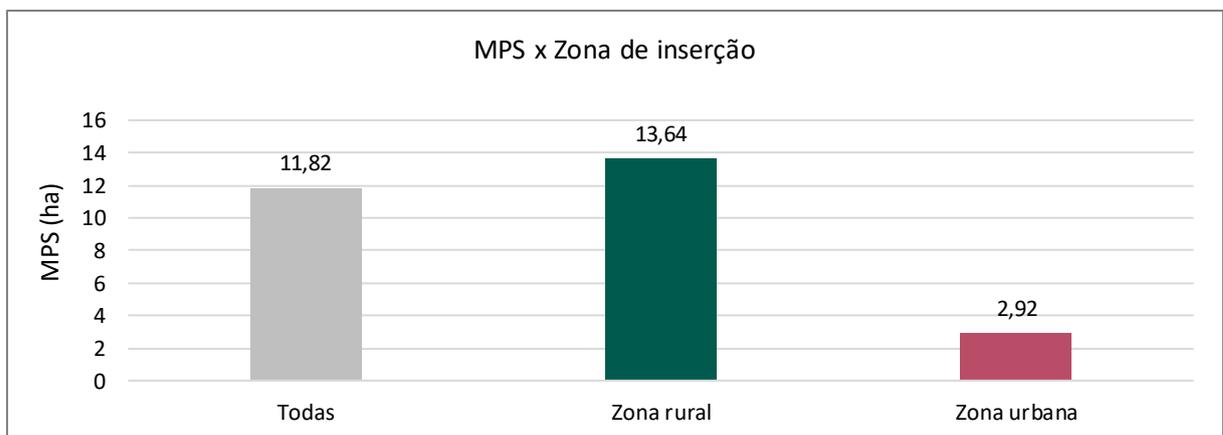


Figura 14 – Tamanho médio dos remanescentes florestais por zona de inserção

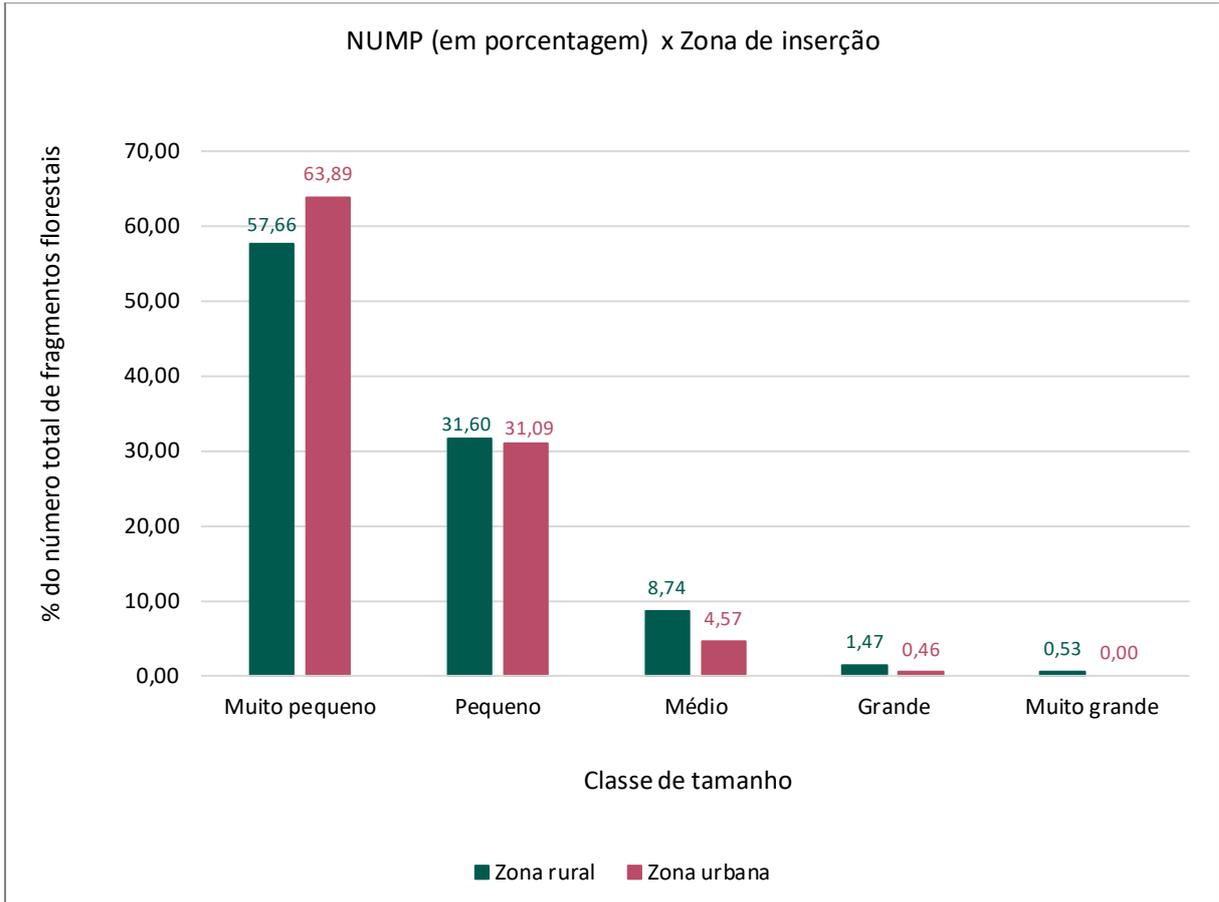
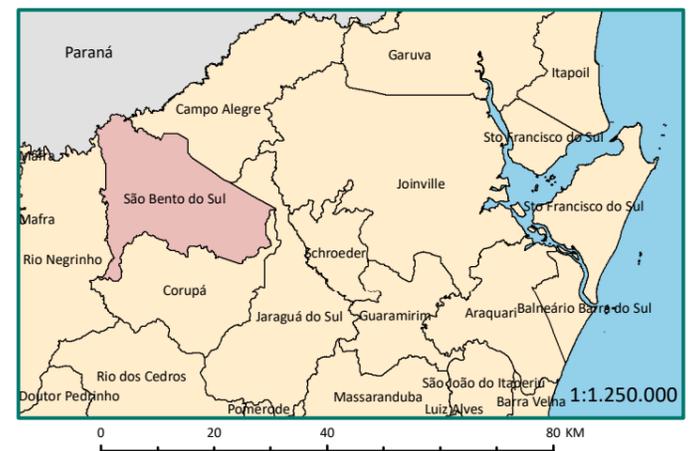
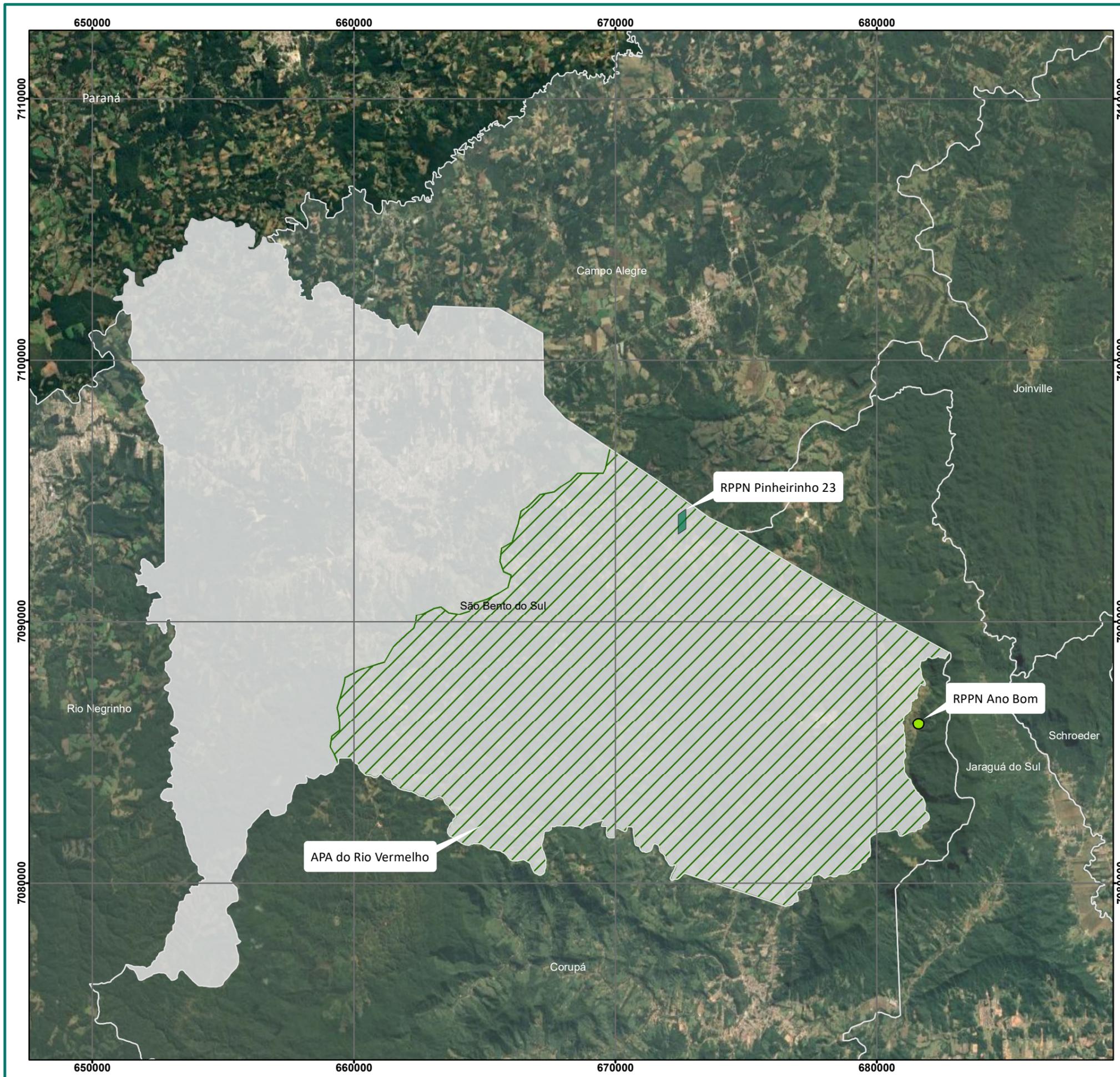


Figura 15 – Remanescentes florestais de acordo com a zona de inserção.



Legenda:

- Limites municipais/SC
- São Bento do Sul
- Unidades de conservação**
- APA do Rio Vermelho
- RPPN Pinheirinho 23
- RPPN Ano Bom

Referências:

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 SEPLAN/2013 - Secretaria do Planejamento e Orçamento
 MMA - Ministério do Meio Ambiente
 Prefeitura de São Bento do Sul

Sistema de Coordenadas Geográficas
 UTM Zona 22S
 Datum: SIRGAS 2000

0 2 4 8 KM

Título:
 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Mestranda:

 Biolª Natani dos Santos Coser



Orientador:

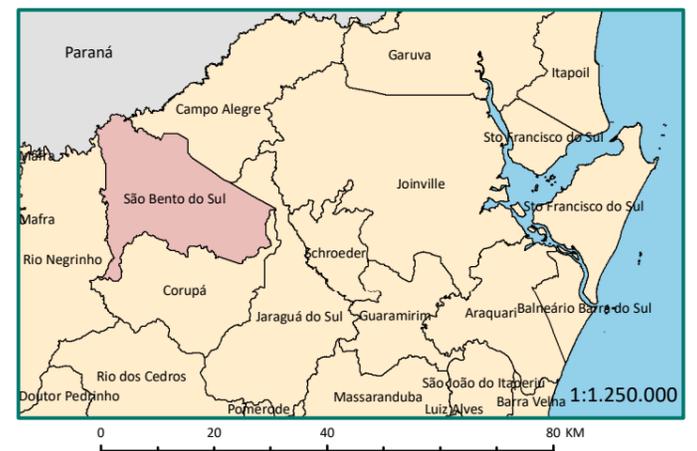
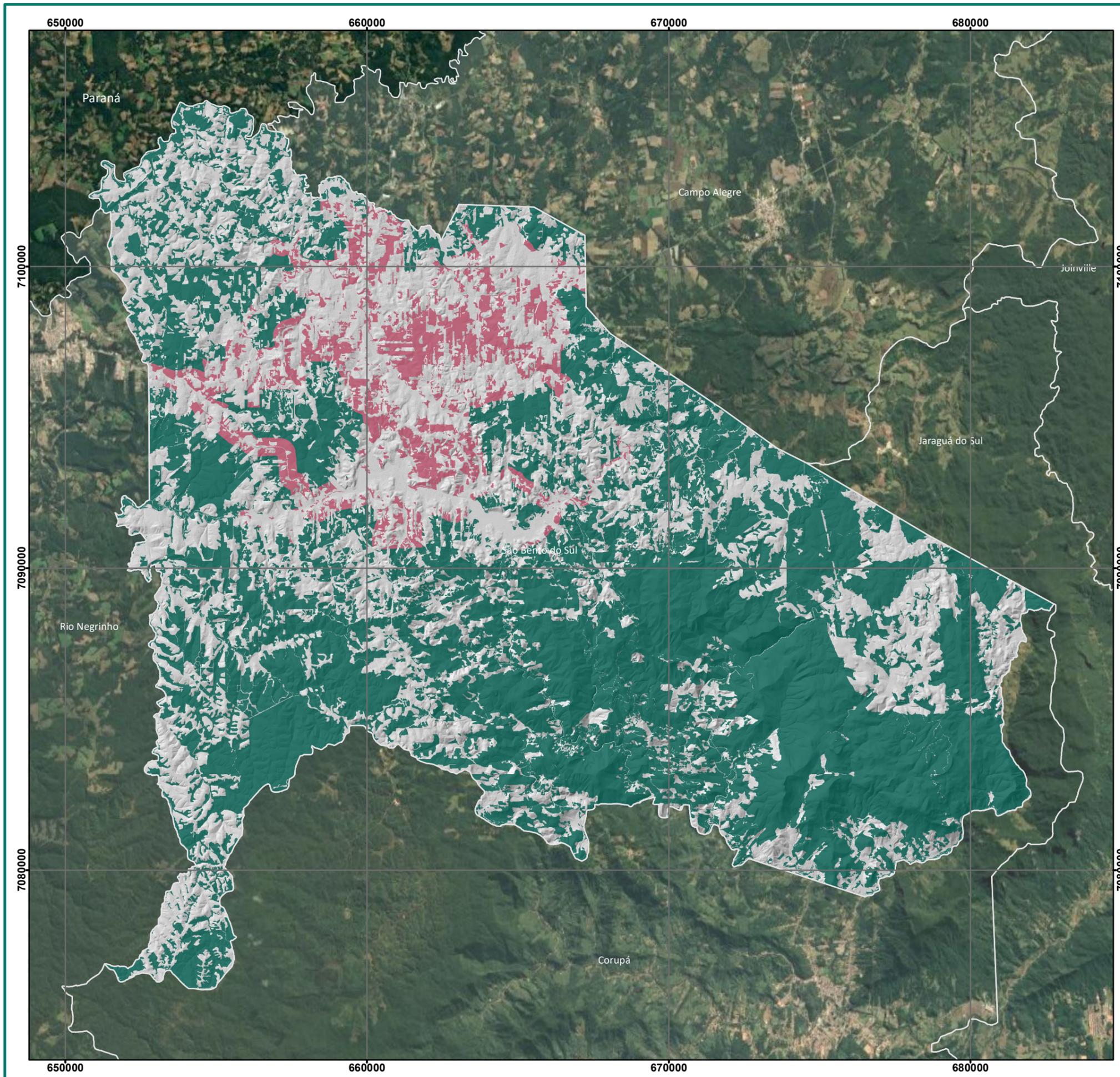
 Profº Drº Carlos José de Carvalho Pinto



Município: São Bento do Sul - SC

Data: NOV/2021 **Escala:** 1:150.000





Legenda:

- Limites municipais/SC
- Áreas não florestais
- Área florestal remanescente**
 - Zona rural (25908,27 ha ou 62,34% ocupada)
 - Zona urbana (2558,66 ha ou 31,93% ocupada)

Referências:

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 SEPLAN/2013 - Secretaria do Planejamento e Orçamento
 Imagem Online - DigitalGlobe

Sistema de Coordenadas Geográficas
 UTM Zona 22S
 Datum: SIRGAS 2000

Título:
 ÁREA FLORESTAL REMANESCENTE EM ZONA RURAL E URBANA

Mestranda:
 Biolª Natani dos Santos Coser

Orientador:
 Profº Drº Carlos José de Carvalho Pinto

Município: São Bento do Sul - SC

Data: NOV/2021 **Escala:** 1:130.000

MESTRADO
 PROFISSIONAL
 EM PERÍCIAS
 AMBIENTAIS

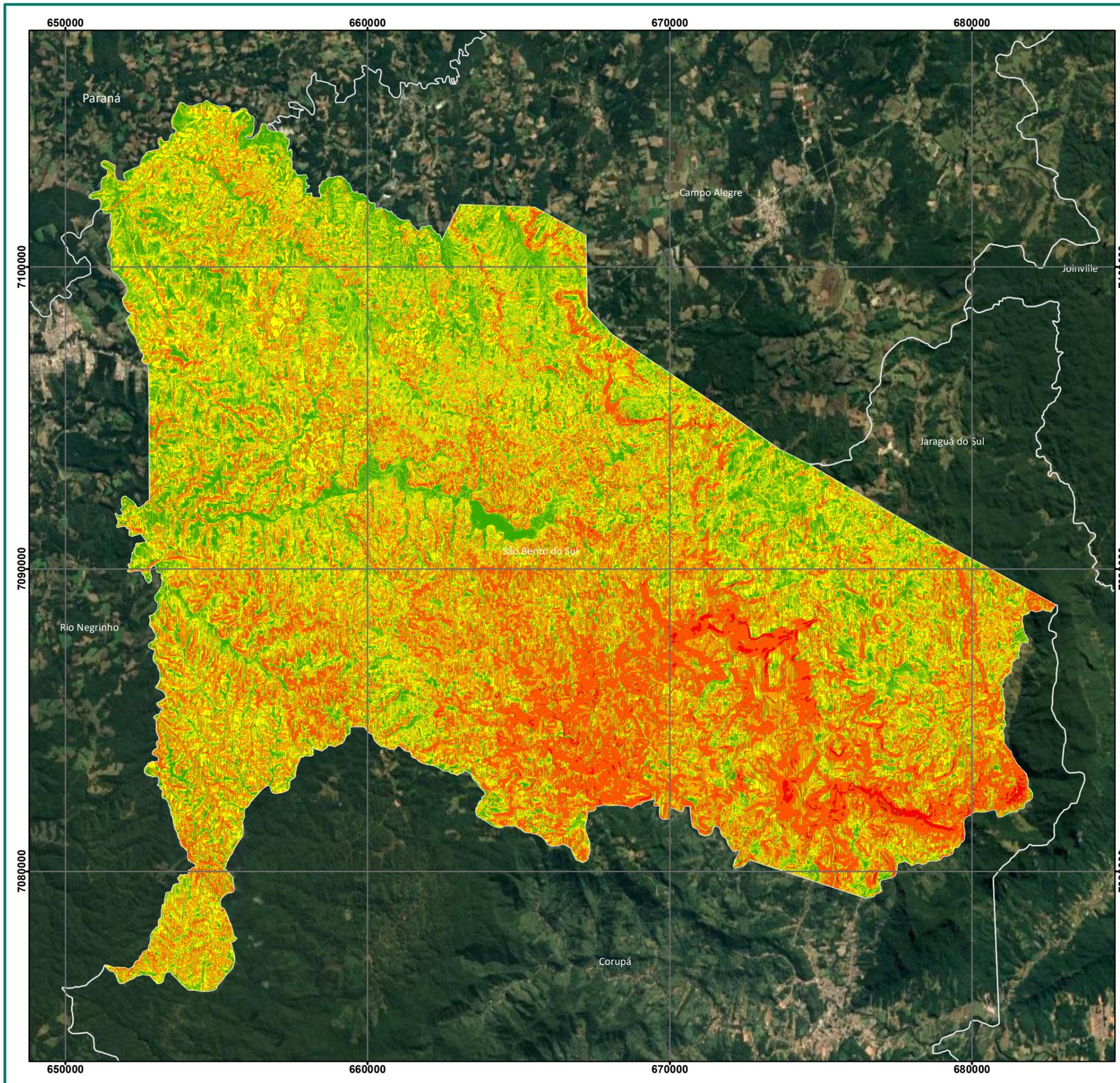
Em relação à declividade, como sugestão de metodologia para interrelacionar o ser humano e a paisagem, se realizou a análise da área total ocupada por fragmentos florestais em relação a classes de relevo na qual estão inseridos. Tal metodologia se justifica uma vez que é sabido na literatura a correlação entre a energia do relevo e a cobertura florestal – quanto mais acidentado é relevo mais dificultado é o uso alternativo do solo antrópico e, portanto, maior a cobertura vegetal (CENTODUCATTE, 2011; FERREIRA, 2019 e RODRIGUES e LEITE, 2021).

Para viabilizar a análise dos remanescentes florestais relacionados à declividade, foram definidas 7 classes de relevo de acordo com a Resolução 387/2006 do IBAMA (IBAMA, 2006). Tais classes estão apresentadas na Tabela 14, tanto em porcentagem quanto em graus.

Tabela 14 – Classes de relevo de acordo com a respectiva classe de declividade em percentual e em graus.

Classe de relevo	Classes de declividade	
	Em percentual	Em graus
Plano	0 - 5	0 - 2,9
Suave Ondulado	5 - 10	2,9 - 5,7
Ondulado	10 - 15	5,7 - 8,5
Muito Ondulado	15 - 25	8,5 - 14
Forte Ondulado	25 - 47	14 - 25
Áreas de Uso Restrito	47 - 100	25 - 45
Área de Preservação Permanente	> 100	> 45

Fonte: IBAMA, 2006.



Legenda:

- Limites municipais

Declividade e Classes de relevo

- 0 - 2,9 (até 5%) - Plano
- 2,9 - 5,7 (até 10%) - Suave Ondulado
- 5,7 - 8,5 (até 15%) - Ondulado
- 8,5 - 14 (até 25%) - Muito Ondulado
- 14 - 25 (até 47%) - Forte Ondulado
- 25 - 45 (até 100%) - Áreas de Uso Restrito
- > 45 (>100%) - Área de Preservação Permanente

Referências:

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 SDS - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Social
 Imagem Online - DigitalGlobe

Sistema de Coordenadas Geográficas
 UTM Zona 22S
 Datum: SIRGAS 2000

0 1,75 3,5 7 KM

Título:
 DECLIVIDADE E CLASSES DE RELEVO

Mestranda:

 Biol^a Natani dos Santos Coser



Orientador:

 Prof^o Dr^o Carlos José de Carvalho Pinto



Município: São Bento do Sul - SC

Data: NOV/2021 **Escala:** 1:130.000



O resultado obtido no presente estudo vai ao encontro do que sugerem autores como Centoducatte (2011), Ferreira (2019), e Rodrigues e Leite (2021), sendo verificado que quanto maior a declividade, maior a porcentagem de cobertura florestal associada. Tal afirmação fica evidente ao se observar os dados dispostos na Figura 16.

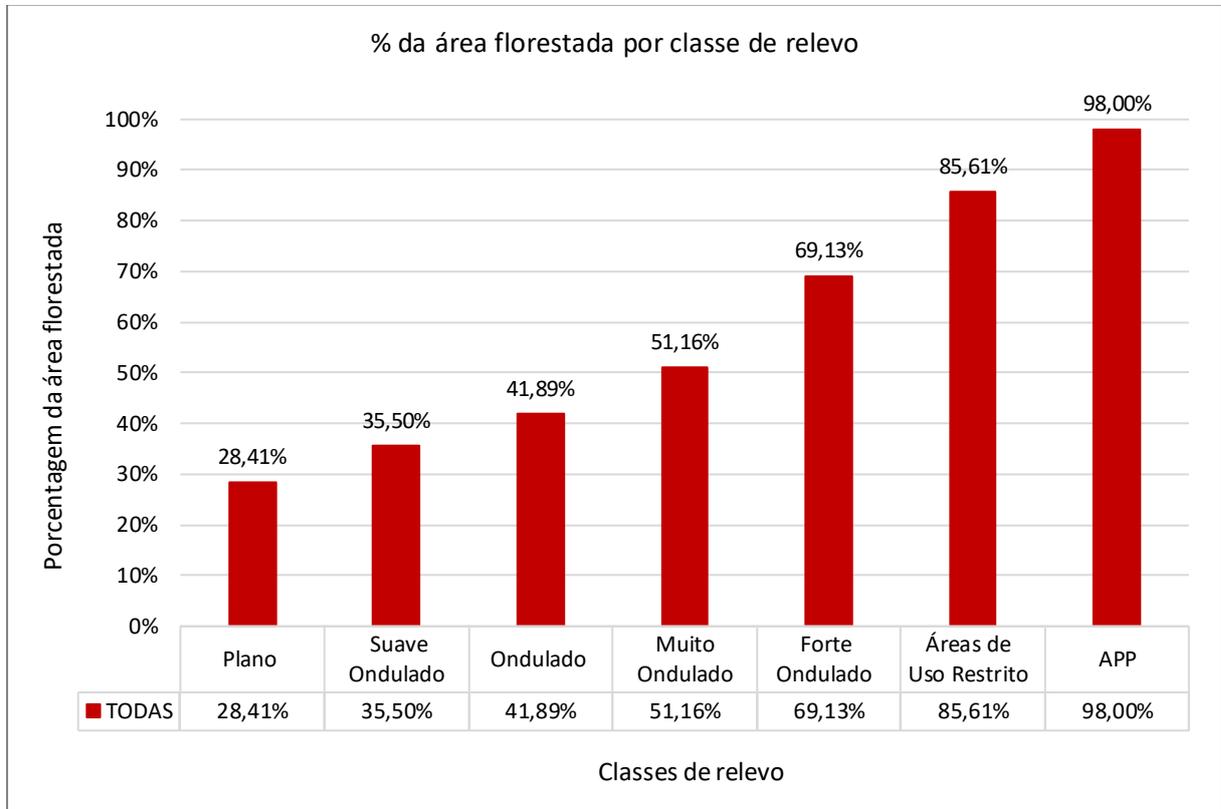


Figura 16 - Porcentagem de área total florestada em relação à classe de relevo.

Em relação à classe de relevo por fitorregião, conforme apresentado na Figura 17 a FOM é a que possui maior parte de sua área coberta pelas classes de relevo menos acidentadas: plano, suave ondulado, ondulado e muito ondulado. Já na classe de relevo forte ondulado, essa é representada especialmente na FOD. As áreas de uso restrito e de preservação permanente, que correspondem às classes mais declivosas, ocupam maior porcentagem na Floresta Nebular e FOD respectivamente. Portanto, tal análise vai ao encontro dos dados já discutidos ao longo do estudo, sendo a FOM a região com menor declividade, menor média de tamanho dos fragmentos florestais e menor porcentagem de área florestada, fatores atribuídos ao uso alternativo do solo facilitado na região.

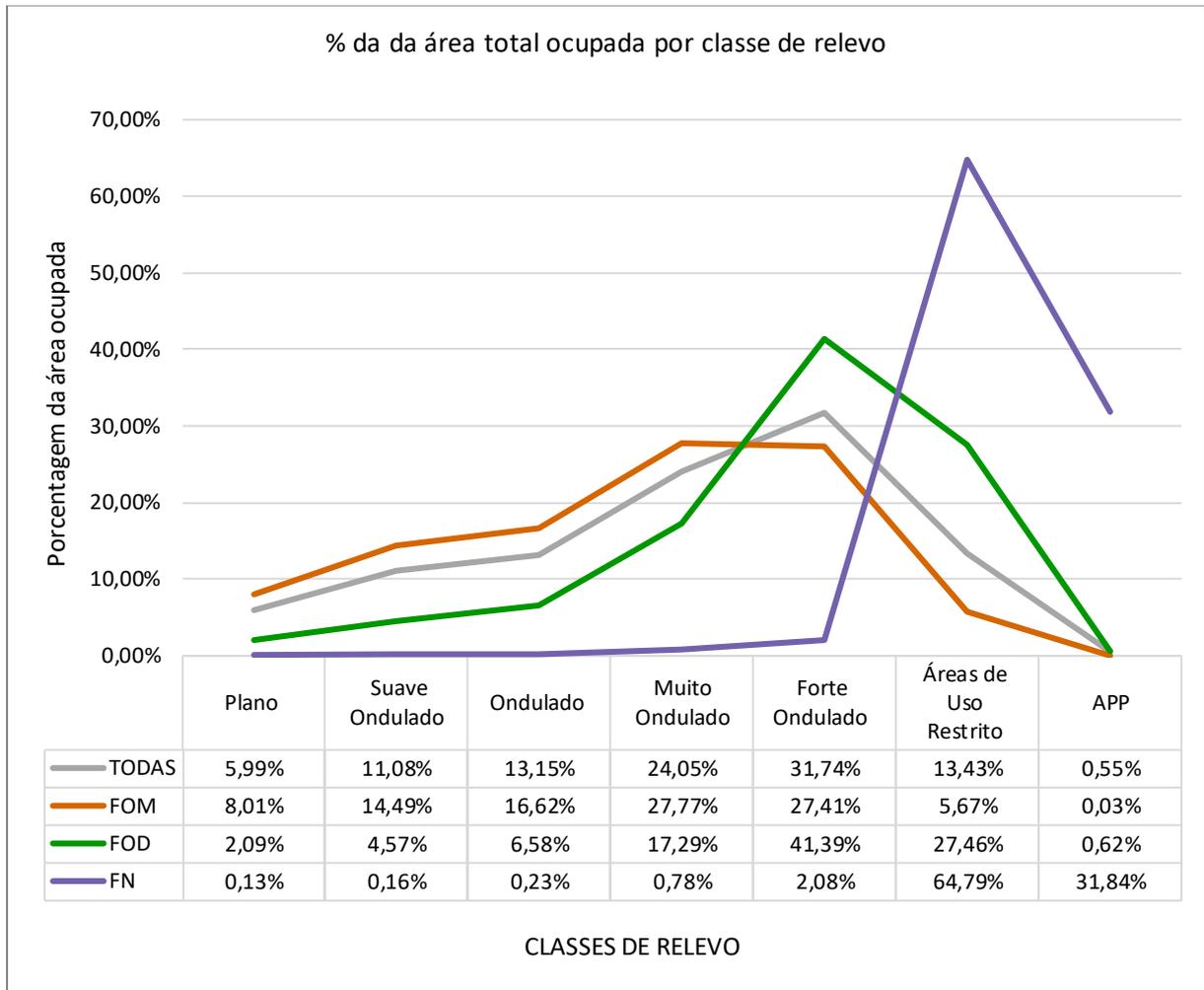


Figura 17 – Porcentagem de área total ocupada por classe de relevo por fitorregião.

Quando se observa o montante total de área florestada, conforme ilustra a Figura 18, o relevo forte ondulado soma o maior valor total. Tanto a FOM quanto a FOD apresentam o maior montante de área florestal nessa classe de relevo, entretando, o restante da área florestal da FOM puxa para classes menos declivosas, enquanto na FOD, para classes compostas por declividade mais acentuada. No Mapa 16 é possível visualizar os remanescentes florestais de São Bento do Sul de acordo com a classe de relevo na qual estão inseridos.

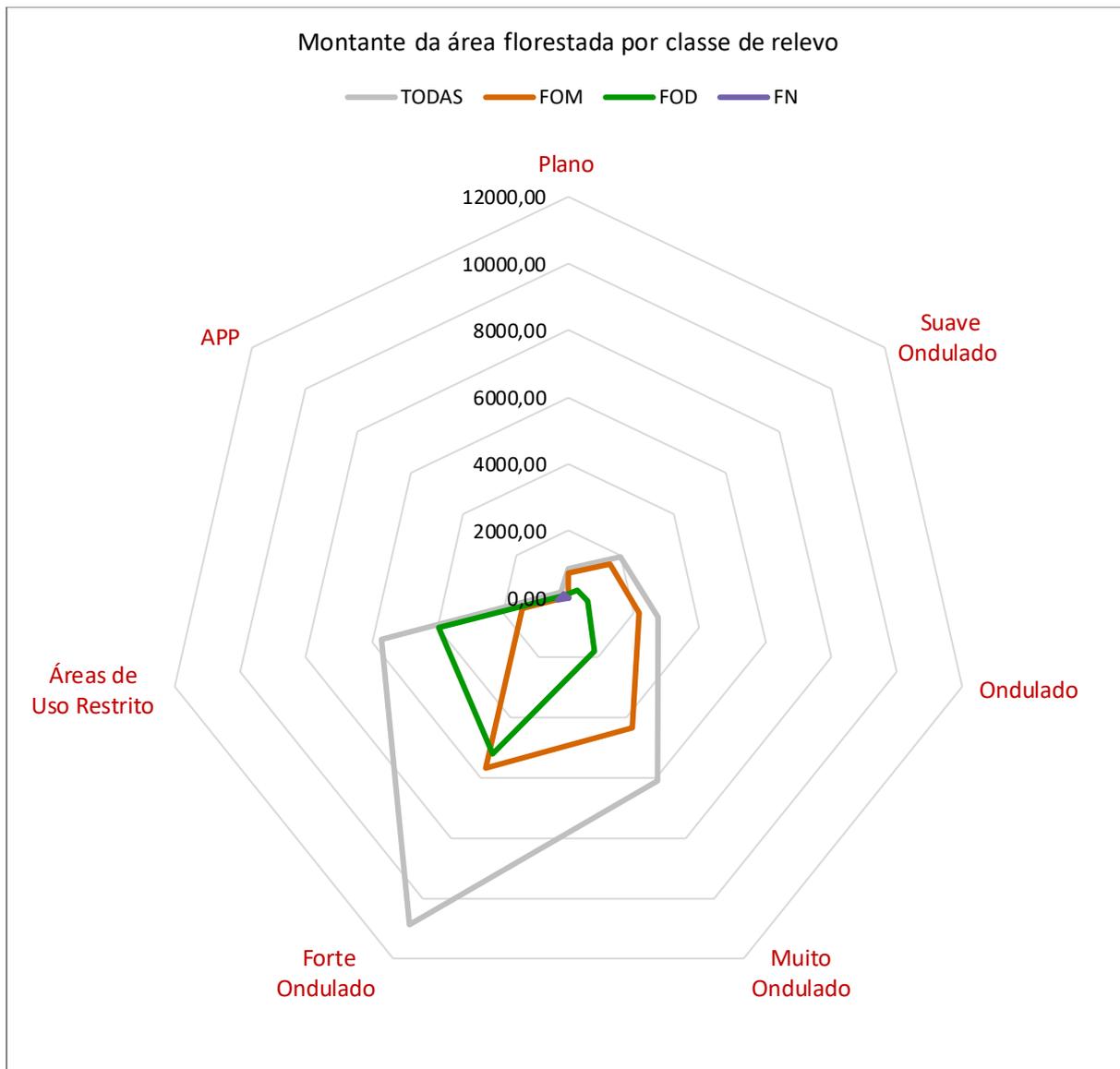
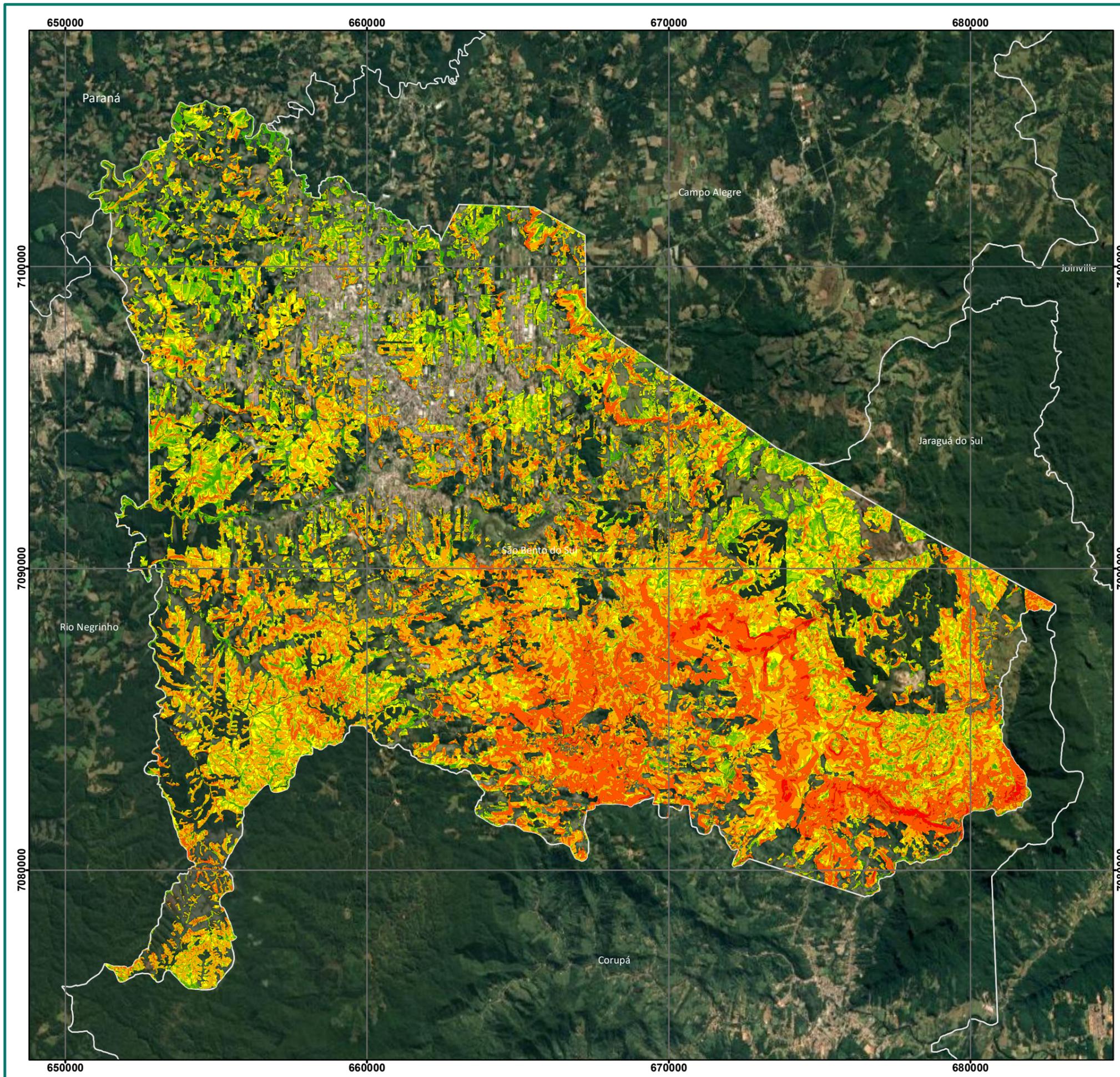


Figura 18 – Montante de área florestada por classe de relevo em relação à fitorregião.



Legenda:

- Limites municipais

Classe de relevo e porcentagem ocupada por fragmento florestal

- Plano (28,41% ocupado por fragmento florestal)
- Suave Ondulado (35,50% ocupado por fragmento florestal)
- Ondulado (41,89% ocupado por fragmento florestal)
- Muito Ondulado (51,16% ocupado por fragmento florestal)
- Forte Ondulado (69,13% ocupado por fragmento florestal)
- Áreas de Uso Restrito (85,61% ocupado por fragmento florestal)
- APP (98,00% ocupado por fragmento florestal)

Referências:

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 SDS - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Social
 Imagem Online - DigitalGlobe

Sistema de Coordenadas Geográficas
 UTM Zona 22S
 Datum: SIRGAS 2000

0 1,75 3,5 7 KM

Título: REMANESCENTES FLORESTAIS POR CLASSE DE RELEVO

Mestranda:
 Biolª Natani dos Santos Coser

Orientador:
 Profº Drº Carlos José de Carvalho Pinto

Município: São Bento do Sul - SC

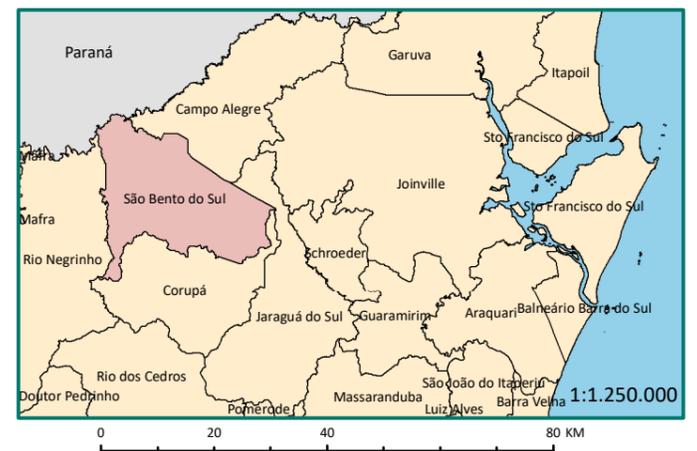
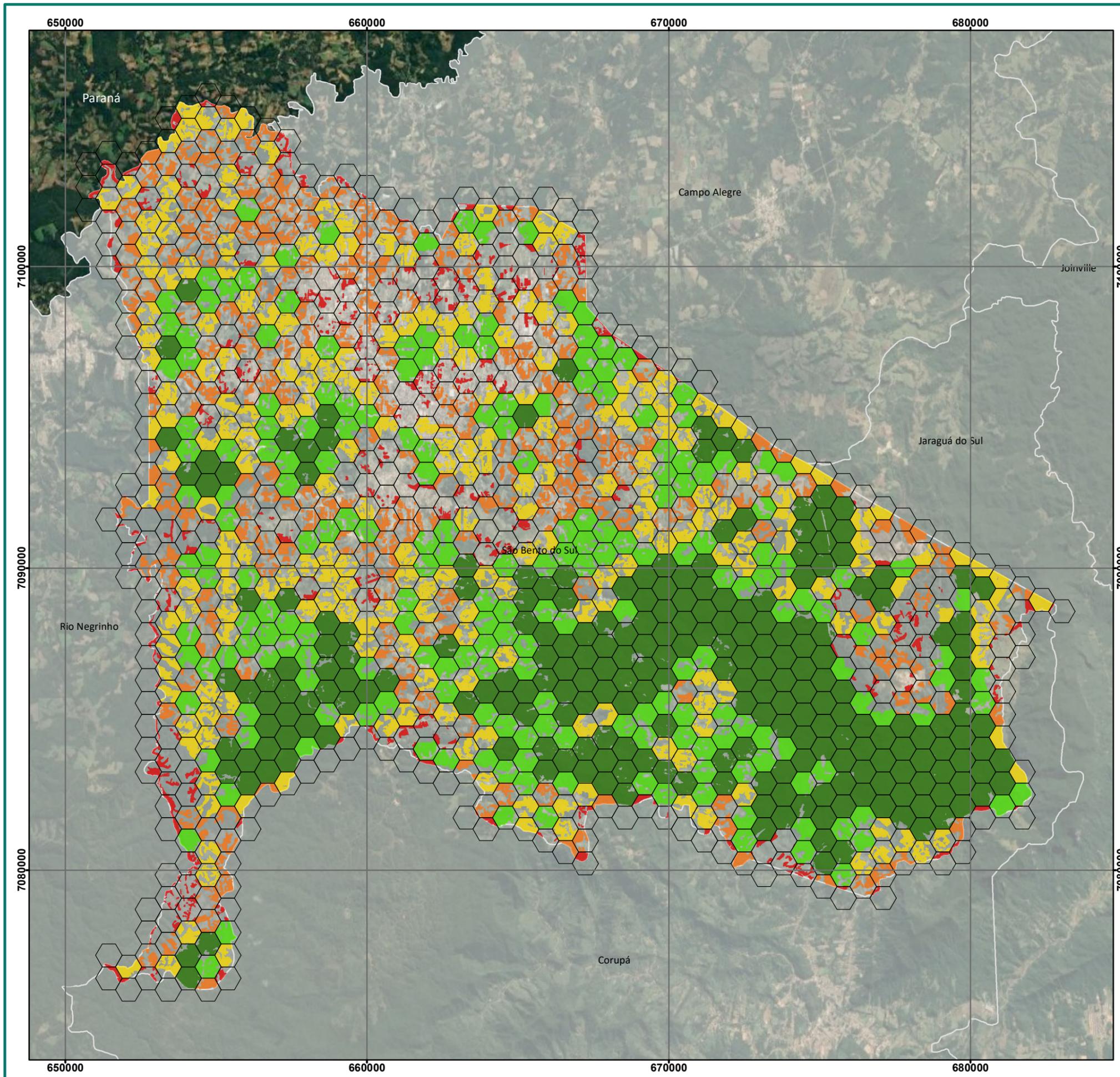
Data: NOV/2021 **Escala:** 1:130.000



4.4 ÁREAS JÁ DEFINIDAS COMO PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

As Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade foram delimitadas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) com apoio do Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPE). Os critérios utilizados para tal delimitação seguiram a metodologia proposta pela Comissão Nacional da Biodiversidade (CONABIO) N° 39/2005, ou seja, foram considerados critérios como persistência, representatividade e vulnerabilidade dos ambientes (PMMASBS, 2021).

Conforme pode ser visualizado no Mapa 17, elaborado através do *shapefile* disponibilizado pelo MMA, no município de São Bento do Sul sucedem duas áreas prioritárias, uma de importância biológica “muito alta” e prioridade de ação “muito alta”, localizada na região leste do município. Tal área está classificada como “código 1” que se relaciona à criação de unidades de conservação, que teve o objetivo cumprido com a criação da APA do Rio Vermelho, que se localiza na mesma região. A segunda área prioritária para conservação incidente no município possui importância biológica “extremamente alta” e prioridade de ação “muito alta” e se localiza na região noroeste de São Bento do Sul. Tal área engloba parte da área urbana do município e é classificada como “código 13”, que corresponde à recuperação de áreas degradadas.



Legenda:

- Limites municipais
- Quadrantes (50 ha), classes*:**
- Classe 1 (0,00 - 10,00)
- Classe 2 (10,01 - 20,00)
- Classe 3 (20,01 - 30,00)
- Classe 4 (30,01 - 40,00)
- Classe 5 (40,01 - 50,00)

**Classes de acordo com a área ocupada por fragmentos florestais (ha)*

Referências:

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 SEPLAN/2013 - Secretaria do Planejamento e Orçamento
 Imagem Online - DigitalGlobe

Sistema de Coordenadas Geográficas
 UTM Zona 22S
 Datum: SIRGAS 2000

Título:
 ÁREA FLORESTAL POR QUADRANTES DE 50 HA

Mestranda:

 Biolª Natani dos Santos Coser

Orientador:

 Profº Drº Carlos José de Carvalho Pinto

Município: São Bento do Sul - SC

Data: NOV/2021 **Escala:** 1:130.000

MESTRADO
 PROFISSIONAL
 EM PERÍCIAS
 AMBIENTAIS

4.5 ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A RECUPERAÇÃO

Para apontar as áreas prioritárias de ações de recuperação, primeiramente, dividiu-se os fragmentos de vegetação nativa do município em classes de quadrantes. Para tal análise, todo o município foi dividido em quadrantes de 50 ha cada, que foram classificados de acordo com sua área total florestada, sendo:

- Classe 1: quadrantes com área florestal ocupando de 0,00 a 10,00 ha;
- Classe 2: quadrantes com área florestal ocupando de 10,01 ha a 20,00 ha;
- Classe 3: quadrantes com área florestal ocupando de 20,01 ha a 30,00 ha;
- Classe 4: quadrantes com área florestal ocupando de 30,01 ha a 40,00 ha;
- Classe 5: quadrantes com área florestal ocupando de 40,01 ha a 50,00 ha.

O resultado obtido possui tendência inversamente proporcional entre a porcentagem de área total florestada e a porcentagem do número total de quadrantes pertencentes a cada classe. As menores classes compreendem menor porcentagem da área total e maior porcentagem de número total de quadrantes, enquanto as maiores classes compreendem maior porcentagem da área total e menor porcentagem de número total de quadrantes (Figura 19).

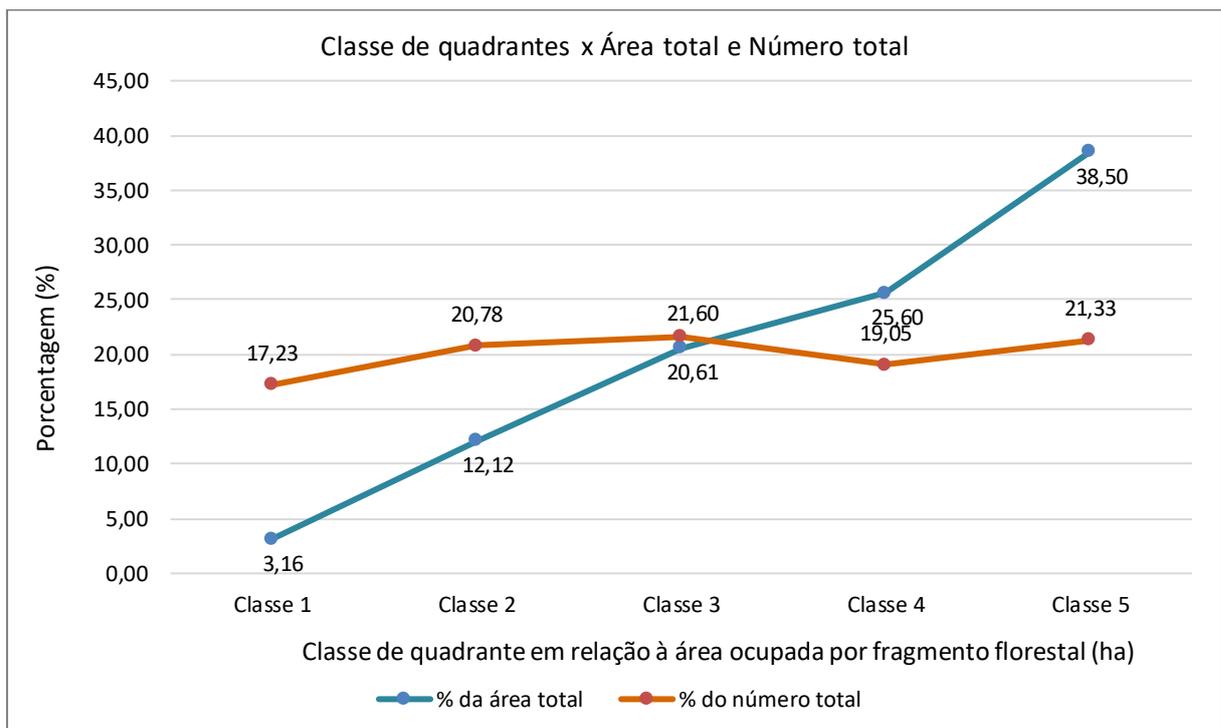


Figura 19 – Classe de quadrante dos fragmentos florestais em relação à área total e número total.

Como pode ser conferido também na Tabela 15, em relação à área total ocupada, em ordem decrescente de representatividade das classes de quadrante, se registrou: Classe 5, Classe 4, Classe 3, Classe 2 e Classe 1. Já em relação ao número total de quadrantes pertencentes à cada classe, não se obteve uma tendência no resultado geral, sendo verificado em ordem decrescente de representatividade: Classe 3, Classe 5, Classe 2, Classe 4 e Classe 1. No Mapa 18 é possível visualizar a disposição dos quadrantes de 50 ha por todo o município, sendo que a coloração vermelha representa fragmentos de menor área por quadrante, e os verdes, com maior área ocupada por quadrante.

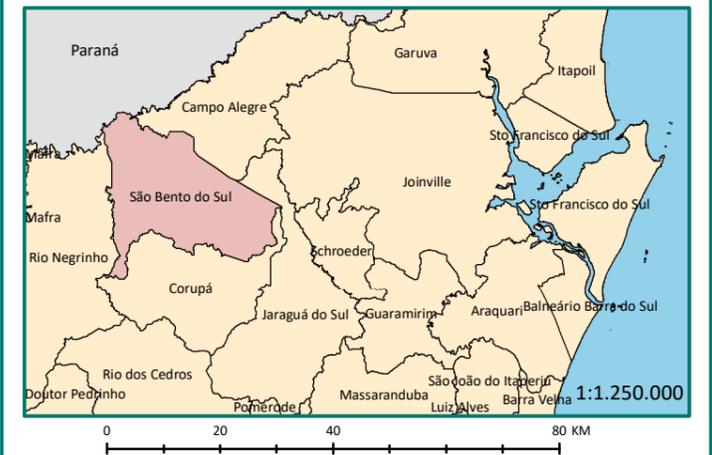
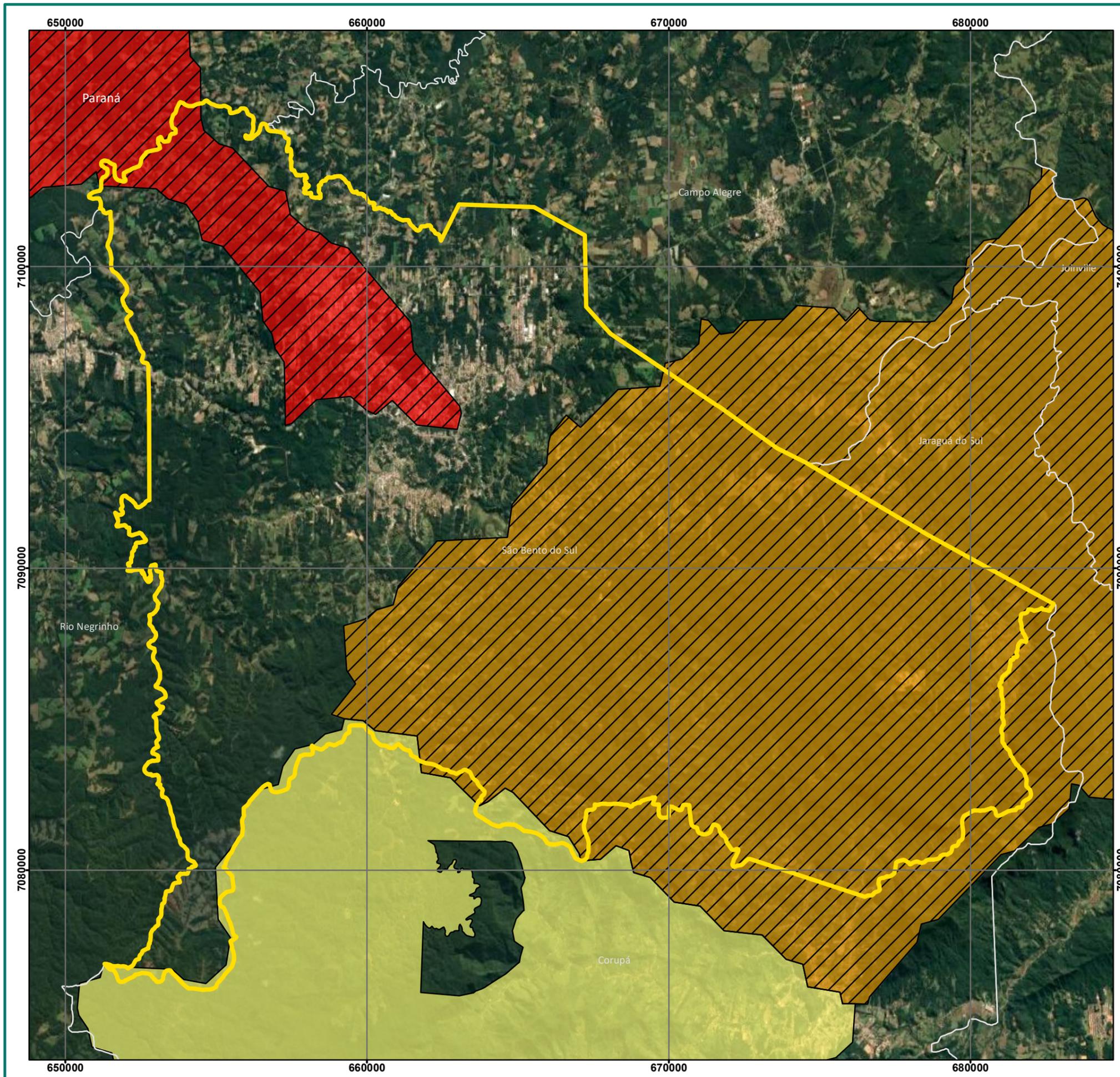
Tabela 15 - Classe de quadrante e respectiva área e número de quadrantes por classe.

CLASSE DE QUADRANTE	ÁREA (ha)	Nº
Classe 1 (0,00 - 10,00)	900,75	189
Classe 2 (10,01 - 20,00)	3449,92	228
Classe 3 (20,01 - 30,00)	5868,30	237
Classe 4 (30,01 - 40,00)	7288,56	209
Classe 5 (40,01 - 50,00)	10959,40	234
Total	28466,94	1097

O segundo passo para a seleção das áreas prioritárias para a conservação no município de São Bento do Sul, foi selecionar todos os quadrantes incidentes na APA do Rio Vermelho, e assim, foram selecionadas as regiões ocupadas pelas classes de número 1, 2 e 3, de modo a preencher os espaços vazios (não vegetados), mitigando a fragmentação desta área de preservação. O terceiro passo foi a seleção das APPs de matas ciliares e nascentes fora da APA do Rio vermelho, que não estão ocupadas por fragmentos florestais, de modo a criar corredores ecológicos por todo o município, especialmente entre as áreas fora e dentro da APA.

Como resultado, foram totalizados 3111,56 ha como áreas prioritárias para recuperação, sendo 2321,94 ha equivalente a áreas desmatadas em zona rural e 789,62 ha a áreas desmatadas em zona urbana. O Mapa 19 ilustra a distribuição das áreas prioritárias para a recuperação.

O objetivo de selecionar estas áreas é fazer se cumprir a legislação ambiental relativa às APPs de hidrografia, além de obter fragmentos mais densos na região da APA do Rio Vermelho, formando maiores conexões de modo a agregar áreas de corredores para a fauna e mitigar o efeito de borda sobre os fragmentos e o isolamento das populações.



Legenda:

Limites municipais
 São Bento do Sul

Importância Biológica	Prioridade de Ação
 Extremamente Alta	 Alta
 Muito Alta	 Extremamente Alta
 Alta	 Muito Alta

Referências:

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 SEPLAN/2013 - Secretaria do Planejamento e Orçamento
 MMA - Ministério do Meio Ambiente 2017/2018
 Imagem Online - DigitalGlobe

Sistema de Coordenadas Geográficas
 UTM Zona 22S
 Datum: SIRGAS 2000

0 1,75 3,5 7 KM

Título:
 ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Mestranda:

 Biolª Natani dos Santos Coser

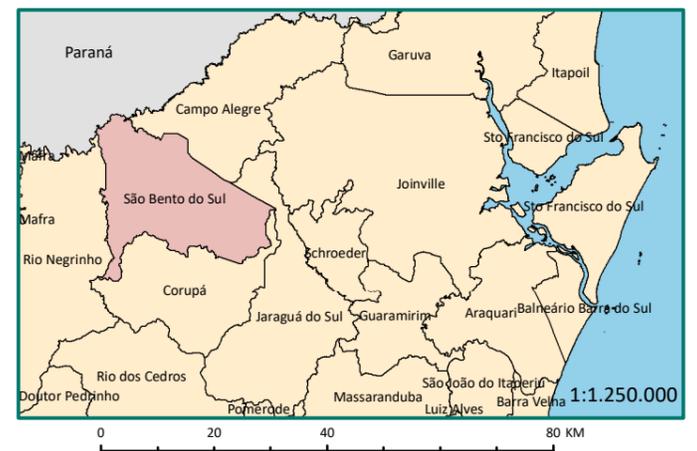
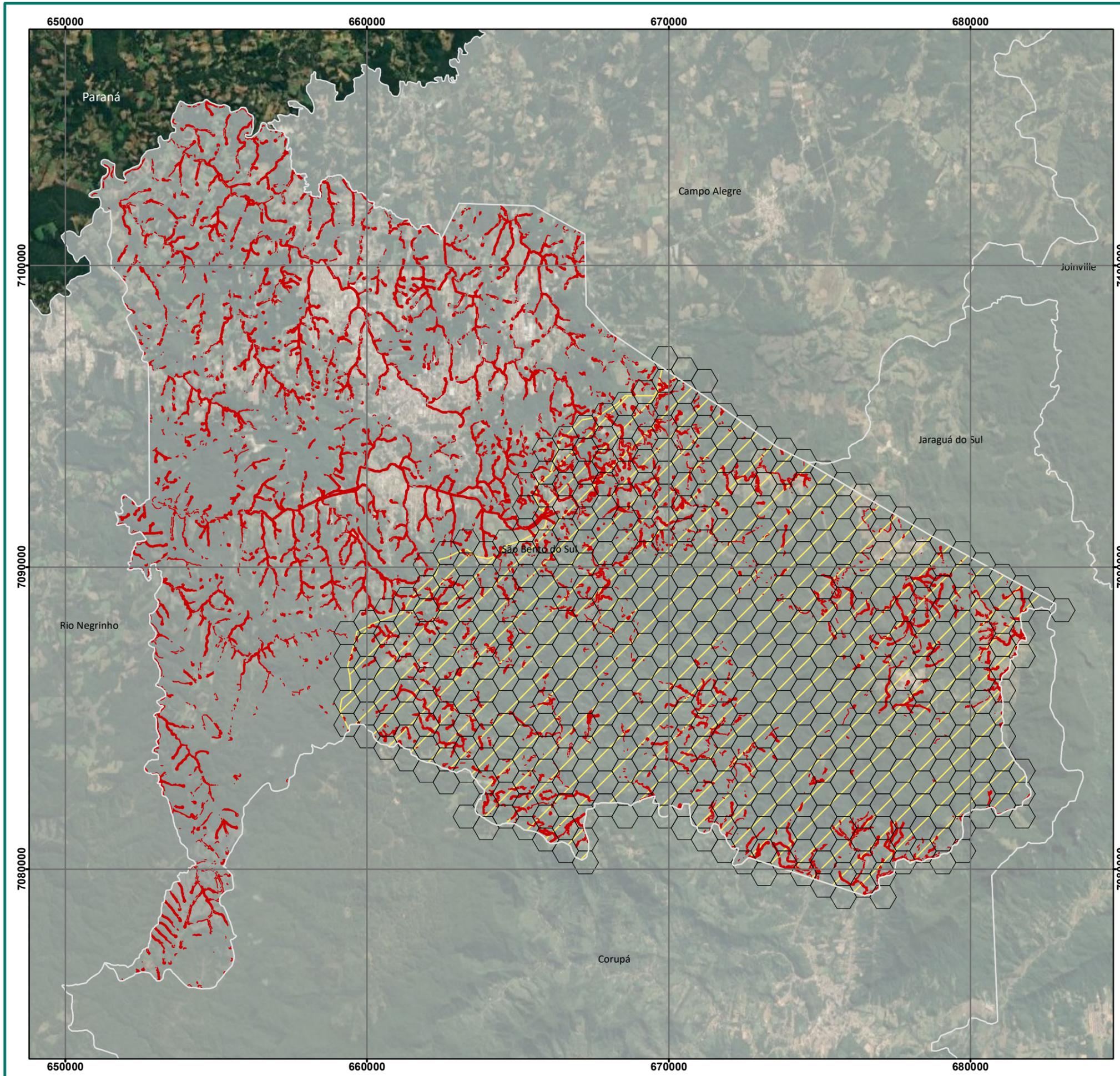
Orientador:

 Profº Drº Carlos José de Carvalho Pinto

Município: São Bento do Sul - SC

Data: NOV/2021 **Escala:** 1:130.000





Legenda:

- Limites municipais
- Áreas prioritárias para a recuperação (3111,56 ha)
- APA do Rio Vermelho**
- Delimitação
- Quadrantes (50 ha)

Referências:

SIGSC - Sistema de Informações Geográficas
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 SEPLAN/2013 - Secretaria do Planejamento e Orçamento
 Imagem Online - DigitalGlobe

Sistema de Coordenadas Geográficas
 UTM Zona 22S
 Datum: SIRGAS 2000

Título:
 ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A RECUPERAÇÃO

Mestranda:

 Biolª Natani dos Santos Coser

Orientador:

 Profº Drº Carlos José de Carvalho Pinto

Município: São Bento do Sul - SC

Data: ABR/2022 **Escala:** 1:130.000



5 CONCLUSÕES

Por meio da análise da ecologia da paisagem florestal do município de São Bento do Sul através da observação das métricas de paisagem e demais metodologias associadas ao presente estudo, é possível concluir que:

- O principal uso da terra registrado no município é o “remanescente florestal” que compreende 57,44% da paisagem;
- Mais da metade dos remanescentes florestais do município pertencem à classe de tamanho “muito pequeno”, ou seja, possuem menos de 1 ha;
- Embora registrados em maior número, os fragmentos muito pequenos correspondem à classe de tamanho com menor montante de área;
- Observando a totalidade dos fragmentos, quanto maior é a classe de tamanho, maior é o montante de área associado e menor é o número total de fragmentos florestais relativos;
- A média de tamanho dos fragmentos florestais de Floresta Ombrófila Densa é aproximadamente o triplo de tamanho do registrado para a Floresta Ombrófila Mista (24,22 ha e 8,09 ha respectivamente);
- O índice de forma calculado para as diferentes classes de tamanho indicou que quanto maior é a classe, mais irregular é o seu formato;
- O valor calculado para a densidade de borda para as diferentes classes de tamanho indicou que quanto menor é a classe, maior a densidade de borda, e conseqüentemente, o efeito de borda;
- Os valores calculados para o índice de área central (tanto para a distância de borda de 50 m quanto de 100 m) para as diferentes classes de tamanho indicaram que quanto maior é a classe, maior o índice de área central, e, portanto, a porcentagem equivalente ao núcleo dos fragmentos;
- O valor calculado para a distância média do vizinho mais próximo para as diferentes classes de tamanho indicou que quanto maior é a classe, menor a distância borda a borda com o vizinho mais próximo;
- A média de tamanho dos fragmentos florestais inseridos na zona rural do município corresponde à 4,7x o tamanho registrado para a zona urbana;
- Quanto mais acidentada a classe de relevo, maior a sua cobertura por fragmentos florestais;

- Em relação às classes de quadrante, a com maior representação em termos de número foi a “Classe 3”, que possui cobertura florestal de 20 ha a 30 ha, já em termos de área, a classe que somou o maior montante foi a “Classe 5”, que possui cobertura florestal de 40 ha a 50 ha.

Os resultados obtidos sugerem que a fragmentação verificada na fitorregião da Floresta Ombrófila Mista é mais expressiva quando comparada à Floresta Ombrófila Densa. Tal fato é explicado exclusivamente por fatores antrópicos, como a exploração madeireira na região; a zona urbana ser inserida inteiramente na FOM; e a topografia local menos acidentada quando comparada à FOD, o que facilita o uso alternativo do solo. Além disso, a FOD do município é amplamente protegida pela APA do Rio Vermelho que compreende quase metade do território de São Bento do Sul.

É importante destacar ainda que embora os fragmentos florestais de maior porte possuam forma mais irregular quando comparados aos fragmentos menores, esses possuem menor efeito de borda e proporcionam melhor qualidade ambiental e capacidade de suporte para a fauna. Em relação aos fragmentos de menor porte, embora sofram maior efeito de borda, esses consolidam sua importância como trampolins ecológicos entre as manchas florestais.

Como resultado das análises, foram totalizados 3111,56 ha como áreas prioritárias para recuperação, sendo 2321,94 ha equivalente a áreas desmatadas em zona rural e 789,62 ha a áreas desmatadas em zona urbana.

A partir dos dados fornecidos pelo presente estudo, é possível realizar o monitoramento da paisagem florestal no município de São Bento do Sul, traçando estratégias para a conservação e recuperação ambiental local.

6 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. S. Recuperação ambiental da mata atlântica. 3ed. Editus, Ilhéus, BA. 200 p. 2016.
- BATISTA M. T. F. Modelação geográfica em processos de caracterização e avaliação da Paisagem numa perspectiva transfronteiriça. Tese de Doutoramento em Ciências do Ambiente. Universidade de Évora, 264 p. 2014.
- BOTELHO, R. G. M. Território e meio ambiente. In: IBGE, Atlas nacional do Brasil, Rio de Janeiro, RJ. 97 p. 2010.
- BRITO, F. Corredores ecológicos: uma estratégia integradora na gestão de ecossistemas. 2ed. Editora UFSC, Florianópolis, SC. 264 p. 2012.
- BRITO, T.; BERBERT, C. O. O INMA que se quer. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão, Santa Teresa, ES. 416 p. 2016.
- CENTODUCATTE, L. D. *et al.* Efeito da topografia no padrão de uso e ocupação do solo no município de Santa Maria de Jetibá, ES, Brasil. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, PR. 8827 p. 2011.
- CONABIO Nº 39/2005. Comissão Nacional da Biodiversidade. Disponível em <http://areasprioritarias.mma.gov.br/images/arquivos/Delib_039.pdf>. Acesso em setembro de 2021.
- CRAWSHAW, D. *et al.* Caracterização dos campos sul-rio-grandenses: uma perspectiva da ecologia da paisagem. Boletim Gaúcho de Geografia, Porto Alegre, RS. 33: 233-252. 2007.
- CUNHA, H. F.; FERREIRA, A. A.; BRANDÃO, D. Composição e fragmentação do Cerrado em Goiás usando Sistema de Informação Geográfica (SIG). Boletim Goiano de Geografia, Goiânia, GO. 27(2): 139-152. 2007.
- DALE, D. H.; PEARSON S. M. Quantifying habitat fragmentation due to land use change in Amazônia. In LAURANCE, W.F., BIERREGAARD, R.O. Tropical Forest remnants: Ecology, management, and conservation of fragmented communities. University of Chicago Press, Chicago, IL, USA. 409 p. 1997.

- DI BITETTI, M. S.; DE ANGELO, C. D.; DI BLANCO, Y. E. e PAVIOLO, A. Niche partitioning and species coexistence in a Neotropical felid assemblage. *Acta Oecologica*, 36 (4): 403-412. 2010.
- FERREIRA, I. J. M. Mudanças nos padrões espaciais de fragmentos remanescentes em uma zona de ecótono. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2017.
- FERREIRA, Jussara D.'Ambrosio *et al.* Remanescentes florestais nos projetos de assentamento de reforma agrária do Estado de Santa Catarina: uma análise temporal. Dissertação. Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais. 2019.
- FORMAN, Richard TT. Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape ecology*, p. 133-142, 1995.
- GILBERT, F.; GONZALEZ, A. e EVANS-FREKE, I. Corridors maintain species richness in the fragmented landscapes of a microecosystem. *Proceedings of the Royal Society, Biological Sciences*, 265 (1396): 577–582. 1998.
- GIMENES, F. B. Q. e AUGUSTO FILHO, O. Mapas de fragilidade ambiental utilizando o processo de análise hierárquica (AHP) e sistema de informação geográfica (SIG). *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu, PR*. 8 p. 2013.
- GUARIZ, H. R.; GUARIZ, F. R. Avaliação do Tamanho e Forma de Fragmentos Florestais por Meio de Métricas de Paisagem para o Município de São Roque do Canaã, Noroeste do Estado do Espírito Santo. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 15 (5): 2139-2153. 2020.
- HAAG, T. *et al.* The effect of habitat fragmentation on the genetic structure of a top predator: loss of diversity and high differentiation among remnant populations of Atlantic Forest jaguars (*Panthera onca*). *Molecular Ecology*, 9 (22): 4906-4921. 2010.

- HERRMANN, B. C.; RODRIGUES, E.; DE LIMA, A. A paisagem como condicionadora de bordas de fragmentos florestais. *Floresta*, 35(1): 13-21. 2005.
- IBAMA 2006 - Resolução 387, de 27 de dezembro de 2006. Disponível em <[https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/sao-bento-do-sul/panorama](https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=113039#:~:text=julho%20de%202013)-,Estabelece%20procedimentos%20para%20o%20Licenciamento%20Ambient al%20de%20Projetos%20de%20Assentamentos,Agr%C3%A1ria%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAscias.>. Acesso em novembro de 2021.</p><p>IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira. 2ed. Manuais técnicos em geociências, Rio de Janeiro, RJ. 272 p. 2012.</p><p>IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro, RJ. 91 p. 1992.</p><p>IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. São Bento do Sul, 2010. Disponível em <. Acesso em novembro de 2021.
- IRGANG, G. V.; MICOL, L.; SANTOS, R. R. Análise da fragmentação da paisagem e mapeamento do valor para a conservação. Cuiabá, MT. 24 p. 2007.
- JOLY, C. A.; LEITÃO-FILHO, H. F.; SILVA, S. M. O patrimônio florístico. In: CECCHI, J.C.; SOARES, M.S.M. (Coord.). *Mata Atlântica/Atlantic Rain Forest*. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, p. 95-125. 1991.
- JUVANHOL, Ronie Silva *et al.* Análise espacial de fragmentos florestais: caso dos Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, estado do Espírito Santo. *Floresta e Ambiente*, 18 (4): 353-364. 2012.
- KLEIN, R.M. 1978. Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina. In: Reitz, R. (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. 24p.

- LAURENCE, W. F., *et al.* Rainforest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. *Ecology* 79 (6): 2032-2040. 1998.
- LEITÃO FILHO, H.F. *Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão*. Editora da UNESP e Editora da Universidade de Campinas, Campinas, SP. 184 p. 1993.
- MCGARIGAL, K.; MARKS, B. FRAGSTATS: spatial pattern analysis. Users manual. 1995.
- METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica*, 1 (1/2): 1-9. 2001.
- MOURA, D. V.; SIMÕES, C. S. Ecologia da paisagem: abordagem ecológica e geográfica. *Revista Iluminart* 3(3): 99-106. 2009.
- MULLER, A. *et al.* Efeito de borda sobre a comunidade arbórea em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul, Brasil. *Perspectiva* 30: 29-39. 2009.
- MYERS N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853–858. 2000.
- MYERS, N. Threatened biotas: "hot spots" in tropical forests. *Environmentalist* 8: 187–208. 1988.
- NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. *Landscape ecology, theory and applications*. New York: Springer-Verlag. 1984.
- NUCCI, J. C. Origem e desenvolvimento da ecologia e da ecologia da paisagem. *Revista Geografar* 2 (1): 77-99. 2007.
- OLIVEIRA, B. V. Análise espacial dos remanescentes florestais da região do Pontal do Paranapanema-SP (UGRHI-22) sob a perspectiva da ecologia da paisagem. Monografia de graduação em bacharelado em geografia. Universidade Estadual Paulista, 84 p. 2021.
- OLIVEIRA, M. Z. *et al.* Delimitação de Áreas de Preservação Permanente: Um estudo de caso através de imagem de satélite de alta resolução associada a um

sistema de informação geográfica (SIG). Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, SC. p. 4119-4128. 2007.

PIROVANI, D. B. *et al.* Análise espacial de fragmentos florestais na Bacia do Rio Itapemirim, ES. Revista *Árvore* 38 (2): 271-281. 2014.

PMMACA, Plano Municipal da Mata Atlântica de Campo Alegre, 2021. No prelo.

PMMASBS, Plano Municipal da Mata Atlântica de São Bento do Sul, 2021. Disponível em <https://www.saobentodosul.sc.gov.br/servico/98/pmma-plano-municipal-da-mata-atlantica-do-municipio-de-sao-bento-do-sul-sc>. Acesso em dezembro de 2021.

PMSBS, Prefeitura Municipal de São Bento do Sul. Conselho Gestor da Unidade de Conservação APA Rio Vermelho Humboldt Elege seu Presidente, 2019. Disponível em: <<https://www.saobentodosul.sc.gov.br/noticia/17538/conselho-gestor-da-unidade-de-conservacao-apa-rio-vermelho-humboldt-elege-seu-presidente>>. Acesso em agosto de 2021.

PMSBS, Prefeitura Municipal de São Bento do Sul. São Bento do Sul em dados, 2013. Disponível em: <<https://www.saobentodosul.sc.gov.br/sao-bento-do-sul-em-dados>>. Acesso em setembro de 2021.

RANKIN-DE-MERONA, J. M.; ACKERLY, D. D. Estudos populacionais de árvores em florestas fragmentadas e as implicações para conservação *in situ* das mesmas na floresta tropical da Amazônia Central. *Ipef*, 47-59, 1987.

RIBEIRO, M. C. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142(6): 1141-1153. 2009.

TEIXEIRA, G. G. *et al.* Métricas de Ecologia de Paisagem em Ambiente SIG para Análise dos Fragmentos Florestais da Bacia do rio Claro-PR. *Blucher Engineering Proceedings* 13(2): 1116-1123. 2016.

- RODRIGUES, L. P.; LEITE, E. F. Análise da Energia do Relevo e do Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica do Córrego Acôgo, MS. *Terr@Plural* 15: 1-25. 2021.
- SEOANE, C. E. S. *et al.* Corredores ecológicos como ferramenta para a desfragmentação de florestas tropicais. *Pesquisa Florestal Brasileira* 30(63): 2007-2016. 2010.
- SIGSC, Sistema de Informações Geográficas. Solicitar dados matriciais, Aerofotogrametria 2010 MDT. Disponível em: <<http://sigsc.sc.gov.br/download/restricted/raster.jsp>>. Acesso em junho de 2021.
- SIGSC, Sistema de Informações Geográficas. Solicitar dados vetoriais, Curso d'água (ANA). Disponível em: <<http://sigsc.sc.gov.br/download/restricted/vetor.jsp>>. Acesso em junho de 2021.
- SIGSC, Sistema de Informações Geográficas. Solicitar dados vetoriais, Trecho de massa d'água (INDE). Disponível em: <<http://sigsc.sc.gov.br/download/restricted/vetor.jsp>>. Acesso em junho de 2021.
- SILVA, A. L. *et al.* Classificação de fragmentos florestais urbanos com base em métricas da paisagem. *Ciência Florestal* 29(3): 1254-1269. 2019.
- SILVA, M. S. F.; SOUZA, R. M. Padrões espaciais de fragmentação florestal na FLONA do Ibura–Sergipe. *Mercator* (Fortaleza), 121-137, 2014.
- BRASIL, 2000. Lei 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o SNUC, Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em outubro de 2021.
- SOSMA, SOS Mata Atlântica. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica PERÍODO 2019–2020, relatório técnico. São Paulo, SP. 73 p. 2021.
- STEHMANN, J. R. *et al.* Plantas da Floresta Atlântica. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. 516 p. 2009.

- TABANEZ, A.A.J.; VIANA, V.M. e DIAS, A.S. Conseqüências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de Floresta de Planalto de Piracicaba, SP. *Revista brasileira de biologia* 57 (1): 47-60. 1997.
- TABARELLI, Marcelo *et al.* Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade* 1(1): 132-138. 2005.
- VOLOTÃO, C. F.S. Trabalho de análise espacial: métricas do Fragstats. São José dos Campos, SP. 45 p. 1998. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser431/trabalhos/fragstats.pdf>