

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CCNE – CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**MAPEAMENTO E PROPOSTA DE CONEXÃO DE
FRAGMENTOS FLORESTAIS EM SANTA MARIA (RS)**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Natália Huber da Silva

Santa Maria, RS, Brasil
2015

MAPEAMENTO E PROPOSTA DE CONEXÃO DE FRAGMENTOS FLORESTAIS EM SANTA MARIA (RS)

Natália Huber da Silva

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Área de concentração Análise Ambiental e Dinâmica Espacial, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para a obtenção do grau de
Mestre em Geografia

Orientadora: Prof^a. Dra. Eliane Maria Foletto
Co-Orientador: Prof. PhD. Adriano Severo Figueiró

Santa Maria, RS, Brasil

2015

**Universidade Federal de Santa Maria
CCNE – Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-graduação em Geografia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**MAPEAMENTO E PROPOSTA DE CONEXÃO DE FRAGMENTOS
FLORESTAIS EM SANTA MARIA (RS)**

elaborada por
Natália Huber da Silva

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Geografia

Comissão Examinadora

Eliane Maria Foletto, Dra.
(Presidente/Orientadora)

Adriano Severo Figueiró, PhD
(Co-orientador)

José Eduardo dos Santos, PhD. (UFSCar)

Ana Paula Moreira Rovedder, Dra. (UFSM)

Santa Maria, 15 de junho de 2015.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela bolsa de estudos concedida e aos professores do PPGGeo UFSM, que proporcionaram a mim uma pós-graduação de alta qualidade. À minha orientadora, Prof^a. Eliane, por ter conduzido as bases da temática a ser trabalhada e ter me demonstrado como um grupo de pesquisa deve ser interdisciplinar, tendo sucesso em suas discussões. Ao meu co-orientador, Prof. Adriano, pelo apoio desde antes do ingresso no mestrado, na qualificação e após, através de suas ideias, bibliografias e conhecimentos transmitidos a mim, resultando neste trabalho. Ao Prof. André, igualmente, pelas contribuições realizadas na Qualificação e ao suporte dado após esta. À banca, pelo tempo dedicado à leitura e pelas propostas de aprimoramento da minha escrita e trabalho em si, levando a um aperfeiçoamento profissional pessoal. Às colegas do Laboratório de Hidrogeografia, pelas contribuições na minha formação como Mestre em Geografia e bióloga que seguiu o sonho de trabalhar na temática de Gestão Ambiental urbana.

À Universidad Nacional del Litoral, que me concedeu uma estadia maravilhosa e oportunidade única de crescimento pessoal e profissional em Santa Fé, Argentina, assim como à Carla, amiga que levarei para toda a vida. Aos meus vários colegas de quarto que passaram pelo apartamento 01, anexos, aos meus colegas da disciplina de Gestão de Efluentes Líquidos e Resíduos Sólidos e às pessoas que convivi na cidade, que me abrigaram e demonstraram que argentinos são mais hospitaleiros e bem humorados que muitos brasileiros.

À Vida, por me proporcionar a oportunidade de evolução pessoal e por me permitir ser parte Sua. Pela integração que me permitiu com Sua obra, identificando-me nas em todas as coisas criadas por ti.

Aos amigos do Polo XII da COMEERJ que, por mais que nos vejamos uma vez ao ano, a amizade de vocês, mesmo que à distância, que além de terem me ajudado na minha escolha atual de carreira, me trazem forças para o ano inteiro.

A todos os amigos do Arte & Luz por me ensinarem que o amor verdadeiro e a amizade sem esperas realmente existe. Às crianças e colegas de trabalho da Vila Natal, que desenvolveram papel de “terapeutas” durante esses dois anos de mestrado, mesmo imperceptivelmente. Aos meus “médicos” e “pais” Dimas, Alberto, Hanson, Zé Grosso e à mãe Maria, por me salvarem nos momentos em que mais precisava de auxílio e acolhimento.

À minha avó Teresinha e à minha irmã Gisiane, que serviram como exemplo a mim, sempre que pensava em desanimar.

Vó, tu me mostraste, com todo o teu processo do câncer de mama, desde o diagnóstico, exames, tratamento, cirurgia, cura e reincidência que não há idade para querer desistir de viver, para deixar de valorizar a vida. Tu me ensinaste o valor da família e, hoje, comemoro essa vitória de cura contigo.

Gi, saiba que enquanto eu estava nas aulas do mestrado, preparando a docência ou escrevendo esta dissertação, sempre pensava em estar ao teu lado no hospital. Tu não sabes o quanto me doeu quando me contou o resultado da compatibilidade da minha medula contigo, mas a esperança ainda era (e é) grande e, não por acaso, encontraste tua “medula-gêmea”, mais de dois anos depois da

descoberta da sua leucemia. Iremos passar e sair desta juntas, pois ainda teremos muito o que dançar por aqui, deste lado.

À tia Gelcy, que desde o berço se preocupou em passar seus valores e conhecimentos a mim, com muito amor e dedicação. Te amo e nenhum percalço modificará o que eu sinto por ti, pois apenas o sinto.

Ao meu avô, Vidal Castilho Dânia (*in memoriam*), que não sabe da minha felicidade quando me deparei com sua assinatura ao sancionar, além do brasão, a primeira lei de incentivo ao reflorestamento na nossa cidade. Apenas de nosso tempo de convivência física ter sido diminuto (apenas sete anos), vivenciei somente contigo como é receber o colo de um avô. Aos avôs José, Miguel e Nelcy, também minha gratidão, por serem genitores dos meus e por me amarem tanto, sentimento esse, recíproco.

Aos que me concederam a dádiva da vida, Sandra e Renato. Minhas desculpas pelos momentos não tão fraternos e minha gratidão por apoiarem, mesmo contrariados, minhas escolhas profissionais. Ao meu irmão Conrado, por aliviar meus estresses, fazendo-me rir quando preciso (e até quando não posso). À irmã Aline, exemplo feminino de força e determinação de que nunca é tarde para mudarmos e escolhermos como profissão o que amamos. Amo a cada um de vocês de um jeito especial e saibam que eu não escolheria novamente outra família.

Às famílias Ozores e Silva, por serem tão amáveis e compreenderem meus momentos de ausência.

Às minhas amigas de graduação Gabriela, Clarissa e Patrícia, que deixaram minha caminhada mais leve no mestrado: minha saudade, desde 2014 foi e é imensurável. À Camillinha, minha saudade por ti é inexplicável desde 2008. Às amigas de infância Natacha, Natielle e Ariadni e suas respectivas famílias, agradeço pela amizade que não se modifica, mesmo que fiquemos meses ou anos sem nos vermos. À Raíssa, que entrou na minha vida no finalzinho do mestrado, mas que está na minha vida há séculos (tenho certeza disso): obrigada por tudo, mas, principalmente, pela dedicação à nossa amizade mesmo a milhares de quilômetros. Amo todas vocês!

À Prefeitura Municipal de Santa Maria, pela disponibilização dos dados e espero que estas folhas de papel não sejam esquecidas ou sejam somente palavras vazias, como em frase de Khalil Gibram: “Árvores são poemas que a terra escreve para o céu. Nós as derrubamos e as transformamos em papel para registrar todo nosso vazio”. Mas que, assim, que possam encher a cidade de vida.

*“Meu monumento, estradas e trilhos
Minha saudade, este tempo que vai
Este Cerrito, estes montes me guardam
E ainda aguardam se um dia eu voltar pra ti*

*Santa Maria me guarde estes montes,
Que em suas fontes há som de oração
Santa Maria da Boca do Monte,
Pra ti: meu canto, acalanto e canção [...]*

*Tchau na estação, quem ainda não deu
Não entendeu quem lá vai quem já vem
Triste é sentir virar som de saudade
Quando vai longe o apito do trem*

*Santa Maria, Maria da graça,
Doce menina, Maria-fumaça,
Verde, tão verde tão cheia de si
Que dá vontade de cantar pra ti*

*Sol na praça presidente, quente é teu calor,
Muita banda na varanda e na orelha um cobertor
Tanta vida diferente, tanta gente vem e vai
Incerteza de quem entra, mas saudade de quem sai.”*

Beto Pires

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Universidade Federal de Santa Maria

MAPEAMENTO E PROPOSTA DE CONEXÃO DE FRAGMENTOS FLORESTAIS EM SANTA MARIA (RS)

AUTORA: NATÁLIA HUBER DA SILVA
ORIENTADORA: ELIANE MARIA FOLETO
CO-ORIENTADOR: ADRIANO SEVERO FIGUEIRÓ
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 15 de junho de 2014.

Estudos recentes que apresentam mapeamento de uso do solo do perímetro urbano de Santa Maria, não apresentam diferenciação de cobertura arbórea entre Floresta Estacional Decidual e plantações arbóreas exóticas - em sua maior parte de *Pinus sp.* e *Eucalyptus sp.* Assim, tem-se como objetivo principal deste estudo a análise dos fragmentos florestais do Distrito Sede de Santa Maria, visando uma proposta de conexão para a manutenção do fluxo gênico faunístico em um bairro da cidade. Para a escolha do bairro, foram identificados e classificados fragmentos florestais em exóticos e nativos, através da vetorização manual a uma escala de aproximadamente 1: 2.000, pelo software *Google Earth Pro* com imagem do satélite *Digital Globe* de abril de 2014. Esta vetorização foi aplicada ao mapa de uso do solo do Distrito Sede, obtendo grandes diferenças em comparação à classificação automática do *Maxver* na imagem *Landsat 8*, de novembro de 2014. Através de dados populacionais disponibilizados pela Prefeitura pôde-se calcular um Índice de Cobertura Arbórea (Floresta Estacional Decidual) por habitante. Ainda, características métricas de área, circularidade e a distância entre os fragmentos foram consideradas como prioridades, respectivamente, sendo cada parâmetro de caráter eliminatório. Depois de realizado o tabelamento da métrica dos fragmentos, através de importação dos arquivos vetorizados para o *ArcGis 10.0*, estabeleceu-se o bairro em que foi realizada a proposta de conexão e, deste, foi elaborado outro mapa de uso do solo com imagem *Digital Globe*. Para a proposta de conexão dos fragmentos florestais foram utilizadas intervenções estruturais em rodovias e áreas de reflorestamento com espécies nativas ou exóticas não invasoras como alternativas mitigadoras à fragmentação. Estas intervenções rodoviárias são utilizadas a nível internacional, nacional e estadual, sendo a maioria de fácil instalação ou adaptação para utilização da biodiversidade faunística. Como resultados verificou-se que a cidade possui um índice de cobertura arbórea por habitante razoavelmente alto, tendo média de 47,6 m²/hab. Porém se dividirmos a cidade em Regiões Administrativas, há diferenças discrepantes em que esse índice decai para 0,01 m²/hab., como na zona Oeste da cidade. Através de dados como estes, concluiu-se que a prática agrícola desmata mais que as instalações de construção civil na cidade, avançando mais sobre Áreas de Preservação Permanente. Também observou-se dentro da área deste estudo que, quanto mais distantes os fragmentos remanescentes de Mata Atlântica situam-se de sua área-fonte, mais escassos e menores eles são. Além disso, foi comprovado estatisticamente que em áreas urbanas, maiores fragmentos tendem a ter menor circularidade. O bairro que foi escolhido através da métrica citada foi o Km 3, que abriga um grande fragmento remanescente do Rebordo do Planalto. Este apresentou cerca de metade de sua área coberta por fragmentos de espécies nativas e, por contar com um baixo índice populacional de 2.700 habitantes para mais de dois milhões de m² de mata atlântica, dispõe cerca de 660 m² de cobertura arbórea por habitante, índice altíssimo para uma área inserida do perímetro urbano.

Palavras-chave: Índice de Circularidade, Perímetro Urbano, Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

ABSTRACT

Master Course Dissertation
Master Degree in Geography
Federal University of Santa Maria

MAPPING AND CONNECTION PROPOSAL OF FOREST FRAGMENTS IN SANTA MARIA (RS), BRAZIL

AUTHOR: NATÁLIA HUBER DA SILVA

ADVISER: ELIANE MARIA FOLETO

CO-ADVISER: ADRIANO SEVERO FIGUEIRÓ

Defense Place and Date: Santa Maria, June 15th, 2015

Recent studies which feature the urban area land use mapping Santa Maria do not have tree-canopy cover differentiation, as Deciduous Atlantic Forest and exotic tree plantations - mostly of *Pinus sp.* and *Eucalyptus sp.*. Thus, the study main objective is to carry out a forest fragments analysis of the Santa Maria's District Headquarters, seeking a connection proposal to maintain the faunistic genetic flux in a city neighborhood. In order to choose the neighborhood were identified and classified forest fragments in exotic and native, through the manual vectorization a scale of approximately 1: .2000, through Google Earth Pro[®] software with image of Digital Globe[®] satellite, from April 2014. This vectorization was applied to the map of the Headquarters District land use, getting big differences compared to the automatic classification of Maxver[®] in Landsat 8[®], from November, 2014. Through population data provided by the City Hall it was possible calculate a Tree-canopy Cover Index (of Deciduous Forest) per capita. Also, metric parameters as area, circularity and the distance between the fragments were regarded as priorities, respectively, and each one with eliminating character. After tabulating of fragments metrics, through the import of vectorized files for ArcGIS 10.0[®], was established the neighborhood in which the connection proposition was made, and this was carried out another map of use of neighborhood land with Digital Globe[®] image. For connecting proposal of forest fragments were used structural interventions in roads and reforestation areas with native or not invasive exotic species as mitigation measures to fragmentation. These structures are already in use at international, national and state level and most are easy to install or adapt to use of faunal biodiversity. As a result it was found that the city has a tree-canopy cover index per capita reasonably high, with an average of 47.6 m² / inhab. But, dividing the city in Administrative Regions, there are greater differences into this index, that declines to 0.01 m² / inhab. in western region of the city. Based on data like these, it was found that the agricultural practice deforests more than civil constructions in the city, in moving forward about Permanent Preservation Areas. As well, it was observed within the study area that the more distant the remaining fragments of Atlantic Forest are located of its area source, scarcer and smaller they are. Furthermore, it was statistically demonstrated that in urban areas, larger fragments tend to have a lower circularity. The neighborhood that was chosen by the metric mentioned was the Km 3, which houses a large remaining fragment of the Plateau Escarpment. This presented about half of its area covered by fragments of native species and, by having a low population index of 2,700 inhabitants to more than two million square meters of rainforest, has about 660 square meters of tree-canopy native cover per inhabitant, a very high rate for an embedded area in the urban perimeter.

Keywords: Compactness Ratio, Urban Perimeter, Atlantic Forest Biosphere Reserve.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Uso do Solo do Distrito Sede de Santa Maria.....	152
Tabela 1.a - Uso do Solo do Distrito Sede por bairro.....	155
Tabela 1.b - Índice de cobertura arbórea nativa por habitante por bairro.....	157
Tabela 2 - Uso do Solo na R.A. Centro Urbano de Santa Maria.....	158
Tabela 2.a - Índice de cobertura arbórea por habitante no Centro Urbano.....	159
Tabela 3 - Uso do Solo na R.A. Oeste de Santa Maria.....	162
Tabela 3.a - Índice de cobertura arbórea por habitante no Oeste.....	168
Tabela 4 - Uso do Solo da R.A. Sul de Santa Maria.....	168
Tabela 4.a - Índice de cobertura arbórea por habitante no Sul.....	170
Tabela 5 - Uso do Solo do Centro-Oeste de Santa Maria.....	170
Tabela 5.a - Índice de cobertura arbórea por habitante no Centro-Oeste.....	172
Tabela 6 - Uso do Solo do Centro-Leste de Santa Maria.....	172
Tabela 6.a - Frequências relativas aos usos do solo dos bairros do Centro-Leste da cidade.....	172
Tabela 6.b - Índice de cobertura arbórea por habitante no Centro-Leste.....	175
Tabela 7 - Uso do Solo da R.A. Nordeste de Santa Maria.....	178
Tabela 7.a - Frequências relativas ao uso do solo dos bairros do Nordeste da cidade.....	178
Tabela 7.b - Índice de cobertura arbórea por habitante no Nordeste de Santa Maria.....	181
Tabela 8 - Uso do Solo da R.A. Norte de Santa Maria.....	183
Tabela 8.a - Frequências relativas ao uso do solo dos bairros do Norte da cidade.....	184
Tabela 8.b - Índice de cobertura arbórea por habitante no Norte.....	187
Tabela 9 - Uso do Solo de Camobi.....	187
Tabela 9.a - Índice de cobertura arbórea por habitante no Leste.....	188
Tabela 10 - Métrica dos fragmentos de plantações exóticas arbóreas do Distrito Sede de Santa Maria.....	191
Tabela 11 - Área dos fragmentos de Mata Atlântica do Distrito Sede de Santa Maria por Região Administrativa e bairros mais arborizados de cada uma.....	192
Tabela 12 - Valores assumidos de área dos fragmentos de Floresta Estacional Decidual.....	199
Tabela 13 – Comparação perspectiva da área dos fragmentos de Floresta Estacional Decidual com suas frequências categorizadas por tamanho, resultando em dados de área média, porcentagem de área que ocupam no distrito sede e padrão de circularidade.....	202
Tabela 14 - Valores de Índice de Circularidade assumidos na área de estudo.....	203
Tabela 15 - Classes de tendência a alongamento dos fragmentos de Floresta	

Estadual Decidual.....	204
Tabela 16 - Comparação das áreas ocupadas pelos 61 fragmentos mais próximos da amostra e a quais bairros pertencem.....	205
Tabela 17 - Valores de distância entre fragmentos de Mata Atlântica assumidos na amostra.....	207
Tabela 18 - Uso do solo do bairro Km 3.....	211

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Classificação da disposição dos fragmentos segundo suas configurações espaciais.....	44
Figura 2 - Tipos de conectividade que os trampolins ecológicos podem motivar.....	46
Figura 3 - Barreira antirruído funcionando, também, como direcionadora de fauna na França meridional.....	48
Figura 4 - Aberturas ovaladas em Barreiras Jersey para a passagem de fauna de pequeno porte.....	50
Figura 5 - Passagem inferior pequena na rodovia RS 486 (Rota do Sol).....	51
Figura 6 - Passagens inferiores multiuso.....	53
Figura 7 - Elevada e viadutos rodoviários como modo de manutenção da conexão da biodiversidade e hidrografia.....	55
Figura 8 - Bueiros modificados para favorecimento da passagem de fauna.....	58
Figura 9 - Ecodutos com diferentes estruturas em diferentes países.....	60
Figura 10 - Vista aérea através de imagem por satélite da passagem superior estreita australiana na Campton Road, Brisbane.....	61
Figura 11 - Uso humano em uma pista e faixa vegetada ao lado para passagem da fauna.....	63
Figura 12 - Túnel rodoviário sob o Morro Alto na BR 101/RS, em Osório.....	64
Figura 13 - Passagens pelo estrato arbóreo no Brasil e no exterior.....	65
Figura 14 - Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul, fase VI, 2008.....	74
Figura 15 - Mapa de Áreas Especiais Naturais de Santa Maria, definindo as Áreas Especiais de Conservação e as Áreas Especiais de Preservação Permanente do município.....	86
Figura 16 - Arborização escassa no bairro Centro de Santa Maria.....	95
Figura 17 - Desembarque de gado na Estação Rodoviária de Santa Maria no fim do século XIX.....	97
Figura 18 - Rua do Acampamento no ano de 2013, quando se reuniram 35 mil pessoas pela “Caminhada da Paz”, manifesto dos familiares e amigos das vítimas do acidente da boate Kiss.....	98
Figura 19 - Detalhe da zona de risco da Montanha Russa, ao sopé do Morro Cechella.....	99
Figura 20 - Símbolo Heráldico da cidade de Santa Maria, à esquerda, e árvore-símbolo da cidade, ipê-roxo, à direita.....	101
Figura 21 - Universidade Federal de Santa Maria.....	102
Figura 22 - Imagem de fazendas em Cachoeira do Sul que ilustram os campos subarbustivos, ou campos de Cachoeira, segundo Lindman.....	113
Figura 23 - Herbáceas nativas do bioma Pampa, presentes nos campos de Santa Maria.....	114

Figura 24 - Herbáceas com foliação coriácea nativas do bioma Pampa presentes na cidade de Santa Maria.....	115
Figura 25 - <i>Baccharis</i> e <i>Eupatorium</i> : gêneros atualmente dominantes no bioma Pampa, segundo Boldrini (2009).....	116
Figura 26 - Morros da região administrativa Nordeste de Santa Maria e, à direita da imagem, alguns morros-testemunho da região Centro-Leste da cidade.....	117
Figura 27 - Espécies do estrato arbóreo aberto da Depressão Central do Rio Grande do Sul, formação aluvial da Floresta Estacional Decidual.....	119
Figura 28 - Principais espécies de porte arbustivo/arbóreo encontradas na Floresta Estacional Decidual submontana e montana em estudo em cidades vizinhas à Santa Maria.....	121
Figura 29 - Espécies herbáceas, arbóreas e arbustivas dos estratos inferior, superior e médio de Floresta Estacional Decidual montana datadas através de estudos realizados em fragmentos florestais de Santa Maria.....	123
Figura 30 - Decápodes (imagens da parte superior da montagem) e tatuzinho-de-jardim, como representante terrestre dos crustáceos de Santa Maria..	126
Figura 31 - Algumas espécies da malacofauna datada em Santa Maria.....	127
Figura 32 - Espécies de Lepidópteras mais comuns do município de Santa Maria.....	129
Figura 33 - Algumas espécies representantes da ictiofauna de Santa Maria.....	130
Figura 34 - Anfíbios presentes no município de Santa Maria.....	132
Figura 35 - Reptilianos nativos de Santa Maria com exceção das duas espécies da direita da última linha da figura, que são exóticas.....	133
Figura 36 - Serpentes mais usualmente encontradas em Santa Maria.....	135
Figura 37 - Espécies de aves brasileiras extintas na natureza, porém ainda conservadas em cativeiros.....	135
Figura 38 - Na linha de cima, aves que chamam atenção presentes na cidade seja pelo tamanho, cor ou forma.....	137
Figura 39 - Mamíferos silvestres datados em Santa Maria.....	140
Figura 40 - Mapa de localização da área de estudo e seus limites.....	141
Figura 41 - Morro Cechella destacado ao centro da imagem e, à sua frente, a Barragem DNOS.....	142
Figura 42 - Mapa de uso do solo da área de estudo.....	151
Figura 43 - Fragmentação segundo o uso do solo.....	152
Figura 44 - Gráfico do uso do solo com destaque à classe da Floresta Estacional Decidual, ocupando somente 11,56 % da área de estudo.....	154
Figura 45 - Voçoroca em São Valentim, distrito de Santa Maria.....	167
Figura 46 - Mapeamento dos fragmentos com cobertura arbórea, quadras, bairro e hidrografia da área de estudo.....	195

Figura 47 - Mapa de uso do solo do bairro escolhido para a realização da proposta de conexão dos fragmentos.....	210
Figura 48 - Proposta de conexão de fragmentos florestais em um bairro de Santa Maria.....	213
Figura 49 - Áreas de proposição de reflorestamento com espécies nativas ao sudoeste do bairro.....	215
Figura 50 - Imagem de satélite localizando alguns locais da proposta de reflorestamento com espécies nativas a sudoeste do bairro.....	216
Figura 51 - Evolução do uso da área da proposta de reflorestamento nº 13.....	217
Figura 52 - RBMA do bairro escolhido para a proposta.....	218
Figura 53 - Área de proposta de reflorestamento com espécies nativas, nº 17.....	219
Figura 54 - Local da proposta de passagem inferior à rodovia com cercamento...	221
Figura 55 - Proposta de passagem aérea por estrato arbóreo ligando quatro fragmentos distantes entre eles e as possíveis áreas de reflorestamento também propostas neste estudo.....	223
Figura 56 - Local onde é proposta a passagem por estrato arbóreo nº 32.....	224
Figura 57 - Local onde é proposta a passagem aérea por estrato arbóreo nº 48...	224

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 ECOLOGIA, GEOECOLOGIA E ESTRUTURAÇÃO DAS PAISAGENS	25
2.1 Ecologia da Paisagem como “disciplina mãe” da Geoecologia das Paisagens.....	28
2.2 Corredores: ecológicos ou não.....	34
2.2.1 Definição e estruturação dos corredores.....	35
2.2.2 Tipologia de corredores.....	37
2.3 Fragmentos como trampolins ecológicos.....	42
2.4 Intervenções estruturais em rodovias como medidas mitigadoras à fragmentação de habitats.....	47
2.4.1 Passagens inferiores à rodovia.....	51
2.4.2 Passagens superiores à rodovia.....	59
2.5 Importância da conexão estrutural/funcional da paisagem.....	66
3 O MEIO AMBIENTE E AS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA SUA CONSERVAÇÃO A NÍVEL FEDERAL, ESTADUAL E MUNICIPAL..	71
3.1 Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e Projeto Corredores Ecológicos no Brasil.....	71
3.2 Projetos e legislação de diferentes esferas governamentais ligados ao desenvolvimento do pensamento ambiental no município.....	79
4 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA.....	91
4.1 Caracterização histórica de Santa Maria.....	91
4.2 Panorama atual e estudos voltados à caracterização ambiental de Santa Maria.....	103
4.3 Caracterização ambiental de Santa Maria.....	112
4.3.1 Flora: do Pampa à Mata Atlântica.....	112
4.3.2 A Fauna de Santa Maria.....	125
4.4 Caracterização física, geológica e geomorfológica de Santa Maria.....	140
5 METODOLOGIA.....	144
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	149
6.1 Uso do solo da área de estudo.....	149
6.2 Análise métrica dos fragmentos florestais do Distrito Sede de Santa Maria.....	190
6.3 Uso do solo e proposta de conexão de fragmentos florestais no bairro escolhido.....	208
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	226
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	232

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento histórico das sociedades humanas se determina pela transformação do meio, através de determinadas formas de relação entre a sociedade e o ambiente natural, que se fixaram na formação de uma estrutura territorial manifestada na paisagem visível. A natureza se torna passiva de um sistema extrativista e predatório da sociedade e, assim, quase nunca consegue acompanhar o ritmo da extração para sua recuperação ou mesmo é impossibilitado através da ocupação humana ou antropização de ambientes.

Na cidade de Santa Maria, essa cultura não é diferente. Esta traz um problema que tem origem na sua colonização, onde os primeiros cidadãos se apropriaram do “projeto racionalista de cidade industrial” agregado ao conceito de “cidade-máquina” onde a idéia de natureza aparece associada ao antinaturalismo, ou seja, “a idéia de natureza presente é a natureza racionalizada e artificializada” (MARCONDES, 1999 *apud* FIGUEIRÓ, 2011, p. 172). Esta estrutura ocasionou uma devastação da Mata Atlântica na área onde é localizado, atualmente, o Distrito Sede da cidade, gerando carência de cobertura vegetal nesta localidade e influência na construção do pensamento ambientalista dos cidadãos.

Dentro da cidade ou da paisagem urbana, os conflitos entre homem e natureza se mostram agravados e expostos. Consegue-se evidenciar mudanças na dinâmica da paisagem, associadas a dinâmicas territoriais, como por exemplo, a redução ou desaparecimento de habitats naturais, incidindo em consequências para a própria natureza (MORERA *et al.*, 2007, p.12) e para o ser humano, como problemas de alagamentos, deslizamentos, mudanças no microclima, ou seja, perda de qualidade de vida.

O artigo segundo do Novo Código Florestal Brasileiro (L.O. 2.651/2012), considera que as florestas existentes em território nacional e as “demais formas de vegetação nativa, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País [...]”, que estão sujeitas aos direitos de propriedade assim como as “limitações¹ que a legislação em geral e especialmente esta Lei estabelecem” (BRASIL, 2012). Ou seja, a conservação dos remanescentes florestais, sejam de galeria, mata atlântica, ou amazônica, é de

¹ Grifo nosso.

interesse da sociedade, devido aos serviços por estes prestados à população tanto humana quanto faunística ou florística.

Primeiramente, deve-se esclarecer o porquê da escolha do termo que será utilizado para denotar áreas naturais dentro da cidade na fundamentação teórica deste estudo. Há três principais termos que representam a presença do verde na matriz urbana: espaços livres, áreas verdes e cobertura arbórea.

Os espaços livres, chamados de “espaços livres de construção” ou “espaço urbano ao ar livre” por Buccheri Filho e Nucci (2006), são definidos como um sistema de áreas que podem possuir todo tipo de utilização que se relacione com recreação e lazer. Deste modo, espaços livres que contenham ajardinamento ou uma maior quantia de vegetação herbácea ou arbórea (menor que 70%) seriam tratados como parte essencial da malha urbana (FIGUEIRÓ, 2011, p. 186). Porém, na realidade capitalista anti-naturalista em que se vive, onde o desenvolvimento do capital regride a preservação natural, estes “espaços livres de construção” são tratados somente como áreas livres em que se possa instalar uma próxima construção.

As áreas verdes são subsistema dos espaços livres, pois também estão “livres de construção”, porém predominam as áreas plantadas de vegetação (NUCCI, 2008, p. 106). Assim, o principal elemento de uma área verde é a vegetação, que objetiva três pontos essenciais: ecológico ambiental, estético e de lazer, onde no mínimo 70% da área tenha solo permeável (BUCCHERI FILHO, A. T.; NUCCI, J. C., 2006, p. 50).

Buccheri Filho e Nucci (*op. cit.*) trazem uma visão menos romântica e mais técnica do que seria a cobertura arbórea, padronizando como método único de avaliação definindo-a como “a projeção do verde em cartas planimétricas” que possa ser identificada sem auxílio de estereoscopia, por meio de fotografias aéreas. Também citam que podem ser encontradas nos espaços construídos, nos livres e de integração, bem como nas Unidades de Conservação.

Portanto, consideram-se os fragmentos deste estudo como “cobertura arbórea”², pois são áreas de cobertura vegetal pertencentes à Mata Atlântica ou de plantações exóticas arbóreas. Na escala que Buccheri Filho e Nucci (*op. cit.*) estabelecem, áreas de ajardinamento ou copas de árvores isoladas não são visualizadas e mapeadas a olho nu, portanto a cobertura arbórea mapeada em

² Principal termo utilizado em trabalhos publicados na língua inglesa: *tree-canopy cover*.

Santa Maria foi de grandes parques, praças e aglomerações maiores de árvores. Nestas áreas, espécies devem poder se estabelecer ou ao menos migrar por qualquer estrato arbóreo entre elas com risco mínimo de atropelamentos, caça humana ou serem presas de animais domésticos.

Quando ponderadas as funcionalidades desta cobertura arbórea ao ser humano, são consideradas serviços ambientais³. Dentre estes, segundo o estudo de Rocha (2008), está comprovada a diminuição do material particulado em suspensão na atmosfera, realizada pelas folhas das árvores através de uma barreira de retenção destas partículas inaláveis. Deste modo, auxiliando na saúde pública se plantadas em calçadas e, a nível privado, se plantadas em condomínios. A pesquisa de Alves (2012) comprova uma diminuição notável da temperatura por aumento da umidade relativa do ar em lugares com cobertura arbórea mais densa, ocasionando melhor conforto à população. A cobertura arbórea, ornamental ou não, também embeleza a cidade, contribuindo na obtenção de um ambiente urbano agradável. Possibilita a criação de rotas turísticas urbanas, rururbanas, histórico-ecológicas (no caso de observação de pinturas rupestres) ou ecológicas. Também promove uma educação ambiental com maior eficácia, através de exemplos que podem ser dados dentro das próprias cidades do público-alvo.

Lazer e turismo ecológico, com as chamadas *greenways*, que são corredores de vias verdes multifuncionais, que vão além da recreação e embelezamento, para tratar de áreas tais com as necessidades dos habitats para comportar a vida selvagem, proporcionando um recurso para a educação ao ar livre e outros objetivos infraestruturais urbanos (SEARNS, 1995). Somado ao lazer e embelezamento, forma-se uma identidade comunitária, que traz coesão social para um bairro ou cidade e até mesmo um sentimento de segurança ao cidadão.

A cobertura arbórea também ajuda na infiltração da água da chuva, aumentando a passagem da água da chuva através dos poros e microporos existentes na estrutura superficial e subsuperficial do solo. Assim, se a cobertura arbórea for pequena ou nula em um local de impermeabilidade alta, formam-se poças que se conectam a outras poças, formando linhas finas d'água. Se a chuva

³ Serviços ambientais, segundo IPAM (c2014), são “processos gerados pela própria natureza através dos ecossistemas, com a finalidade de sustentar a vida na Terra”. Estes, além das funções citadas no texto, tem a função de manutenção da biodiversidade mas com a função de servir ao homem, como o a “geração de produtos como a madeira, fibra, peixes, remédios, sementes, combustíveis naturais etc, que são consumidos pelo homem”.

persiste, estas linhas se conectam horizontalmente, gerando os lençóis d'água (GUERRA *et al.*, 2010), aumentando a erodibilidade do solo. Desta maneira, uma cobertura vegetal com diversos estratos arbóreos mais presente em cada terreno da cidade (particular ou público), diminui as chances de alagamentos e até deslizamentos na cidade, garantindo uma maior segurança aos cidadãos, diminuindo também riscos de doenças causadas por alagamentos.

A cobertura vegetal tem, como mais um dos serviços ambientais, funcionalidade para a própria flora do entorno. As conexões de uma cobertura vegetal contínua trazem vantagens para a polinização em solos férteis que já estão adaptados a determinadas espécies nativas. Esta polinização pode ser feita pelos agentes abióticos ou bióticos. Como exemplo de polinização abiótica tem-se a hidrofilia e a anemofilia, onde, na primeira, é realizada dentro da água ou em sua superfície e na segunda é realizada pelo vento. As polinizações bióticas também são importantes para o estabelecimento de espécies vegetais, sendo, estas, realizadas por animais⁴. Este tipo de dispersão fica comprometido em ambientes onde a cobertura vegetal estiver sofrendo interferências antropogênicas, pois nesses tipos de áreas os deslocamentos destes animais são debilitados e muitas vezes impedidos, ocasionando mortes de indivíduos e desperdício de sementes.

Áreas onde a cobertura vegetal foi extinta também ocasionam desvantagens à fauna local. Nestes lugares, espaços onde poderiam ter alguma função para o animal são extintos. Os animais deixam de utilizá-los como locais de descanso, alimentação, reprodução ou abrigo e, essa perda pode ser determinante à sobrevivência de diversas espécies. Como exemplo de animais que se utilizam de diferentes locais para a execução de diversas tarefas, temos a ave tangará (Passeriforme: *Chiroxiphia caudata*). Este habita o sub-bosque de florestas de Mata Atlântica e é encontrado em morros do Rebordo do Planalto Meridional em Santa Maria. Segundo observações de Della Flora *et al.* (2009), este animal possui diferentes locais (ou *leks*) para reprodução, alimentação e descanso. Assim, há poleiros, em locais distantes e diferenciados, onde é realizada a cópula, outros para realizar os treinos de danças sexuais com machos sob um sistema de hierarquia, e outros poleiros para realizar “oficialmente” este tipo de dança, além dos poleiros de alimentação e outros de descanso. Se clareiras são abertas e/ou ocupadas em

⁴ Zoocoria: dispersão de sementes realizada por animais. Zoofilia: polinização realizada por animais.

locais onde já existiam esses *leks*, além de um maior risco de predação por perda de abrigo, os tangarás ficam com suas atividades completamente comprometidas, podendo ocasionar até uma extinção daquela amostra populacional local.

Em 2011, de um encontro de especialistas em ecossistemas da Agência Europeia do Meio Ambiente que reuniu, em Londres, profissionais do Centro para a Gestão Ambiental e Universidade de Nottingham, UNSD, e Banco Mundial, foi atualizado um documento de Classificação Comum Internacional de Serviços Ecossistêmicos (CICES) (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2011), no qual padroniza e classifica tipologias de serviços ambientais a nível mundial. Esta classificação subdivide-se em “temas” e, estes, são três: Provisão, Regulação e Manutenção e Cultural. Esses temas se dividem em “classes” e subsequentemente em “categorias”.

No tema de Provisão estão incluídas as classes de serviços ambientais de Nutrição - incluem categorias ecossistêmicas que são usadas direta ou indiretamente para água potável e alimentação -, Materiais - ecossistemas com elementos bióticos ou abióticos que incluem matérias primas, recursos genéticos, recursos medicinais e ornamentais - e recursos renováveis de Energia biótica ou abiótica. Neste, todos os sistemas de saída estão inclusos, sejam de fornecimento de matéria ou energia, sendo estas trocadas ou barganhadas, assim como consumidas ou usadas diretamente pela manufatura de bens humanos. Dentro das classes de Serviços de Provisão, tipologias adicionais podem ser reconhecidas, sendo que essa classificação permite a distinção entre ecossistemas de saída que são utilizados, principalmente, para a subsistência ou para o mercado.

Para os serviços ambientais do tema Regulação e Manutenção, outras quatro classes foram distinguidas, sendo estas:

- a) Regulação e mitigação de desperdícios: que incluem a purificação do ar e tratamento de resíduos e efluentes gerados naturalmente ou pela antropização;
- b) Regulação de fluídos: que incluem a prevenção ou moderação de impactos, regulação do fluxo da água, prevenção de erosão, manejando todos os tipos de fluídos, estejam em meios sólidos, líquidos ou gasosos;
- c) Regulação do ambiente físico: que inclui a regulação do clima (como através do sequestro de Carbono) em escalas global e local e manutenção da fertilidade do solo;

d) Regulação do ambiente biótico: incluindo um banco de proteção genética, manutenção dos ciclos de vida, polinização e controle biológico, atuando no controle de pragas e funções remediadoras que os habitats têm no suporte de serviços de fornecimento.

Dentro das classes do tema de Manutenção e Regulação dos ecossistemas podem surgir outros tipos e subtipos, sendo que a classificação permite que esses sejam distinguidos pelo processo e se o processo opera *in situ* ou *ex situ*.

O tema Cultural e Social como serviço ecossistêmico inclui todos os ecossistemas de saída não material, mas que tem valor significativamente simbólico, cultural ou intelectual. Este está dividido nas classes Simbólico, onde há o provimento de informação para o desenvolvimento cognitivo e o Intelectual e Experimental, no qual está incluído o provimento pelo meio ambiente ao homem de informações estéticas, a inspiração para cultura, arte e design, experiência espiritual e recreação e turismo. Dentro da classe Cultural, podem ser reconhecidas outras tipologias, sendo distinguidas usando o critério que envolve atividade física e intelectual.

Nem toda perturbação a determinados ecossistemas se torna uma ameaça à sobrevivência destes, devido ao grau de resistência e resiliência⁵ que possuem. Porém, quanto mais desconexa é a rede de ecossistemas, mais perturbações atingirão o equilíbrio dinâmico desta, pois o efeito de borda atinge uma dimensão maior, homogeneizando a composição de espécies, assim, modificando o fluxo de energia e o ciclo de nutrientes dos eco ou geossistemas originais .

Entretanto, esses dois fatores inerentes aos ecossistemas, são quase totalmente inválidos, ou seja, suas taxas de resistência e resiliência são mínimas, por serem muito frágeis quando tratadas as áreas ambientais urbanas. A urbanização isola fragmentos de vegetação e degrada habitats naturais, levando a uma interrupção de um sistema hidrológico (antes contínuo) (ALBERTI, M; MARZLUFF, J. M., 2004, p. 241).

Atualmente, as paisagens que estão fragmentadas são as que mais sofrem com a pressão da expansão urbana e rural. Para uma conservação destas, a melhor alternativa seria a conservação destas áreas remanescentes e/ou proposição de

⁵ A resistência e a resiliência dos ecossistemas envolvem sua capacidade de absorverem os sinais externos. Em cada ecossistema há uma capacidade de resistência, que é a habilidade que este tem de permanecer inalterado, por mais que sofra interferências, absorvendo-as sem experimentar mudanças irreversíveis (*ibidem*), traçando um limiar de resistência (GUERRA *et al.*, 2012, p. 30).

reconstituição de corredores, e, para isso, a sociedade deve desenvolver uma consciência de que os ecossistemas são intra e interligados aos sistemas humanos e naturais, formando uma rede só.

É sob essa perspectiva que a Geoecologia das Paisagens busca trazer seus estudos, enquanto a Ecologia da Paisagem deixa de lado as relações sociais da natureza com o sistema humano, valorizando a biodiversidade por si só. Não se pode considerar o foco atual da Ecologia da Paisagem como errôneo, mas o objetivo primário trazido por Troll, quando conceituou a Ecologia da Paisagem, era esta visão holística integradora dos sistemas humanos com os naturais, qual só efetivamente está sendo implantando por trabalhos da Geoecologia das Paisagens.

Quando se refere à investigação social, menciona-se ao estudo da percepção que os indivíduos têm de suas paisagens pessoais, chamado de fenomenologia. Assim, pode-se perceber qual valor que esta pessoa dá ao ambiente que a rodeia, sendo este natural ou artificial. Quanto à pesquisa social, exigem-se diferentes abordagens para descobrir quais são as chaves para o sucesso desta.

Schelhas (2007, p. 41 *et seq.*) divide a investigação social em três linhas, visando propor um maior entendimento da visão do *sensu comum* para o pesquisador. A primeira é uma maior compreensão no que se refere a mudanças na cobertura do bosque do corredor, por exemplo, incluindo o aumento destas, em resposta a grandes mudanças sociais, econômicas e políticas. Um segundo campo de investigação seria a compreensão dos materiais determinantes dos usos da terra nos arredores dos bosques. Este último campo de investigação deve ir além de uma simples análise econômica para a compreensão da complexidade de como são usados os fragmentos de bosque ou corredores, os pressupostos familiares e a forma da resposta das mudanças a níveis maiores. Uma terceira linha de investigação visa o entendimento das comunidades rurais ou urbanas com o significado e o valor dos bosques, dos fragmentos dos bosques e da vida silvestre.

Tentando facilitar o estudo da ecologia, para uma valorização da biodiversidade, encontra-se o espaço como novo formador de paisagens, podendo-se basear assim, o ordenamento territorial através da Ecologia da Paisagem. Nesta, os aspectos espaciais são importantes para a maximização do número de espécies pela maximização de áreas protegidas, por exemplo. Quanto mais heterogênea a paisagem deste espaço e mais conexas entre si, mais espécies poderão ser abrigadas em seus interiores (BOHRER, C. B. A.; DUTRA, L. E. D., 2009), portanto,

a existência do efeito de borda entre si, não é necessariamente prejudicial no caso de corredores ecológicos que conectam fragmentos arredondados.

Deste modo, o Brasil deveria investir em medidas e estratégias de conservação da paisagem para a manutenção de espécies *in situ*, através de uma maior implantação de Unidades de Conservação⁶ e um sistema de valoração da biodiversidade, para evitar a perda de exemplares de espécies, resultando em desnecessários investimentos em conservação *ex situ*, como bancos genéticos e zoológicos (*ibid.*, 2009). Com a missão da conservação de remanescentes da mata atlântica, é criado, na década de 1990, o projeto da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA) e, para a conexão destes remanescentes, surge, no Brasil, o projeto Corredores Ecológicos no Brasil no ano de 1997.

Os Corredores Ecológicos são alternativas de áreas protegidas para a conservação da biodiversidade *in situ*, podendo ser estudados dentro da Geoecologia das Paisagens devido às suas relações benéficas aos seres humanos, assim como para a biodiversidade animal e vegetal. Assim, é dada uma aproximação do homem com a natureza, e do próprio homem com o homem (nos casos de corredores *Greenways*, educação ambiental) e deste consigo mesmo, resgatando sua instigação humana instintiva: do “querer estar junto à natureza”. Esta aproximação desemboca em um desejo de conservar aquilo que lhe é benéfico, que traz uma vantagem na conservação da espécie humana, que muitas vezes é tópicamente descartado nas grandes tomadas de decisões. Quando há o desejo de uma mudança do cenário ambiental por algum órgão governamental e o capital material entra “em cena”, este sempre vence, mas ao mesmo tempo perde mais do que ganha.

Fazendo uma aproximação destes com a Geoecologia das Paisagens e a Teoria Geossistêmica, pode-se considerar o homem como ser integrante da natureza e instrumento que auxilia também na conservação, não somente na destruição. Basta desenvolver-se uma nova consciência que parte de que a vida na sociedade, no presente e no futuro, depende do funcionamento adequado dos ecossistemas, facilitando em uma eficiência de produção de alimentos, matéria-

⁶ Segundo o artigo segundo, inciso I do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (BRASIL, 2000), Unidade de Conservação é um espaço territorial e os recursos ambientais deste, “incluindo áreas jurisdicionais”, que possuem relevantes atributos naturais, legalmente instituído pelo Poder Público, que visam à conservação e estabelecimento de limites, “sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”.

prima e energia. Assim, focando na conscientização de que a conservação da natureza se dá para o bem da própria humanidade, consegue-se incentivo e estímulo político para a implantação de políticas adequadas ao desenvolvimento (SANTA MARIA, 2013b).

Santa Maria possui características ambientais no entorno da cidade que a torna especial, com condição de proporcionar uma boa qualidade de vida e oportunidade de convivência humana com os ecossistemas naturais. São encontradas, na cidade, espécies de aves como o tucano-de-bico-verde (*Ramphastos dicolorus*) e o araçari (*Pteroglossus sp.*), assim como o menor gato selvagem da América do Sul, o gato-do-mato (*Leopardus tigrinus*) (*ibidem*).

Estas áreas naturais ainda existentes no município podem ser destinadas a atividades turísticas, culturais, educacionais e para loteamentos que não causem traumas ambientais. Nestas áreas encontram-se os cinco morros-testemunho da cidade, mais a zona de morros do Rebordo do Planalto Meridional Brasileiro, sendo estas, ameaçadas, principalmente, pelo último uso, citado em lei, que é o da ocupação por loteamentos.

Através do avanço ocupacional, tanto da expansão urbana como de lavouras e pecuária, observa-se uma desconexão entre remanescentes da Mata Atlântica na cidade de Santa Maria. O problema identificado como motivação para este estudo foi a falta de conexão entre fragmentos florestais de Mata Atlântica em Santa Maria. Estes fragmentos estão distribuídos em matas de galeria, bem como em zonas intersticiais de morros-testemunho e suas áreas-fonte, que são os morros do Rebordo do Planalto Meridional Brasileiro. A área de estudo desta pesquisa foi estabelecida por limites administrativos do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental do Município de Santa Maria (SANTA MARIA, 2005b), sendo esta o Distrito Sede de Santa Maria. A escolha dessa área foi dada pela constatação visível de uma degradação ambiental arbórea de Mata Atlântica, que envolve inclusive sopés de morros e Áreas de Preservação Permanente (APP). Essa degradação é gerada pela ocupação humana local, havendo fragmentação e isolamento dos fragmentos. Esta área também foi escolhida devido a uma falta de estudos que evidenciem espacialmente e diferenciem os remanescentes de Mata Atlântica e plantações exóticas com precisão no município.

Assim, o presente estudo tem como um dos argumentos principais deixar um banco de dados que mantenha a fidelidade da espacialização dos fragmentos

florestais de Santa Maria. Através de uma proposta de conexão entre estes em um bairro, a principal justificativa é a manutenção do fluxo gênico de espécies tanto animais como vegetais da Mata Atlântica, evitando assim, uma futura extinção de populações locais ou de espécies endêmicas, causada por este influxo.

Deste modo, tem-se como objetivo principal deste estudo uma análise métrica dos fragmentos florestais do Distrito Sede de Santa Maria, visando uma proposta de conexão para resguardar a biodiversidade, mantendo o fluxo gênico da fauna em um bairro da cidade. Para o cumprimento deste, objetivos específicos foram realizados, sendo:

- a) Mapeamento dos fragmentos florestais de Mata Atlântica e plantações arbóreas exóticas no Distrito Sede de Santa Maria;
- b) Verificação do bairro que, através do tabelamento da metrificação, possui os maiores, mais circulares e mais próximos fragmentos florestais de Mata Atlântica;
- c) Mapa de uso do solo com as classes de ocupação e cobertura do Distrito Sede e deste bairro;
- d) Proposta de conexão dos fragmentos florestais através de estruturas conectivas artificiais ou naturais neste bairro.

Nos capítulos a seguir, serão apresentados alguns conceitos para compreensão da origem do conceito de conexão através dos corredores e trampolins ecológicos na Ecologia das Paisagens e da abordagem integrada da paisagem com o homem na Geoecologia das Paisagens. Dentro deste, exemplos de conexão entre fragmentos através de estruturas são esclarecidos. No próximo capítulo, são apresentadas algumas bases legislativas e projetos relacionados à preservação e conservação do meio ambiente em âmbitos nacional, estadual e municipal. No último capítulo da fundamentação teórica deste estudo, é realizada a caracterização ambiental, histórica, geológica e geomorfológica de Santa Maria.

2 ECOLOGIA, GEOECOLOGIA E ESTRUTURAÇÃO DAS PAISAGENS

A disciplina da Ecologia, definida por Ernest Haeckel, em 1866, como a “ciência capaz de compreender as relações do organismo com seu ambiente” ou por Townsend *et al.* (2006, p. 24) como “o estudo científico da distribuição e abundância de organismos e das interações que determinam a distribuição e abundância”, é um pilar extremamente importante na fundamentação das bases do planejamento ambiental urbano atual. Dentro da Ecologia, o termo “ecossistema” foi cunhado, em 1935, por Arthur. G. Tansley, notável contribuinte com estudos da vegetação das ilhas britânicas. Tansley define ecossistema como um sistema que é composto por componentes orgânicos e inorgânicos que podem ser, adequadamente, agrupados por forças superiores como o clima, solos e fisiografia, plantas e animais (TROLL, 1971, p. 43).

A palavra surgiu com o intuito da determinação de um sistema ecológico onde componentes bióticos se inter-relacionam sob influência de fatores abióticos em uma determinada área. Assim, o conceito mais utilizado, atualmente, é de Odum (1975, p. 9) que denomina um sistema ecológico ou ecossistema como qualquer unidade (“biossistema”) que inclua todos os organismos funcionando em conjunto em uma área delimitada, onde organismos interagem com o ambiente físico de maneira tal que formam um fluxo de energia, produzindo “estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de materiais entre as partes vivas e não vivas”.

Na Ecologia, a abordagem ecossistêmica é determinante na compreensão holística de como, na construção do espaço do homem, é relevante a consideração de seus impactos sobre o meio-ambiente. O ecossistema se tornou um modo de estudar o meio-ambiente, um modo como ver a vida, ou seja, tornou-se um paradigma⁷ que se enquadra perfeitamente às ideias de Thomas Khun.

Nesta abordagem, os ecossistemas são autorregulados e integrados, sendo que a Teoria do Equilíbrio Dinâmico de Hack, de 1960, na disciplina de Geomorfologia, pode integrar perfeitamente a abordagem ecossistêmica ecológica.

⁷ O Paradigma, Segundo Khun (1989, p. 13) é uma realização científica, universalmente reconhecida que, durante algum tempo, fornece “problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência”.

No equilíbrio dinâmico, as interações entre componentes da natureza são afetadas diretamente pela própria dinâmica da natureza, onde catástrofes naturais são consideradas como parte do ciclo da vida, do fluxo de energia, este, em um equilíbrio “não estático”, ou seja, dinâmico. Esta ideia de equilíbrio dinâmico vai de encontro a um estado ecossistêmico chamado clímax, onde eventos externos e distúrbios internos são considerados propriedades intrínsecas aos ecossistemas. Porém, quando se trata de ecossistemas urbanos, deve-se partir do pressuposto que são sistemas longes do equilíbrio, pelo excesso de dinamicidade e interferência humana destes.

Como base de uma percepção ecossistêmica, há séculos (pode-se dizer milênios) o estudo da Paisagem foi observado mais aprofundadamente e pode-se dizer que é uma das raízes dos estudos ecológicos. Desde que os humanos surgiram, as raízes da Ecologia da Paisagem podem ser traçadas. Dentro de suas próprias visões, por exemplo, Heródoto (484 - 425 a.C.), Alexander Von Humboldt (1769 – 1859 d.C.), Darwin (1809 – 1882) e outras incontáveis personalidades contribuíram na construção das bases da Paisagem (FORMAN, R. T. T.; GODRON, M., 1986, p. 28) e, por consequência, na construção da Ecologia da Paisagem e Geocologia das Paisagens. Entretanto, várias disciplinas de estudo de campo interpretaram a paisagem como composta por “elementos de paisagem (ou biótopos ou ecótopos)”, sendo que o termo “Ecologia da Paisagem” deve créditos ao geógrafo alemão Carl Troll que o cunhou em 1939 (*ibidem*).

Os fundamentos teóricos procedentes da Ecologia da Paisagem são utilizados por muitos pesquisadores para analisar, por um lado, os processos resultantes da fragmentação da paisagem e, por outro, para o planejamento de uma estrutura paisagística que permita gerir as ameaças à conservação da biodiversidade (MORERA *et al.*, 2007, p.12 *et seq.*).

Os geocólogos (ou ecólogos da paisagem) reconheceram rapidamente a relevância da ligação desta nova disciplina com outras similares. Da ecologia, o desenvolvimento do conceito de ecossistema providenciou uma visão holística essencial, enquanto os soviéticos lançaram o conceito similar de biogeocenose. Na Inglaterra, C. Elton, em 1958, focou a atenção nas invasões de animais e plantas. Nos Estados Unidos, Robert H. Mac Arthur e Edward O. Wilson, em 1967, catalisaram interesses na biogeografia de ilhas e mudaram o foco desta para a diversidade de espécies, taxas de fluxos de espécies e características de ilhas. A

Geografia Tradicional e a metodologia da vegetação são relacionadas com a Ecologia da Paisagem e tem dado algumas contribuições úteis para a disciplina (MORERA *et al.*, 2007, p. 29).

Assim, o conhecimento da estrutura da paisagem, em um determinado território, contribui na tomada de decisões para a definição de áreas protegidas. Esta estrutura compreende os tipos de elementos paisagísticos presentes na área, o tamanho, a quantidade, a forma, a distância ou agrupamento dos fragmentos e o tipo de estrutura limítrofe ou fragmento “vizinho”. Destarte, de acordo com cada uma destas características, a Ecologia da Paisagem identifica três tipos de estruturas paisagísticas: as manchas ou fragmentos-núcleo ou nodais, os corredores e a matriz paisagística (*ibid.*, p. 21 *et seq.*). Assim, está padronizado um modelo, muito utilizado em estudos conservacionistas atuais, chamado de matriz-fragmento-corredor. Neste, as estruturas paisagísticas (matriz, fragmento e corredor) não se encontram ecologicamente ilhadas, mas funcionam como uma rede ecológica que permite o fluxo de matéria, energia, informação, assim como espécies animais e vegetais. Essa rede é de suma importância na dinâmica de metapopulações⁸ de espécies animais, particularmente nos processos de migração e recolonização de territórios (*ibid.*, p. 22).

A conservação das metapopulações somente se torna funcional quando a estrutura das ilhas metapopulacionais possua grande grau de conservação (seja natural ou possua pouca perturbação humana no efeito de borda). Outra característica fundamental para que essa teoria seja efetiva é que a conservação ocorra *in situ*, confrontando as atuais metodologias de remediações de espécies em cativeiro *ex situ* ou apenas a conservação em bancos genéticos⁹.

Fatores como o tamanho, a forma, a distância entre os fragmentos, o tipo, a densidade da borda, a qualidade dos elementos, o grau de naturalidade das manchas são, entre outros, atributos importantes de uma rede de conexão física facilitadora da dinâmica das metapopulações (BOHRER, C. B. A.; DUTRA, L. E. D., 2009, p. 141 *et seq.*). Para tanto, a conectividade é resguardada como vital no

⁸ Segundo Bohrer e Dutra (2009, p. 142), metapopulações são uma série de populações separadamente conectadas numa escala ampla, devido à dispersão, com padrões locais de extinção e recolonização, ou seja, “são subpopulações separadas espacialmente” que interagem entre elas, “possibilitando migrações e o repovoamento de áreas, mantendo o fluxo gênico na espécie”.

⁹ Estas remediações são de extrema importância depois da perturbação na conservação da espécie em questão ser muito grave, porém, o ideal para a conservação das espécies é a conservação de seus habitats naturais.

planejamento da conservação, mas os “paradouros” dos corredores de vida selvagem remanescentes em áreas de dispersão nos países tropicais são pouco documentados (CARO *et al.*, 2009, p. 2807).

No Brasil, o conceito de Corredores Ecológicos surgiu pelo Programa Corredor Ecológico (BRASIL, 2002), definindo-os como “áreas que possuem ecossistemas florestais biologicamente prioritários”, áreas que possam ser “viáveis para a conservação da biodiversidade na Amazônia e na Mata Atlântica, compostos por conjuntos de unidades de conservação, terras indígenas e áreas de interstício”. Estes atenuam os efeitos da fragmentação, causando menos consequências às espécies dos fragmentos que sofrem com a interferência antrópica. Podem aparecer naturais, através de rios e mata ciliar, ou artificiais, reconstituídos pelo homem e são divididos em tipologias de acordo com suas estruturas, que serão esclarecidas no decorrer desta pesquisa.

Os Corredores Ecológicos, na visão da Ecologia da Paisagem, objetiva somente à conservação da biodiversidade, incluída na Biologia da Conservação, quando, *a priori*, não era para ser este o seu objetivo, mas sim, *um de* seus objetivos. Com a Geoecologia das Paisagens, os estudos paisagísticos são aproximados aos sistemas humanos, tornando-se uma ciência integradora. Porém, para o entendimento da visão holística e sistêmica do homem na paisagem trazida na Geoecologia da Paisagem, deve-se compreender o que se pode considerar o principal fundamento desta disciplina, a Teoria Geossistêmica.

2.1 Ecologia da Paisagem como “disciplina mãe” da Geoecologia das Paisagens

Somente em 1942 com o trabalho de Lindman, surgiram as primeiras formulações modernas e sintéticas da Ecologia sobre os ciclos de energia da natureza, após a determinação do conceito de ecossistema por A. G. Tansley em 1937 (TROLL, 1971) vulgarizando-se somente na década de 1950 com as publicações de Odum. Com o verdadeiro surgimento do termo Ecologia, proposto por Haeckel, houve uma busca pela relação desta com a Paisagem, pelo geógrafo

alemão Carl Troll (1889-1975), que cunhou o termo “Ecologia da Paisagem” em 1939, somente quatro anos depois do termo “ecossistema” ser introduzido às ciências. Para Troll:

A paisagem é um complexo de sistemas relacionados, gerados e sustentados pela ação mútua de forças bióticas e abióticas, assim como pela atuação humana, e que, devido à fisionomia que apresente, permite individualizar diferentes partes da superfície terrestre (MORERA *et al.*, 2007, p.12).

A Ecologia da Paisagem surgiu com o intuito de resgatar “uma visão holística e integrada da natureza” (ZONNEVELD, 1995 apud BOHRER, C. B. A.; DUTRA, L. E. D., 2009, p. 140), sendo que o conceito de Paisagem, adotado pela Ecologia da Paisagem, não difere muito do trazido por Troll e caracteriza-se por ter um “duplo nascimento”: o geográfico e o ecológico, gerando, assim, duas visões distintas da paisagem (METZGER, 2001, p. 2). Na abordagem geográfica da Ecologia da Paisagem a noção de paisagem é dada como “entidade visual e espacial total do espaço vivido pelo homem” (TROLL, 1971, p. 45), enquanto na abordagem ecológica a paisagem é conceituada como “área heterogênea composta por conjuntos interativos de ecossistemas; mosaico de relevos, tipo de vegetação e formas de ocupação; área espacialmente heterogênea” (URBAN *et al.*, 1987 apud METZGER, 2001, p. 3).

Sob uma abordagem geográfica, o conceito surgiu a partir de estudos direcionados à geografia regional na Europa e à botânica, sendo que Troll foi impulsionado a esses estudos pela chegada de uma nova geotecnologia da época, surgida em 1861, mas mais popularizada por meados do século XX: a fotografia aérea. Esta abordagem objetiva estudar a heterogeneidade espacial que engloba aspectos geomorfológicos e de recobrimento tanto naturais quanto culturais.

A abordagem geográfica da Ecologia da Paisagem enfoca na resolução de problemas ambientais causados pelo homem, em macroescala espacial e temporal. Também objetiva uma abordagem integradora das ciências sociais, geofísicas e biológicas, que visa “à compreensão global da paisagem e ordenamento territorial”, sendo a área de ocupação e a cobertura do território as unidades básicas da paisagem (*ibidem*).

Sob uma abordagem ecológica, a disciplina surgiu a partir de um *workshop* realizado por biogeógrafos e ecólogos norte americanos, na década de 1980, que visavam adaptar a Teoria de Biogeografia de Ilhas (HARRIS, 1984), juntamente com

a Teoria de Metapopulações de Levins, em 1970, para o planejamento de reservas naturais continentais. Essa adaptação promoveu um enorme avanço na Ecologia da Paisagem, principalmente aos biólogos da conservação, que adquiriram uma nova ferramenta para relacionar os efeitos de fragmentação do habitat na viabilidade das populações, como riscos de extinção e possibilidades de migração (BOAS, 2010).

A abordagem ecológica desta disciplina objetiva o estudo dos efeitos da estrutura espacial da paisagem sobre os processos ecológicos. Enfatiza as paisagens naturais e visa à aplicação da Biologia da Conservação para o manejo dos recursos naturais, não priorizando a macro-escala, pois trabalha a nível específico, ou seja, é “voltada para estudos ecológicos e biofísicos”, sendo os habitats a unidade básica da paisagem (*ibidem*).

Segundo Forman e Godron (1986), dentro da perspectiva de composição e extensão da paisagem, são abordados três principais elementos estruturadores na ecologia da paisagem, o chamado modelo matriz-fragmento-corredor. Este modelo vem sendo utilizado em estudos das influências da estrutura da paisagem sobre processos como dispersão e extinção de espécies e fluxos de nutrientes (BOHRER, C. B. A.; DUTRA, L. E. D., 2009, p. 141).

A matriz, na Ecologia da Paisagem, é o elemento da paisagem de maior alcance e conectividade, de suma importância no funcionamento da paisagem, englobando outros elementos da paisagem - relacionada ao geossistema - e influenciando a dinâmica paisagística como um todo. Entretanto, com o avanço de perturbações naturais ou antrópicas, essa matriz, que em primeira instância já era heterogênea (como, a princípio, toda paisagem), vai sofrendo alterações.

Até que se chega a certo ponto em que um determinado tipo de vegetação se reduz a um corredor, quais são definidos como “faixas estreitas de terra que diferem da matriz de ambos os lados”. (BOHRER, C. B. A.; DUTRA, L. E. D., 2009, p. 140). Estes podem ser utilizados para fins de transporte, proteção e recursos para animais, garantia de fluxo gênico animal e vegetal, polinização de plantas, além de todos os serviços ambientais prestados pela cobertura vegetal, beneficiando aos homens.

Seja da própria heterogeneidade ambiental, ou quando essa perturbação humana avança, são formadas as manchas ou fragmentos (*patches*). Estas são áreas não lineares que diferem da aparência de todos os lados (*ibidem*), assim

gerando prejuízos para o funcionamento dos ecossistemas e, por conseguinte, de toda paisagem.

Tendo uma grande variedade de espécies tanto identificadas como ainda não identificadas, somado a uma escassez de profissionais taxonomistas, buscam-se alternativas que excluam a quantificação da biodiversidade através de listagem de espécies para fundamentar a preservação de áreas naturais. A Ecologia da Paisagem funciona como uma das alternativas que possui argumentos à conservação sendo um deles o de que “os aspectos espaciais são considerados importantes para maximizar o número de espécies ou minimizar a taxa de extinção” (BOHRER, C. B. A.; DUTRA, L. E. D., 2009, p. 141).

Assim, Ecologia da Paisagem argumenta que: através da valorização da heterogeneidade da paisagem, haverá preservação do equilíbrio nas taxas de especiação, migração ou extinção dos ecossistemas. Os autores ainda destacam que a heterogeneidade espacial e a distribuição dos sistemas através da paisagem (relacionado à teoria de metapopulações) são consideradas entre os fatores críticos que determinam a extensão e a direção do movimento de energia, material e espécies.

Carl Troll também sugeriu o termo “Geoecologia” para aumentar o entendimento do termo “Ecologia da Paisagem” internacionalmente, já como sugeriram, após 1939, o termo “biogeocenose” com o mesmo significado de sua Ecologia da Paisagem (TROLL, 1971, p. 45). A atual Geoecologia das Paisagens é a materialização do conceito proposto, em 1939, para a Ecologia da Paisagem, qual, atualmente, no Brasil, é extremamente voltada para a Biologia da Conservação associada à Geografia Física, desvalorizando os aspectos sociais que a disciplina, em seu início, estava disposta a considerar.

A Ecologia da Paisagem, ou Geoecologia (*ibidem*), teve seu desenvolvimento, a princípio, visando uma união mais harmoniosa das atividades humanas quando desenvolvidas com o meio ambiente, visando uma sustentabilidade ambiental¹⁰. Entretanto, esse enfoque foi esquecido, visto os estudos conservacionistas que são considerados cumpridores da Ecologia da Paisagem atualmente.

¹⁰ Segundo Ferreira (2005, p. 318), este tipo de sustentabilidade considera as intervenções antrópicas a partir da gestão dos recursos naturais. Assim, esta gestão produz balanço energético artificial que equilibra o sistema por intervenção do homem, “contrabalançando os estoques de energia e matéria que são utilizados como matéria-prima na esfera produtiva humana”.

Para a execução desse objetivo proposto por Carl Troll, ainda em 1939, surgiu a denominação “Geoecologia das Paisagens”. Essa disciplina foi influenciada pela “Escola Naturalista, alemã e russa, do século XIX e XX, pela concepção geossistêmica – fundamentada na União Soviética entre 1920 e 1990 – e pela Escola da Paisagem Cultural de Karl Sauer, em meados do século XX” (RODRÍGUEZ *et al.*, 2011, p. 116 *et seq.*). Teve como subsídio, a partir de 1990, o “pensamento dialético na análise espacial e ambiental” e considera-se um enriquecimento da disciplina por contribuições, principalmente de brasileiros e cubanos (MATEO RODRÍGUEZ, J. M.; SILVA, E. V., 2006 *apud* RODRÍGUEZ *et al.*, 2011, p. 117).

Segundo Sochava (1978), citado por Rodríguez *et al.* (2011, p. 117), como uma categoria sistêmica de análise ambiental, a Geoecologia das Paisagens se fundamenta em três princípios:

a) consideração da natureza como organização sistêmica, formada pela interação “em rede” dos diversos componentes naturais, “tendo sua própria autonomia, lógica de estruturação e funcionamento”;

b) aceitação de que os “sistemas humanos” podem transformar a natureza até um limite, considerando que os ecossistemas possuem uma capacidade tamponante limitada a perturbações (BOHRER, C. B. A.; DUTRA, L. E. D., 2009, p. 129). Assim impõe-se que o ser humano deve deter certa estrutura, de acordo com as causas econômicas, políticas, sociais, culturais e ambientais, que “variam conforme as escalas espaciais e temporais consideradas no estudo”;

c) admissão da ideia de que a superfície terrestre é moldada por diferentes unidades paisagísticas, ao mesmo tempo, por diversas formas de organização - naturais, econômicas, sociais e culturais – que se ligam e se comunicam complexamente, portanto a análise destas tem que ser dada de acordo com ferramentas cognitivas que permitam uma análise paisagística dialética adequadas a cada parte da superfície terrestre (SOCHAVA, 1978 *apud* RODRÍGUEZ *et al.*, 2011, p. 117).

A disciplina tratada se fundamenta em outras três percepções básicas: em como a natureza foi formada e ordenada na superfície da Terra, em como a sociedade se construiu e impusera suas necessidades, subordinando a natureza à economia, ao social e à política humana. Por último, em como a sociedade concebe

a natureza e suas alterações derivadas da antropização, de acordo com o simbolismo, a semiótica, identidades, que respondem a fatores culturais (*ibidem*).

Portanto, a Geoecologia das Paisagens permite conceber os objetivos originais da Geoecologia, que seriam, segundo Veras (1995 *apud* RODRÍGUEZ *et al.*, 2011, p. 117 *et seq.*): como as sociedades transformam e concebem a natureza primitiva, convertendo-a em espaço derivado, como o significam, como uma sociedade evoca e percebe sua natureza e “como esse quadro mental se traduz nas projeções de uso e gestão de seu espaço, sua paisagem e de seu território”. Deste modo, a Geoecologia das Paisagens opera em/com diversas categorias analíticas do espaço como Espaço ou Paisagem Natural, Espaço Geográfico, Paisagem Cultural e Território.

Assim, analisando a relação entre o meio ambiente e espaço, Rodríguez *et al.* (2011, p. 120) constatam que:

a) o espaço é supercomplexo, onde articulações configuram-se espacialmente ligando-se a diversos sistemas ambientais;

b) é o “portador” palpável e objetivo que integra “todas as categorias e dimensões da sustentabilidade” para o crescimento de uma sociedade em certo território;

c) a superfície da Terra que desempenha o principal papel na formação do sistema espacial, como “fator integrador universal, que o converte as forças de interação verticais (entre componentes) do campo de insolação e gravitacional em determinadas estruturas espaciais”.

Em complemento a essas funções da Geoecologia de Paisagens, outra é destacada: a da integração com o planejamento ambiental. Assim, a disciplina permite a identificação, classificação e delimitação das unidades paisagísticas, determinação das potencialidades de recursos naturais e serviços ambientais de diversas paisagens, estabelecimento de funções ecológicas e sociais, qualificação da paisagem e pode levar a um esclarecimento dos fatores que geraram uma desordem espacial ou ambiental, se existente (RODRÍGUEZ *et al.*, 2011, p. 121).

Duas estruturas que se dão como exemplo de adaptações a ambientes perturbados pelo homens são os corredores e os trampolins ecológicos (*stepping stones*). Os primeiros, como já citado, faz parte do modelo principal da Ecologia da Paisagem e liga um fragmento a outro com disposição espacial linear. Os segundos interferem menos na estrutura de uma paisagem urbana se forem implantados, pois

não existem áreas de continuidade vegetal, porém são fragmentos próximos uns aos outros que devem ser preservados e não se pode desvalorizá-los com relação a potencial conectividade da fauna dos fragmentos.

Os trampolins ecológicos são, segundo Metzger (2001), áreas pequenas de habitat, sendo assim, fragmentos dispersos na matriz que podem facilitar ou restringir o fluxo biológico. Matrizes que possuem *stepping stones* tem uma possibilidade maior de sucesso na dispersão de espécies (OCD, 2008, p. 7). Além disso, deve-se ressaltar de que a facilitação ou restrição do fluxo gênico depende de elementos de habitat, do grau de percolação, da permeabilidade da matriz e da densidade de corredores e *stepping stones*,

Para que esses processos todos ocorram da maneira mais eficiente possível, Romero (2002) cita que a relação “Natureza e Sociedade” deve ser considerada, em todos os casos, como um binômio inseparável. Para tanto, Rodríguez *et al.* (2011, p. 120) ponderam ser necessária a compreensão da “arquitetura” da superfície terrestre natural e sua “conjunção e relação com os sistemas humanos, partindo da transformação e modificação da própria natureza da epiderme do globo terrestre”, que é dada através da Geoecologia das Paisagens.

Sob esta perspectiva, visa-se uma integração homem-natureza, objetivando uma aplicação da sustentabilidade ambiental nas inter-relações humanas e relação homem-natureza (ou natureza-sociedade). Logo, considera-se essa disciplina importante para o planejamento do ordenamento territorial, sendo que planos diretores de todas as cidades brasileiras que sofram com as consequências da falta da aplicação (ou inexistência) desse planejamento, deveriam incluí-la como base paradigmática da sua elaboração.

2.2 Corredores: ecológicos ou não

Os corredores que visam à conexão entre dois fragmentos nem sempre são constituídos por vegetação nativa ou até mesmo por espécies arbóreas. Portanto, neste item, especifica-se a tipologia destas estruturas segundo uma gama de autores, demonstrando quais seriam ecologicamente mais eficientes e quais seriam ideais para determinados usos do solo, dependendo de suas estruturas.

2.2.1 Definição e estruturação dos corredores

Corredores ecológicos terrestres são, geralmente, definidos em duas maneiras: funcionalmente, como uma área usada por animais para passar de um fragmento de habitat para o outro, ou estruturalmente, como uma área que conecta dois fragmentos de habitats apropriados que passa por uma matriz de habitats inapropriados ou inadequados ao estabelecimento de certas espécies (HILTY *et al.*, 2006 *apud* CARO *et al.*, 2009, p. 2807; FORMAN; R. T. T.; GODRON, M., 1986; FORMAN, 1995).

Segundo Morera *et al.* (2007), os corredores são estruturas entre reservas grandes e nodais, permitindo um ritmo alto de dispersão de espécies e gerando condições adequadas (com poucas restrições) para o funcionamento ideal dos processos ecológicos. Estes se formam por ecossistemas naturais ou fragmentos remanescentes, cujas estruturas paisagísticas têm formas lineares, alongadas, estreitas e irregulares, funcionando como habitats permanentes ou temporários, cuja conexão permite o fluxo de espécies (MORERA *et al.*, 2007, p. 23).

Autores como Bohrer e Dutra (2009) e Forman e Godron (1986) definem os corredores ecológicos como faixas estreitas de terra, ou aqueles elementos lineares da paisagem, cuja fisionomia difere em ambos os lados de sua matriz. Estes podem aparecer naturais, como rios, trilhas de pisoteio animal, matas ciliares, ou culturais/artificiais, tais como estradas, canteiros, linhas de energia, trilhas de lazer humano. Na maioria dos casos, esses elementos são organizados em redes e sua linearidade confere-lhes um papel particular na circulação dos fluxos de matéria, energia, espécies e informação (MORERA *et al.*, 2007, p. 23 *et seq.*).

Os corredores se conectam a outros fragmentos através da similaridade de suas vegetações, de alguma maneira. Assim, uma fileira de cercas-vivas, por exemplo, pode estar completamente rodeada por uma área aberta, mas o mais comum é que esteja conectada a uma área florestal, pelo menos em uma extremidade. Da maneira parecida, fios de alta tensão, que se interligam de poste a outro, geram corredores que conectam espaços abertos, assim como estradas e rodovias *nascem e desembocam* em áreas construídas (*ibid.*, p. 24).

Atributos como a largura, a conexão física, a curvilinearidade, o caráter de barreiras e de nós (como fragmentos se entrelaçam), a conexão dos fluxos de energia, matéria, espécies e informação são atributos que controlam a funcionalidade das redes de corredores. Entretanto, alguns autores consideram que os corredores apresentam uma função dupla na paisagem, já que a divide, mas, ao mesmo tempo, a conecta (FORMAN, 1997 *apud* MOREIRA *et al.*, 2007, p. 24), montando, de algum modo, uma rede de paisagens, formando mosaicos paisagísticos que adquirem importantes funções de interconexões ecológicas.

Estas funções de interconexão podem ser categorizadas em unidirecionais, bidirecionais, no caso da conexão de dois fragmentos semelhantes na composição de espécies ou multidirecionais, quando a rede é composta por territórios nodais, por fragmentos tipo corredor. Nas multidirecionais, o movimento e o transporte podem ser afetados em qualquer direção. No entanto, suas capacidades funcionais serão menores se a matriz for muito distinta, como, por exemplo, casos de um rio que atravessa uma cidade em contraste com um que atravesse um bosque (FORMAN, 1997 *apud* MOREIRA *et al.*, 2007, p. 25).

A dinâmica das espécies do corredor, ou seja, a direção e a taxa de mudança das espécies variam no tempo de acordo com sua origem e, assim, a estabilidade de um corredor está diretamente associada aos mecanismos formadores deste. Por exemplo, um corredor ripário é relativamente permanente, enquanto que um corredor perturbado, como o caso de uma linha apurada para o transporte de madeira dentro de um bosque, é temporário, dado que a vegetação se regenera depois da cessão da atividade (FORMAN, R. T. T.; GODRON, M., 1986, p. 26).

Forman (1995, p. 146 *et seq.*) propõe um modelo de estrutura interna e externa para um corredor de insetos e considera que, se se leva em conta espécies maiores ou menores, esses atributos e suas importâncias são essencialmente os mesmos, o que varia é a altura do corredor de vegetação, mais baixo ou mais alto do que os ecossistemas adjacentes. No entanto, quantitativamente, a diferença relativa na altura da vegetação entre corredor e matriz afeta o grau e as direções das interações entre eles.

Neste modelo, três características estruturais de corredores são observadas:

a) características de *largura* incluem um gradiente ambiental íngreme de um lado para o outro lado, duas bordas que geralmente são diferentes e os efeitos dos ecossistemas de cada lado do corredor, portanto, também podem diferir;

b) a porção central do corredor pode incluir uma *entidade interna* distintiva, como um rio, uma estrada, um caminho, uma vala ou um banco de solo, ou em um corredor largo, um ambiente interior deve estar presente (FORMAN, 1995, p. 147).

– é importante salientar que a largura destes corredores varia de acordo com a largura desta entidade interna, como, por exemplo, numa comparação de rios de primeira ordem com os de terceira ordem: as larguras da borda dos corredores não de ser maiores nos de terceira ou a ordem maior (*ibid.*, p. 244);

c) características de comunidades vegetais e animais incluem estrutura vertical, riqueza de espécies, composição e abundâncias.

– ou seja, a largura e a presença de uma entidade interna, ou um ambiente interior, são “chaves espaciais variáveis” que controlam as funções do corredor.

Forman (*op. cit.*, p. 147) justifica que, quando os corredores são observados por uma vista aérea, pode-se destacar que os atributos estruturais externos destes não são apenas formas, mas, principalmente, suas interações com a matriz adjacente, fragmentos ou manchas e condições ambientais. Essas interações também dependem do comprimento destes corredores e, este, seria a terceira dimensão das chaves espaciais variáveis na estrutura de um corredor.

Nessa terceira dimensão de um corredor, os atributos estruturais chave são o comprimento, a curvilinearidade, o alinhamento relativo à rota da entidade interna e a presença de fragmentação ou um gradiente ambiental ao longo do corredor. A largura e a conectividade são ligadas a partir dessa vantagem de comprimento. A largura, normalmente, varia ao longo do comprimento do corredor, que, por sua vez, podem incluir partes mais estreitas ou falhas. Essas falhas, também chamadas de quebras, determinam a conectividade de um corredor. A conectividade e a adequação de áreas do entorno de falhas são também consideradas chaves para o funcionamento do corredor (*ibidem*).

2.2.2 Tipologia de corredores

Os corredores se configuram em diversas tipagens: estruturais internas e externas, largura, grau de perturbação ou modo de gênese. Assim, há diversas

classificações destes, sendo que estas são dependentes da origem do corredor, do uso humano e do tipo de paisagem ou vegetação existente.

Quanto à classificação do estado de perturbação e modo de gênese, o Natural Resources Conservation Service (NRCS) tipifica os corredores em linha ou em faixa em cinco categorias usadas comumente: Corredores Ambientais (*Environmental Corridors*), Remanescentes (*Remnant Corridors*), Introduzidos (*Introduced Corridors*), Perturbados (*Disturbance Corridors*) e Regenerados (*Regenerated Corridors*) (NRCS, c2014, p. 1).

Os Corredores Ambientais são o resultado natural da resposta da vegetação a um recurso como um rio, o tipo de solo ou à formação geológica. São, normalmente, curvilíneos e a configuração das larguras são altamente variáveis e, estes corredores são os habitats mais importantes em uma bacia hidrográfica (*ibid.* p. 2).

Os Corredores Remanescentes são os produtos óbvios da perturbação adjacente a matriz. Faixas de vegetação em locais muito íngremes, rochosos ou de irrigação são deixados como remanescentes depois da terra ser limpa para a agricultura e outros usos. Alguns remanescentes são corredores em linhas, deixados somente para a delimitação de propriedades. Estes, frequentemente, contêm as últimas assembléias de flora e fauna nativas em uma bacia hidrográfica.

Os Corredores Introduzidos (ou plantados) existem desde cerca de 5000 a.C. Estes foram mais plantados entre o século XIV e XIX na Inglaterra do que em qualquer outro lugar ou época no mundo. De acordo com o Estatuto de Merton (assinado em 1925 por Henry III) da Inglaterra, os proprietários de terras obtiveram o direito de incluir porções de floresta e pastagem. Nos próximos 500 anos, milhares de quilômetros de cercas-vivas foram plantadas, sendo que algumas destas persistem até hoje e são valorizadas como tesouros de paisagem nacionais. Nos Estados Unidos, o Projeto Shelterbelt (década de 1930) plantou mais de 200 milhões de mudas em quebra-ventos e muitos foram mantidos por equipes da Corporação para Conservação Civilizada (CCC). Em paisagens onde predomina a agricultura, corredores introduzidos se tornam habitats essenciais para muitas espécies silvestres.

Outro tipo de corredor são os Corredores Perturbados, que são resultado do manejo de atividades da terra que perturbam uma linha ou faixa de vegetação. Perturbações contínuas de faixas vegetais são frequentemente impostas para a

manutenção de um determinado estágio sucessional desejado pelo proprietário ou órgão gestor. A largura dos corredores de perturbação varia, mas eles tendem a ser mais estreitos, como corredores em faixa, mas a configuração é tipicamente em linha reta. Podem ser suficientemente largos para constituir uma barreira de espécies silvestres, dividindo uma população em duas metapopulações. Estes corredores são habitat importantes para espécies nativas que exigem estabelecimento nos primeiros estágios sucessionais.

A tipologia de Corredores Regenerados, segundo o NRCS (c2014, p. 2), é resultante da restauração e reestabelecimento de espécimes que ocorre em uma linha ou faixa de vegetação perturbada. A regeneração pode ser dada, também, como o produto natural da sucessão vegetacional via plantação. O restabelecimento em rodovias abandonadas, trilhas e ferrovias são exemplos, sendo que a largura e a configuração dos corredores são dependentes da natureza da perturbação que foi realizada.

Corredores Regenerados de vegetação são, frequentemente, dominados por espécies daninhas agressivas durante os estágios iniciais de sucessão. No leste do Rio Mississippi, corredores regenerados ocorrem como uma cerca ao longo de das linhas de cercas e canais ou valas na estrada. Em paisagens fortemente fragmentadas, os corredores regenerados são, frequentemente, habitats importantes para pequenos mamíferos e pássaros canoros.

Outras tipificações são realizadas de acordo com diferentes autores e de acordo com características a serem consideradas. Segundo Forman e Godron (1986), os corredores se identificam de acordo com sua origem em: perturbados, remanescentes, ambientais, de plantação e os de regeneração.

Os corredores perturbados são decorrentes da perturbação de uma linha, como estradas, linhas de tensão elétrica ou ferrovias, enquanto os remanescentes são o que restou de alguma perturbação na matriz paisagística, como uma linha de árvores remanescentes de uma floresta cortada, uma linha de floresta nativa, enquanto vias de trem passam pelos seus dois lados. Os corredores ambientais resultam da distribuição heterogênea linear dos recursos ambientais no espaço, como corredores ripários e rotas faunísticas. Há também as ditas plantações, que são *greenways* ou os corredores verdes das zonas urbanas, como, por exemplo, pequenas árvores plantadas em fileira. Por fim, os corredores de regeneração são resultantes da regeneração de uma linha de vegetação dentro de uma área que

sofreu perturbação ou degradação, como exemplo de árvores que crescem ao longo de cercas em algumas áreas verdes, que são produtos da regeneração espontânea.

Já, quanto ao formato, Forman e Godron (1986) classificam em: corredores em linha (*line corridors*), em faixa (*strip corridors*) ou de habitat (BENNET, 2003) e ripários (*stream corridors*). Já na classificação de Forman (1995), o autor acrescenta os corredores de estrada (*road corridors*), as trilhas (*trails*) e as linhas de energia (*powerlines*) e dentro de cada uma dessas classificações se engendram outras divisões, mas somente uma breve explicação de cada classificação acima será tratada para um entendimento maior da conformação dos corredores dentro da Ecologia da Paisagem.

Os corredores em linha são bandas estreitas completamente dominadas por espécies de borda, como a maioria dos fragmentos, estradas, valas de drenagem e canais de irrigação. Os corredores em faixa são bandas mais largas, com um ambiente interior central que contém uma abundância de organismos. Os corredores ripários margeiam cursos d'água e variam em largura de acordo com o tamanho do córrego, arroio ou riacho. Estes controlam a água e o escoamento de nutrientes minerais, que reduzem a perda de fertilidade do solo, o assoreamento e inundações. Deve-se salientar que espécies de borda podem ser encontradas nestes três tipos de corredor, sendo que corredores ripários podem exercer funções como um corredor em faixa para o movimento de espécies de interior de fragmentos. Todos esses tipos de corredores podem se interconectar e, quando isso ocorre, são chamados de redes (*networks*) (FORMAN, R. T. T.; GODRON, M., 1986, p. 131).

Segundo Bennett (2003, p. 54), os Corredores de Habitat (“em faixa” e “ripários”) teriam prioridade de instalação:

- a) onde grande parte da paisagem foi modificada e é inóspita para espécies nativas;
- b) para espécies exclusivistas em determinados habitats ou que tem uma dependência obrigatória de habitats não perturbados;
- c) para espécies que tem uma escala limitada de movimentação em relação à distância a ser atravessada;
- d) quando o objetivo é manter a continuidade de populações entre habitats, em vez de simplesmente ser um caminho para deslocamentos migratórios;
- e) quando a finalidade é a continuidade de comunidades faunísticas inteiras;

f) quando a manutenção dos processos do ecossistema requer um habitat contínuo.

Os corredores de estrada, ou reservas de estrada, chamados no Brasil de “Estradas Parque” (DUTRA *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2012), se referem a estradas, como as para veículos, associadas, usualmente, a uma vegetação de faixas paralelas a esta. As beiras das estradas são, geralmente, abertas, regularmente mantidas ou, no caso destas reservas, faixas perturbadas que incluem o corredor contíguo à estrada (FORMAN, 1995, p. 159).

As trilhas têm uma “faixa central de perturbação repetida” para a locomoção a pé, por animais, por motocicletas, esqui e carros de neve (não é o caso do Brasil) e a margem desta é afetada por essa perturbação, pois sofre manutenção permanente para a trilha não ser fechada. Parecidas com os corredores de estrada, as trilhas, geralmente são mais curvilíneas, silenciosas, menos poluídas e mais propensas a mudarem de local. Todos os tipos de trilhas resultam de humanos, exceto aquelas causadas por pisoteio de animais em rotas repetitivas e todas as trilhas tendem à compactação do solo, exceto as de esqui e carros de neve, gerando problemas como erosão por água e pelo vento (*ibid.*, p. 172 *et seq.*).

Os corredores de linhas de energia tendem a serem compridos, relativamente retos, constantes em largura, abruptos em seus limites e perturbados ou mantidos relativamente uniformes durante toda sua largura. Como exemplos, há os corredores de transmissão de energia elétrica, linha de gás, óleo e corredores de diques. Espécies de borda e generalistas cobrem quase todos os corredores de linhas de energia.

Com exceção das pessoas e veículos, as evidências de que estes corredores de linhas de energia e os de dique sejam eficientes é limitada. Ainda assim, parece que algumas espécies se movimentam dentro ou paralelamente a esses corredores. A principal causa desta falta de eficiência seria o barulho emanado pelas linhas de energia, principalmente quando o tempo está úmido, pois é comprovado por estudos que muitos pássaros e espécies de mamíferos, como também anfíbios, artrópodes, mesmo minhocas e lesmas são inibidos ao passar pelos corredores devido aos sons muito altos, causando até mesmo vibração na terra.

Outras causas são campos eletromagnéticos, onde mamíferos pequenos e insetos são mais afetados do que humanos e pássaros, por causa de suas sensibilidades a determinados comprimentos de onda do campo magnético. Além

destas, há outra causa da perda da efetividade deste tipo de corredor, que admitem torres e linhas de energia, onde pássaros batem quando se entrelaçam grandes redes (*ibid.*, p. 174 *et seq.*).

Assim, quanto à classificação por formato dos corredores, consideram-se estes três últimos de menor eficiência ecológica que os três primeiros descritos acima. Isso se deve à largura e grau de conservação dos primeiros e à interferência antrópica gerada nos segundos sendo gerados: ruídos, material particulado, aquecimento, riscos maior de atropelamentos nas estradas, barulho e poluição com resíduos ou rejeitos nas trilhas e interferência magnética e riscos de acidentes nas linhas de energia entre outros riscos que a biodiversidade corre nestes locais.

2.3 Fragmentos como trampolins ecológicos

Os fragmentos também são uma estrutura classificada da Ecologia da Paisagem e seu número tem aumentado a cada ano e o tamanho tem diminuído em ambientes rurais, urbanos ou naturais, devido à expansão civil, exploração de madeira e, principalmente, expansão da agropecuária, que é um dos fatores principais para o declínio da diversidade biológica. Esse processo é chamado de fragmentação florestal, que pode isolar populações impedindo o fluxo entre fragmentos. Neste processo, considera-se como parâmetros importantes à conservação da biodiversidade em fragmentos, se não for possível a conexão de modo algum entre eles.

Um desses parâmetros seria a frequência, assim como a proximidade entre estes, favorecendo a manutenção de grandes populações, como polinizadores - grandes responsáveis pela conservação dos ciclos biológicos - através da diversificação maior de recursos ao longo do ano -, tendo contato com mais de dois fragmentos. Outro parâmetro interessante é o formato dos fragmentos, que, quando considerados os efeitos de borda, fazem uma grande diferença no comportamento de indivíduos, estabelecimento de espécies, sendo ser fator determinante para a presença de espécies exclusivistas tanto da flora como da fauna.

Além da proximidade e formato dos fragmentos, quanto maiores eles forem, maior sucesso obtêm na conservação da biodiversidade, ou seja, o tamanho

influencia da riqueza de espécies do ecossistema, desde que tenham formatos mais arredondados possíveis. Um dos parâmetros principais para o sucesso do fragmento como ecossistema também é sua origem, que explica sua composição, sendo que, se houverem espécies exóticas ou invasoras nestes, tornam-se perigosos para a biodiversidade no fragmento em que está presente a espécie e nos vizinhos.

Para o entendimento dos fragmentos, há uma padronização em relação as suas tipologias. Eles podem ser classificados quanto à sua origem, forma, podendo acrescentar parâmetros como de circularidade destes, quanto as suas disposições espaciais na paisagem, levando em consideração a proximidade entre eles.

Segundo Forman e Godron (1986, p. 16), como base da Ecologia da Paisagem, os fragmentos são classificados quanto as suas origens como:

- a) Perturbados (*Disturbance patches*): foram originadas através de diversos tipos de perturbações como: pastoreio excessivo, exploração florestal, queimadas, tempestades, deslizamentos, minas irregulares e outros;
- b) Remanescentes (*Remnant patches*): são manchas de habitats que sobreviveram à perturbação, sendo fragmentadas em torno de uma pequena área fragmento, tornando essas áreas parte de uma matriz perturbada. Assim é um fragmento reminescente de uma comunidade anterior à interferência na flora e/ou fauna, que permaneceu na matriz que foi perturbada;
- c) Regenerados (*Regeneration patches*): uma seção integrada a uma área de perturbação esporádica que se liberta desta, sendo possível sua recuperação;
- d) de Recurso Ambiental (*Environmental resource patches*): são manchas que, em vez de perturbarem, podem estabilizar habitats através da sua estabilidade, constituindo áreas de colonização e manutenção de espécies;
- e) Introduzidas (*Introduced patches*): quando são introduzidos organismos exóticos por intervenção antrópica, como plantas, animais, usos, o próprio homem. Podem ser plantadas (agropecuária, silvicultura ou ajardinamento) ou construída (casas e habitações), ocorrendo a eliminação total do ecossistema, na maioria das vezes;

- f) Efêmeras (*Ephemeral patches*): manchas que se concentram sazonalmente ou em eventos únicos, podendo ser de espécies vegetais e/ou animais como em: migrações, florações, desmatamentos e outros.

Forman (1999, p. 117) avançou na classificação da tipologia dos fragmentos em relação aos seus formatos e configurações segundo a origem:

- a) Curvilíneas ou em formato de amebas: representam os fragmentos naturais;
- b) Geométricas: de origem humana, sendo que o alongamento e a convolução são os dois eixos principais (como x e y) para a classificação da forma desses fragmentos.

Jim (1989, p. 216) classificou os fragmentos através do formato considerando a diferença entre eles um número cardinal, identificando assim três tipificações: isolados, lineares ou conectados. Estes podem ser classificados quanto as suas configurações espaciais tanto em ambientes urbanos quanto rurais se considerar as lacunas brancas como ambientes agrossilvopastoris (Fig. 1).



Figura 1 - Classificação da disposição dos fragmentos segundo suas configurações espaciais.

Fonte: Jim (1989, p. 218).

Segundo o autor, os fragmentos “isolados” são aqueles em que, inclusos em uma matriz impermeável, podem estar: “dispersos”, apresentando pequenos fragmentos isolados, “agrupados” em pequenos grupos isolados, ou “agregados”, quando fragmentos um pouco maiores que os agrupados ainda se encontram isolados na matriz. Quando há certo direcionamento na disposição das árvores justapostas nos fragmentos, estes são fragmentos de tipologia “linear”. Podem estar alinhadas em calçadas ou lotes - ou até mesmo dividindo diferentes tipos de plantações na área rural - classificando-os como “retilíneos”, acompanhando cursos d’água naturais ou não, classificando-os como “curvilíneos” ou quando há fragmentos dispostos continuamente no entorno de morros desmatados seja pelo uso agrossilvopastoril ou urbano, são chamados de “anelares”.

Estranho se citar uma tipologia de fragmento como “conectados”, porém, deve-se observar a escala de observação destes, ou seja, quando em pequena escala não parecem ser fragmentos reais com interferências antrópicas por todos os lados, porém, em grandes escalas, assim são definidos. Estes podem estar associados a remanescentes de biomas ou agrupamentos de mata ripária não interferida pelo homem, classificados como “reticulados”. Também podem formar uma continuidade somente de copas de árvores de maior porte, mesmo situadas em lotes separados, onde se apresenta mais de 50% de cobertura florestal na área analisada, chamam-se “ramificados”. Quando áreas florestais possuem pouco avanço de uso do solo humano, com mais de 75% da área com cobertura arbórea, são chamados de fragmentos “contínuos”.

Essa classificação, portanto, também pode ser aplicada aos trampolins ecológicos, já que são fragmentos que funcionam como pontos de ligação. Eles podem facilitar o fluxo de espécies entre duas áreas-fonte, outras vezes entre fragmentos e área-fonte e, se o grau de fragmentação estiver mais avançado, somente entre fragmentos (Fig. 2).

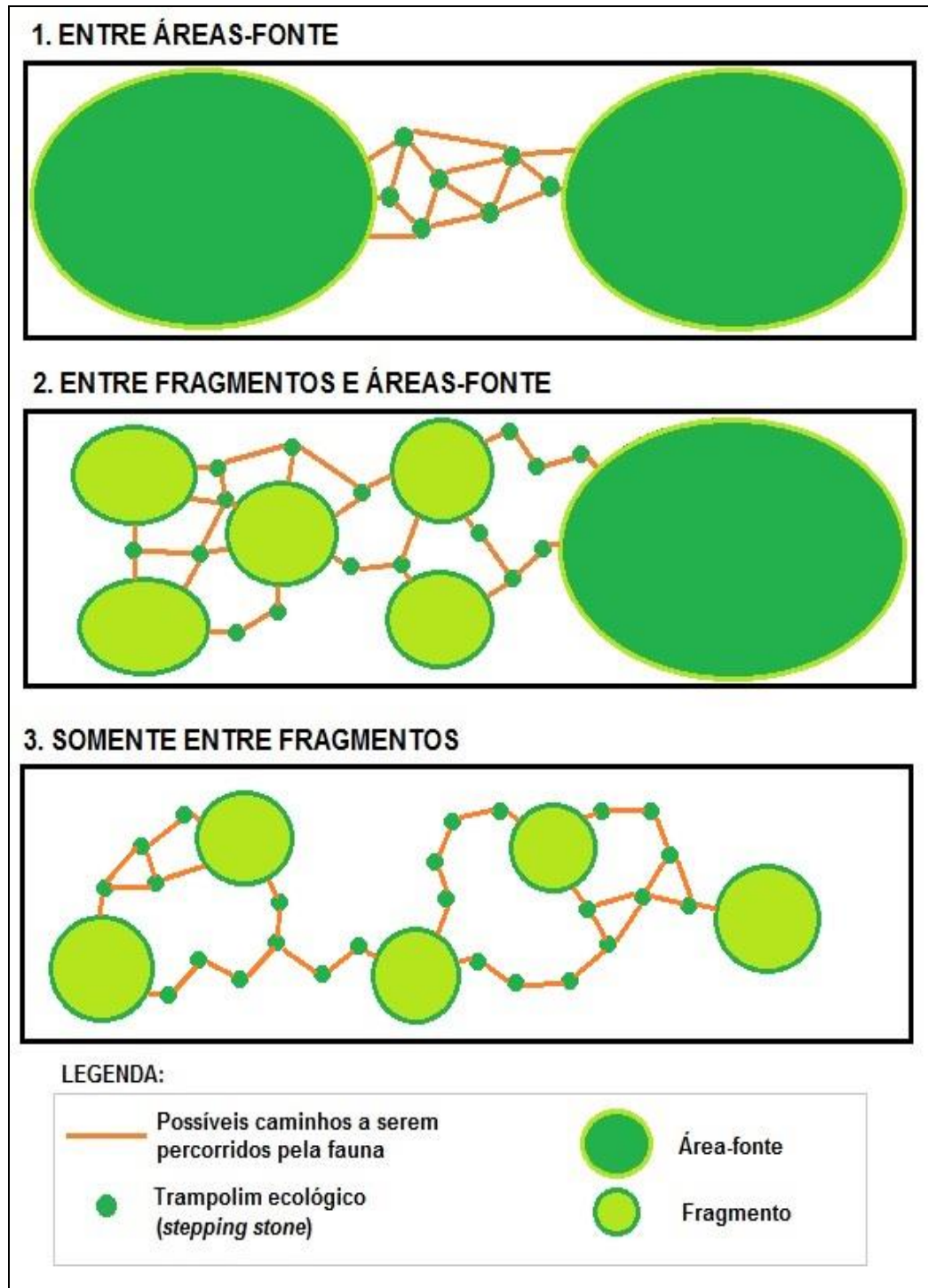


Figura 2 - Tipos de conectividade que os trampolins ecológicos podem motivar.

Fonte: Elaborado pela autora.

Em estudo realizado em área de Mata Atlântica Costeira no Brasil, Kolb (1997) verificou qual era a funcionalidade dos trampolins ecológicos com vegetação secundária para o estabelecimento de florestas maiores. Neste, observou-se que a regeneração é dificultada em pastagens, devido à pobreza do solo, gerando insucesso na germinação, e também à escassez de entrada de sementes. Assim,

vantagens como enriquecimento do solo e o favorecimento da chegada de sementes seriam trazidas pelo estabelecimento de trampolins de vegetação secundária, pois polinizadores e dispersores de sementes por zoocoria poderiam utilizar estes locais como abrigo temporário.

Outras conclusões do estudo da autora foram:

- a) em relação ao tamanho: quanto maior o trampolim, maior o sucesso de germinação;
- b) em relação à composição: quanto maior a produção de frutos no trampolim, maior a chegada de sementes;
- c) em relação ao isolamento: quanto maior o isolamento dos trampolins, menor chegada de sementes.

Portanto, as ilhas de mata secundárias nas áreas de pastagem entre dois fragmentos grandes de Mata Atlântica, poderiam ter uma área maior isolada e atuar como núcleos de regeneração. Esses resultados podem ser aproveitados para a silvicultura, pois, se houver planejamento anterior ao desmatamento para o plantio exótico, deixando pequenas ilhas de ecossistemas naturais, a regeneração pode ser mais provável do que nos dias atuais, em que solos inférteis distantes das áreas-fonte são deixados pelos empresários desta cultura.

2.4 Intervenções estruturais em rodovias como medidas mitigadoras à fragmentação de habitats

Na maioria das cidades de médio a grande porte a fragmentação de habitats é um dos principais problemas ambientais mundialmente conhecidos que contribuem para a ameaça da conservação das espécies, além dos diversos tipos de poluição gerados pelo homem. Para remediação deste problema, felizmente, algumas medidas mitigadoras não estruturais foram criadas, como campanhas educativas, sinalização viária, sistemas de detecção de fauna, redução do volume de tráfego, limitação da velocidade, entre outros (LAUXEN, M. S.; KINDEL, A., 2012). Como essas medidas não são tão eficazes quanto as estruturais (que são o foco deste trabalho), devido à cultura intrínseca ao homem, deve-se remediar os prejuízos da fragmentação com a intervenção estrutural urbana. Essa apresenta estruturas que já

foram criadas e implantadas há décadas dentro das cidades ou em rodovias com grandes taxas de tráfego a nível estadual, nacional e mundial.

Estas são medidas eficazes na manutenção do fluxo gênico de espécies, pois diminui drasticamente o número de mortes de animais por atropelamento dentro da área urbana, rural ou natural divididas por autovias, ou diminuem efeitos de borda, no caso das barreiras antirruído. As estruturas podem ser aéreas, superiores, inferiores ou até medianas em relação à criação de canteiros centrais nas rodovias.

No caso das *barreiras antirruído*, a proteção seria acústica para uma diminuição do efeito de borda¹¹ aos habitats laterais às grandes rodovias (Fig. 3), mas teria igualmente uma função de guia para a condução da fauna às próximas estruturas de conexão de travessia da rodovia (BANK *et al.*, 2002, p. 16). Elas podem ser construídas e fixadas nas margens da pista como paredes, com concreto, madeira, vidro ou podem ser plantadas formando uma barreira antirruído de espécies vegetais. Quando implantadas na mesma cota altimétrica da rodovia, podem incluir arbustos e arvoretas em densidade elevada, ou se no topo de taludes de corte, árvores maiores com folhagem densa que não comprometam a segurança da via. A eficácia destas ainda é pouco testada, porém não se pode desconsiderar a avaliação de seus reflexos pela contenção física, que direciona animais a estruturas como passagens para travessia e evita que a fauna se desvie para locais perigosos na rodovia (*ibid.*, p. 20).



Figura 3 - Barreira antirruído funcionando, também, como direcionadora de fauna na França meridional.

Fonte: JONES (2010, p. 44).

¹¹ Como principal efeito de borda amenizado pela barreira antirruídos tem-se a interferência em sítios de nidificação de aves (BLANK *et al.*, 2002, p. 16), que podem se estabelecer mais próximos à rodovia do que se não tivesse essa barreira.

A construção de canteiros centrais vegetados nas rodovias ou ampliação das dimensões atuais pode diminuir a taxa de morte de animais, porém, acredita-se que medidas mais eficientes não envolvam a travessia pela rodovia. Além da alta velocidade dos automóveis e a chance de atropelamento ser alta, os animais ficam mais visíveis a predadores nos canteiros centrais. Porém, a vantagem seria de um local intermediário onde os animais pudessem enfrentar apenas um sentido de tráfego por vez, pois em rodovias de duplo sentido o atropelamento tem maiores chances de acontecer (LAUXEN, M. S.; KINDEL, A., 2012).

Porém, estudos de Cain *et al.* (2003) e Clevenger e Kociolek (2006) demonstram quantitativamente que o número de atropelamentos é maior, principalmente de aves e felídeos, quando existente um canteiro como o indicado acima do que quando as divisões são feitas com barreiras Jersey ou F (de concreto, eu reconduzem os veículos desgovernados à pista) ou pistas contínuas. Isto ocorre devido a estes animais serem atraídos por algum tipo de árvore frutífera que possa ter sido utilizado no ajardinamento do canteiro.

Porém essas barreiras de concreto são empecilhos físicos à movimentação da fauna e, por isso, foram desenvolvidas placas de concreto com alguns recortes ou aberturas ovaladas (Fig. 4) para que pequenos animais não sejam bloqueados ao atravessar as autoestradas (CLEVINGER, A. P.; KOCIOLEK, A. V., 2006, p. 2). A quantificação da eficácia dessas aberturas ainda não foi testada, mas a técnica tem sido empregada em muitas rodovias dos Estados Unidos (*ibidem*, p. 7), talvez pelo seu baixo custo de sua adaptação.



Figura 4 - Aberturas ovaladas em Barreiras Jersey para a passagem de fauna de pequeno porte.

Fonte: Clevenger e Kociolek (2006, p. 80).

No caso de todas as passagens, sejam inferiores ou superiores, a manutenção de vegetação próxima as suas entradas seria essencial, servindo de guia à fauna (CLEVINGER, A. P.; WALTHO, N., 2000; GRILO *et al.*, 2008). A localização das entradas deve priorizar áreas com elevada permeabilidade potencial ou confirmada para a fauna, que tenham possibilidade de serem corredores e que a interferência humana seja baixa (CLEVINGER, A. P.; WALTHO, N., 2000; GRILO *et al.*, 2008).

Assim, a escolha para a instalação de cada tipo na cidade exige estudo prévio de profissionais, no mínimo, da área ambiental e de construção civil. Como a implantação destas estruturas também necessitaria de licenciamento ambiental, o máximo de áreas interdisciplinares devem ser envolvidas. Este tipo de estudo é realizado para verificar qual estrutura se adaptaria melhor à área, dependendo das classes animais a serem conservadas e do entorno do local, necessitando de taxonomistas para classificação da fauna e de engenheiros para a construção de estruturas mais complexas, como se vê em cada tipo de estrutura inferior ou superior às rodovias descritas a seguir.

2.4.1 Passagens inferiores à rodovia

As *passagens inferiores pequenas*, construídas exclusivamente para a fauna, são as mais utilizadas no Brasil (Fig. 5), objetivando a travessia de espécies tanto terrestres, como semiaquáticas e até morcegos (GAISLER *et al.*, 2009). Suas dimensões podem variar entre 0,3 e 7 m de largura ou diâmetro por 0,3 e 4 m de altura (CLEVINGER, A. P.; HUIJSER M. P., 2011, p. 57), dependendo do grupo animal a que se objetiva a passagem. Nas que possuem os valores máximos de dimensão citados, que podem estar associadas a cursos d'água, devem ser mantidas passagens secas por instalação de como se fossem prateleiras laterais dentro da estrutura, lembrando que essas plataformas igualmente devem dar acesso direto ao solo.



Figura 5 - Passagem inferior pequena na rodovia RS 486 (Rota do Sol).

Fonte: Lauxen e Kindel (2012).

Para maior eficácia, estudos indicando caminhos preferenciais da fauna são indispensáveis antes da espacialização de sua localização. Essas passagens inferiores de menores tamanhos também funcionam como atrativo para a termorregulação animal - facilitando a visibilidade de um ponto de travessia para o outro lado da rodovia - já que as temperaturas dessas passagens inferiores são expressivamente menores do que as do ambiente externo (ASCENSÃO, F.; MIRA, A., 2007; CAIN *et al.*, 2003). Uma possibilidade que frequentemente é levantada é que, por visibilidade maior, passagens como estas sejam locais preferenciais de

predação por carnívoros. No entanto, estudos que abordaram essa questão não corroboraram essa hipótese (ARESCO, 2005).

A iluminação para a manutenção da temperatura e para a permissão de um eventual crescimento vegetal é de extrema importância como atrativo para a fauna. Esse atributo pode ser mais facilmente obtido através de aberturas superiores da passagem (teto) (CAIN *et al.*, 2003) em canteiros centrais inseridos em pistas duplicadas nas passagens pequenas inferiores de maior porte.

As *passagens inferiores grandes* também visam à passagem de fauna e são grandes por representarem a passagem de animais mais exclusivistas como grandes mamíferos, podendo ser utilizada pelos demais grupos faunísticos. Assim, suas aberturas possuem de 7 a 25 m de largura e de 3 a 5 m de altura (BECKMANN *et al.*, 2010, p. 40). A recomendação para essas dimensões é devido ao fato de alguns animais desperceberem o túnel de passagens pequenas, o que pode diminuir suas utilizações por espécies como, por exemplo, os cervídeos.

No entanto, as dimensões da abertura não podem ser consideradas como critério único à passagem inferior grande, mas também devem ser listados em estudo prévio. Parâmetros como a necessidade de iluminação artificial dos vãos de canteiros centrais para as entradas das passagens inferiores, qualidade do habitat e espécies-alvo na montagem da estrutura conectiva (CLEVENGER, A. P.; HUIJSER M. P., 2011, p. 64).

Também deve se verificar a disponibilidade dos habitats nos dois lados da rodovia. Com recobrimento vegetal das paredes da passagem inferior, vegetação densa em ambos lados da travessia e adaptações no substrato utilizando bermas de terra, a luminosidade dos carros afetaria menos e o efeito visual para os animais se daria mais atrativo, aumentando a quantidade de espécies que poderiam utilizá-la. O cercamento é sempre recomendado, direcionando a fauna mais diretamente à estrutura conectiva, restringindo seu acesso às rodovias (CLEVENGER, A. P.; HUIJSER M. P., 2011, p. 116).

A principal dificuldade de implantação desta estrutura seria o alto custo (ARROYAVE *et al.*, 2006, p. 53). Deste modo, além da dificuldade de um diálogo sobre o meio-ambiente com o governo de todas as esferas no Brasil, este projeto geraria incansáveis discussões em sua implantação devido ao valor do capital financeiro ser mais importante que o natural no país.

Similares às passagens inferiores grandes, as *passagens inferiores multiuso* além da fauna silvestre que inclui grande porte (apesar do maior uso ser de espécies generalistas), também são destinadas aos animais domésticos e humanos a pé (BECKMANN *et al.*, 2010; CLEVINGER, A. P.; HUIJSER M. P., 2011), devendo ser evitada a passagem de veículos motorizados. Essas passagens são menores que as passagens inferiores grandes (Fig. 6) (CLEVINGER, A. P.; HUIJSER M. P., 2011, p. 48), possuindo no mínimo 5 m, mas preferencialmente mais de 7 m de largura e altura que ultrapasse 2,5 m, recomendando-se mais de 3,5 m, devido ao tipo de animais que as usam juntamente ao uso humano (BECKMANN *et al.*, 2010, p. 40).



Figura 6 - Passagens inferiores multiuso. Legenda: 1) Na Dinamarca, possui diâmetro de 13 m com 8 metros iluminados, possuindo 87,5 m de comprimento de teto e 115m de comprimento de solo. É regularmente usada por raposas, tourões, furões e martas. 2) Passagem inferior multiuso sendo utilizada por mamíferos de médio porte.

Fonte: Adaptado de: 1) Luell *et al.* (2003 p. 30) ; 2) Clevenger e Huijser (2011).

As estruturas multiuso devem ser adaptadas para espécies semiarborícolas. Espécies de anfíbios e outras semiaquáticas também podem utilizá-las se localizadas entre seus habitats. Algumas delas também podem se chamadas de “passa-gado”, nome usualmente utilizado no Brasil.

Outras estruturas de relevante valor que incluem a conservação para a biodiversidade de anfíbios e répteis são os *túneis com fluxo d’água*. Estes são projetados para atender as necessidades duplamente da fauna que se locomove na água e da vida selvagem e são, geralmente, localizados em habitats ripários (BECKMANN *et al.*, 2010, p. 40). Esses túneis são frequentemente também usados por diversas espécies de mamíferos de grande porte, médio e pequeno porte, mas o uso dependerá largamente de como a estrutura pode ser adaptada para uma travessia específica destes sem interferir na linha d’água com pisoteio ou afogamento.

Como elemento principal do projeto de estudo do túnel tem-se o micro-habitat, que difere entre diferentes táxons de anfíbios. São essenciais que parâmetros como temperatura, luz e umidade estejam em condições favoráveis para a formação do microclima facilitando a passagem de determinado taxa. Se houverem mudanças, os animais as percebem como degradações e não os utilizarão. Os túneis devem ter como substrato um solo arenoso ou argiloso-arenoso, proporcionando um ambiente mais natural para as passagens (CLEVINGER, A. P.; HUIJSER M. P., 2011, p. 162). Além disso, o solo também retém mais umidade do que as estruturas de concreto ou metal sem qualquer proteção (LESBARRÈRES *et al.*, 2004, p. 221).

Os que possuem estrutura mais longa e estreita devem ser instalados o mais próximo possível da superfície da via e devem possuir aberturas para entrada de luz para obtenção de sucesso na sua utilização. Além disso, o formato mais recomendado dos túneis é o retangular, pois as estruturas pré-moldadas que possuem paredes verticais facilitam o direcionamento do deslocamento dos indivíduos. Os circulares também podem ser utilizados, desde que não sejam de aço, pois o material pode apresentar temperaturas muito baixas durante os períodos migratórios de primavera e a alta condutividade pode intervir criando campos magnéticos (*ibidem*).

Clevenger e Huijser (2011) acrescentam que os túneis também podem ser formados por canaletas subsuperficiais, possuindo dimensões menores e podem ser recobertos por grade metálica. É importante lembrar que o planejamento da implantação inclui estudo do escoamento hídrico do local, pois estes não podem ser inundados. Se este tipo de situação ocorre, além de impedir o trânsito de animais, podem ocorrer mortes por afogamento. O fluxo do túnel não pode ser interrompido por degraus ou inclinações verticais, ou aberturas superiores quando dão acesso ao canteiro central, pois assim há barramento dos animais, e, no caso do canteiro, podem sair e ser mortos por atropelamento, que é o principal agente que se deseja eliminar através dessas construções.

Essa estrutura possui, geralmente, até 0,9 m de largura, e já foi verificado sucesso em um túnel de 40 m em Lausanne, na Suíça. Porém, para anfíbios, a eficiência parece ser maior em túneis de menor comprimento foi (BECKMANN *et al.*, 2010, p. 41). Aconselha-se que, em áreas de nichos reprodutivos, a quantidade de túneis seja maior, tendo uma frequência de espaçamento de até 45 m entre si (CLEVINGER, A. P.; HUIJSER M. P., 2011, p. 162).

Como a maioria das estruturas conectivas, o cercamento e as barreiras são essenciais ao direcionamento da fauna para a entrada dos túneis. Devem atingi-los em 45° e ter características físicas de dificultar as escaladas dos indivíduos e alcançar, no mínimo, 35 cm de altura (LESBARRÈRES *et al.*, 2004, p. 221).

Viadutos e elevados rodoviários, assim como *pontes e pontilhões*, em geral, não possuem como principal objetivo a conectividade da fauna, mas esta é uma vantagem acessória (Fig. 7). A melhor alternativa para várzeas extensas e charcos¹² seriam os primeiros, pois tem mínima interferência no ambiente e praticamente todos os grupos animais podem ultrapassar por baixo dos viadutos. Os segundos servem, principalmente, para preservação de ambientes aquáticos, porém, com algumas adaptações, podem propiciar igualmente passagem seca por baixo das pontes. Deste modo, formam corredores para a biodiversidade terrestre, que depende, frequentemente, da disponibilidade de água, utilizando matas ciliares para estas movimentações.



Figura 7 - Elevada e viadutos rodoviários como modo de manutenção da conexão da biodiversidade e hidrografia. Legenda: 1) Elevada sobre trecho de várzea e do próprio curso d'água do Rio Maquiné (RS) na BR 101; 2) Viaduto localizado ao norte da Inglaterra, deixando o vale do rio intacto; 3) Viaduto possibilitando a passagem inferior de fauna selvagem no Quebec.

¹² Adaptação da língua portuguesa aos *humedales*, bioma uruguaio e argentino. O termo charco também é utilizado nestes países, porém mais casualmente.

Fonte: Adaptado de: 1) Lauxen e Kindel (2012) e 2) Luell *et al.* (2003 p. 24); 3) Clevenger e Huijser (2011, p. 119).

Uma estrutura que também não teve como sua primeira função o fluxo da biodiversidade é o bueiro, que tem como sua principal função a drenagem. Porém, *bueiros modificados* com algumas adaptações podem funcionar como excelentes estruturas para a passagem de vertebrados, sendo que suas dimensões variam entre 0,6 e 2,5 m de largura ou diâmetro. Plataformas (como prateleiras) secas, com acesso por rampas, possuem custo baixo e fácil implantação e, desde que não interfiram na capacidade hidrológica da estrutura, são importantes para a travessia de fauna terrestre (BECKMANN *et al.*, 2010).

Ascensão e Mira (2007) realizaram estudo em duas rodovias de Portugal com modificações de 34 bueiros modificados. Este concluiu que a utilização destes é dada por diversas espécies, onde os principais usufrutuários são os carnívoros, independentemente da quantidade de tráfego das rodovias.

Em estudo de Taylor e Goldingay (2003), a principal fauna a valer-se da estrutura e que utilizarem os bueiros modificados como travessia foi a de mamíferos, dividindo-se em: pequenos marsupiais (*bandicoots*) (25 %), ratos (25 %), pequenos cangurus (*wallabies*) (13 %) e anfíbios: sapos-cururu (14 %). Os outros 23 % se dividiram em um amplo espectro de espécies. Em estudos similares nos Estados Unidos, a utilização maior se deu por felídeos (CAIN *et al.*, 2003) e, no Canadá, por mamíferos em geral (CLEVENGER *et al.*, 2001a) Em todos os estudos citados a diversidade de espécies é explicada pela conservação dos habitats adjacentes à estrutura.

Quando a estrutura está instalada acima do nível do habitat em que o animal está ocupando, há um desencorajamento do uso desta devido à perturbação por ele causada. Assim, o animal busca diferentes alternativas de passagem para atravessar a rodovia, o que devem ser facilitadas através das cercas direcionadoras.

Além deste, outros obstáculos físicos podem restringir o uso do bueiro, como formato e revestimento, comprimento, largura, altura, iluminação, degraus ou poços de recolhimento de dejetos ou outros resíduos. Esses obstáculos influenciam altamente no grau de utilização da estrutura por diversos grupos faunísticos, principalmente peixes. Já, anfíbios e doninhas, não necessitariam enxergar habitat do lado oposto da estrutura, pois estudos verificaram a visibilidade do extremo posto

como um parâmetro não tão decisivo a esses grupos (CLEVENGER *et al.*, 2001; DODD *et al.*, 2004)

Assim como em todas as estruturas conectivas, recomenda-se, para um maior potencial de utilização, que os mesmos substratos dos ambientes adjacentes sejam utilizados dentro do bueiro e plataformas, assim como é indispensável o cercamento e conservação do habitat no entorno da estrutura. (GRILO *et al.*, 2008; TAYLOR, B. D.; GOLDINGAY, R. L., 2003).

Os bueiros modificados (Fig. 8) podem ser tipificados do seguinte modo, segundo Baker e Votapka (1990, p. 10):

- a) Bueiro celular: usualmente seu material é concreto pré-moldado, apresentando uma área basal grande. Por ser pré-moldado, sua facilidade de construção é maior. Sua base, geralmente, apresenta superfície lisa, ou seja, a velocidade da água pode aumentar ao passar por ele. Aceitando a hipótese que esporadicamente os fluxos d'água estejam reduzidos, é relevante a necessidade de que tenha um canal central rebaixado, para que mantenha o fluxo constante e sirva como passagem para a ictiofauna (*ibid.*, p. 13);
- b) Bueiro circular: possui uma maior profundidade da água, facilitando o fluxo de peixes em períodos mais secos. Por possuir maior profundidade, a influência das barreiras hidráulicas é reduzida;
- c) Bueiro tubular em arco: área basal ampliada, tornando o perfil de água baixo. Este é vantajoso em situações onde a reserva d'água é limitada ou o nível d'água à montante é reduzido;
- d) Bueiro em arco: bueiro como os tubulares em arco, porém aproxima à estrutura às condições naturais do habitat através da retenção do substrato do curso d'água como base do bueiro. Esta medida é de extrema relevância para todos os grupos que utilizariam o bueiro, principalmente peixes. Seus parâmetros de medida podem ser maiores que os outros, estimulando mais grupos animais à travessia. A viabilidade normal para sua instalação é de 7,5 m, porém podem ser construídos com até 12 m de seção transversal. Podem ser construídos com até 12,2 m (40 pés) de seção transversal, mas a viabilidade normal para sua instalação é consideravelmente menos que isso, sendo 7,6 m (25 pés). Porém, há algumas situações em que

essas estruturas devem ser estudadas cuidadosamente. Quando são instaladas em córregos muito íngremes (superiores a 8%), os processos erosivos podem comprometer a estabilidade de suas bases. Fatores como custos da instalação, maior altura e tempo para instalar são complicadores na sua escolha como dispositivo de drenagem da cidade (*ibid.*, p. 14) Porém, se considerada a conservação da biodiversidade conjuntamente, podem ser instalados em menor frequência e em locais-chave no município.



Figura 8 - Bueiros modificados para favorecimento da passagem de fauna. 1 e 2) Tubo celular com plataforma para a passagem de fauna terrestre; 3) Bueiro circular de aço corrugado com substrato de terra e 4) Bueiro em arco com plataforma para passagem de fauna terrestre.

Fonte: Adaptado de: 1, 2 e 3) Lauxen e Kindel (2012); 4) Bank *et al.* (2002, p. 20).

Como a esconsidade¹³ e o ângulo de inclinação vertical do bueiro devem ter o mesmo valor do curso d'água por ele drenado, é necessária a adoção de medidas para isso ocorrer. Se a angulação for demasiada, somada a superfície lisa do bueiro, a velocidade da água aumenta, impedindo a adaptação por diversos taxa da ictiofauna. Uma medida para isso seria a adaptação da angulação da estrutura,

¹³ Ângulo entre o eixo do bueiro e a Normal à estrada na estaca do bueiro (PEREIRA *et al.*, 2010, p. 19)

corrigindo o desnível entre as extremidades dos bueiros e o curso d'água (*ibid.*, p. 15).

Para suavizar a transição entre substratos dos bueiros e do solo externo, podem-se colocar rochas presentes no habitat externo nas extremidades das estruturas. Também se podem adaptar piscinas sequenciais de repouso, montadas com barreiras desnível de até 30 cm uma da outra, até que seja superada a diferença de cotas entre a extremidade do bueiro e o nível normal do curso d'água (*ibid.*, p. 19).

Deve-se lembrar de que o material a servir de substrato de fundo do bueiro deve ser o máximo possível livre de silte, pois, por ser muito fino, escoar facilmente e causa sedimentação muito rapidamente. Porém, no caso de rugosidade excessiva, a necessidade de um revestimento da superfície interior deve ser considerado, para não acabar excluindo determinados grupos da fauna terrestre, devido a dificuldades de movimentação dos indivíduos de pequeno porte (*ibid.*, p. 21).

Também se deve considerar que a velocidade da água em bueiros com o fundo liso é de duas a três vezes maior que nos bueiros de metal nas mesmas condições, apresentando-se uma vantagem para os peixes. Quando os bueiros são revestidos com um material de tonalidade mais escura, pode-se considerar a pintura interna como medida para aumentar a visibilidade do ambiente (*ibid.*, p. 21).

Como já falado, pode-se adaptar esses bueiros para a fauna em geral se instalados dispositivos de passagem seca na maioria das condições de fluxo hídrico elevado. Estas podem incidir em uma ou mais plataformas sustentadas por mãos-francesas e rampas sob angulação suave definidas em estudo prévio (LAUXEN, M. S.; KINDEL, A., 2012). Em eventos raros, ou mesmo catastróficos, pode ser que a estrutura toda seja inundada, porém os estudos realizados para suas instalações devem prever sua funcionalidade de passagem de fauna em situações comuns como de chuvas torrenciais, eventos comumente observados no Brasil.

2.4.2 Passagens superiores à rodovia

Como maiores passagens superiores em dimensão há os *ecodutos*, *pontes de ecossistemas*, *pontes verdes* ou *pontes de paisagem* (Fig. 9). Estes são testados

através de estudos na Europa há décadas, constituindo uma ótima alternativa de fluxo biológico quando se avalia a continuidade de habitats fisicamente, abrigando uma gama enorme de taxas animais terrestres ou semiaquáticos (ARROYAVE *et al.*, 2006). No entanto, estas são estruturas que dispendem muito dinheiro, tornando suas implantações um obstáculo.

Para o seu sucesso, é imprescindível a instalação de barreiras visuais nas laterais da ponte para o animal não ter receios quanto à altura ou mesmo confiabilidade de degradação do habitat. Essas barreiras podem ser plantadas, através de reflorestamento de espécies nativas de arbustos e arvoretas ou, podem-se instalar cercas de madeira, isolando os animais dos ruídos das rodovias, igualmente (ARROYAVE *et al.*, 2006, p. 53). Também podem abrigar canais ou canaletas artificiais que facilitem sua utilização por anfíbios (BANK *et al.*, 2002, p. 19). Apresentam como obstáculo à sua implantação o alto custo associado.



Figura 9 - Ecodutos com diferentes estruturas em diferentes países. Legenda: 1) Ecoduto alemão com passagem recoberta por gramíneas, sem cercamento ou alguma barreira visual, diminuindo sua efetividade e gerando um perigo até de morte por queda de animais; 2) Ecoduto francês com barreira visual de cerca de madeira direcionadora e antirruído, com 15 m de largura no meio e 30 m nas extremidades; 3) Ecoduto ligando algumas florestas nativas e artificiais com barreira visual.

Fonte: Adaptado de: 1) Bank *et al.* (2002, p. 14); 2) Bank *et al.* (2002, p. 20); 3) Damarad e Bekker (2003).

Em geral, as passagens verdes possuem mais de 70 m e, preferencialmente, devem ter 100 m ou mais de largura, possibilitando a restauração de habitats, priorizando a continuidade deste de um lado a outro. Sua própria estrutura recria um

ambiente atrativo à fauna, sem confinamento e com a possibilidade de uma cópia das condições ambientais do entorno, servindo inclusive como um hábitat de passagem para pequenos animais. Pelas suas dimensões, atendem todos os grupos da fauna terrestre, de mamíferos grandes a répteis e até mesmo invertebrados. Devem combinar diferentes tipos e portes de vegetação, como arbórea, arbustiva, herbácea, semiaquática e outras para estimular a utilização por uma maior variedade de animais, como aves e morcegos (BECKMANN *et al.*, 2010, CLEVENGER, A. P.; HUIJSER M. P., 2011).

Parecidas com os ecodutos, as *passagens superiores estreitas* possuem menor dimensão em largura (Fig. 10), sendo de 40 a 70 m, algumas podendo chegar de 40 a 50 m nas suas extremidades, sendo que seu principal objetivo também é a utilização por mamíferos de grande porte (BECKMANN *et al.*, 2010, p. 38). Segundo Bissonette e Cramer (2008), existe um número muito reduzido de passagens superiores comparadas às inferiores nos Estados Unidos e Canadá, sendo 4 e 3 superiores nos dois países respectivamente e 559 e 118 inferiores. Em compensação, na Europa, as passagens superiores são mais frequentemente utilizadas como prioridade para instalação, tendo 125 na França, 30 na Alemanha, 20 na Suíça, quatro na Holanda (CORLATTI *et al.*, 2009 *apud* LAUXEN, M. S.; KINDEL, A., 2012), além dos países não listados aqui.



Figura 10 - Vista aérea através de imagem por satélite da passagem superior estreita australiana na Campton Road, Brisbane.

Fonte: Lauxen e Kindel (2012).

Nos países desenvolvidos, definitivamente, o problema não é financeiro com relação à construção de passagens superiores, e sim na prioridade para instalação. Deve-se assumir que essas construções realmente possuem um alto custo de instalação quando comparadas a algumas passagens inferiores como bueiros modificados, porém o custo-benefício das superiores são maiores nos quesitos de conservação da biodiversidade e fluxo gênico, assim como beleza cênica.

Como nos ecodutos, a passagem superior após o término de sua instalação, deve ser fechada ao público ou qualquer outra atividade que não seja a de monitoramento (preferencialmente por câmeras), sendo um dos requisitos principais para um maior grau de eficiência e sua efetividade. O rol de espécies é tão grande quanto o das pontes verdes (BECKMANN *et al.*, 2010, p. 38), porém não servirão de habitat para pequenos mamíferos, podendo servir para alguns invertebrados.

Como a passagem inclui espécies de grande porte, a densidade de arbustos não pode ser tão alta, pois dificultaria a movimentação (ou mesmo o encorajamento) destes ao atravessá-la. Porém, outros grupos animais utilizarão essa estrutura e, portanto, a vegetação presente nesta deve se mostrar uma continuidade com representantes de espécies vegetais do ecossistema dos dois extremos da passagem. Portanto, no estudo de implantação da estrutura, deve-se prever o tipo e a altura da camada de solo a ser colocado para o suporte das espécies dos habitats do entorno que serão plantadas ali.

Como alternativa mais antropizadas às passagens superiores estreitas, há as *passagens superiores multiuso*, voltadas para a fauna silvestre (principalmente de mamíferos, tanto de grande quanto de médio ou pequeno porte generalistas), doméstica e uso humano (Fig. 11). A dimensão destas é de 15 a 25 m de largura, algumas podendo ser mais estreitas, com apenas 10 m de largura (*ibidem*).



Figura 11 - Uso humano em uma pista e faixa vegetada ao lado para passagem da fauna. Recomenda-se uma faixa maior de vegetação e apenas uma trilha estreita para passagem humana e de animais domésticos.

Fonte: Clevenger e Huijser (2011, p. 110).

Toda a estrutura das passagens superiores multiuso devem ser adaptadas, igualmente aos ecodutos e as passagens superiores estreitas. A estrutura vegetacional a ser replantada na passagem superior multiuso deve ser adaptada a espécies terrestres, semiarbóricolas, sendo que anfíbios e animais semiaquáticos só poderão utilizar a estrutura se esta passar dentro o seu habitat natural (*ibid.*, p. 39).

Ao invés de serem construídas passagens ecológicas acima das rodovias, crê-se que a melhor escolha a se tomar quando o ecossistema, normalmente, montanhoso, ainda é preservado e está prevista a instalação de uma rodovia no local, é a instalação de *túneis rodoviários* (Fig. 12). Segundo Carr *et al.* (2002), estes túneis separam fisicamente de maneira eficaz o tráfego da fauna silvestre, preservando a conectividade biológica sem necessidades de reflorestamento. Apesar de estes terem um alto custo, suas instalações são ambientalmente preferíveis às demais alternativas de intervenções conectivas citadas anteriormente.

Contudo, raramente essas estruturas são construídas pensando na questão ambiental. Normalmente o incentivo a estas se dá no encurtamento de caminhos em trechos rodoviários onde motoristas reclamam por estarem andando quilômetros a mais contornando os morros, podendo diminuir a quilometragem através do tunelamento, ou por muitos riscos de quedas de barreira.

Felizmente, há alguns casos no Brasil que escolheram realizar a construção de túneis para a conservação da biodiversidade do entorno. Como exemplo, cita-se o túnel sob o Morro Alto, na BR 101/RS, com 1.900 m de extensão (LAUXEN, M. S.; KINDEL, A., 2012). Também se deve lembrar que o cercamento no entorno da rodovia é indispensável, de maneira que não estimule animais a escalarem as cercas.



Figura 12 - Túnel rodoviário sob o Morro Alto na BR 101/RS, em Osório. Legenda: 1) Demonstração da dimensão desta estrutura e demonstração de como a conectividade florestal mantém seu sucesso, via imagem de satélite do Google Earth. 2) Emboque Norte do mesmo túnel.

Fonte: Adaptado de Lauxen e Kindel (2012).

Pode-se considerar como passagem superior, mas as *passagens no estrato arbóreo* não são estruturas tão complexas quanto às citadas anteriormente. É exatamente por sua simplicidade que são especiais, gerando facilidade na instalação e mesmo aceitação dos governos, pois o custo de implantação é baixo. Porém, abrangem uma gama menor de grupos faunísticos que as utilizam.

As passagens no estrato arbóreo são geralmente constituídas por cabos de aço ou estruturas de madeira que ligam as copas do estrato arbóreo superior de fragmentos florestais (Fig. 13), nos quais espécies semiarborícolas e arborícolas utilizam em ambientes florestais (BECKMANN *et al.*, p. 39) ou mesmo urbanos. No caso dos urbanos, deve-se haver um encapamento de toda fiação elétrica urbana onde os animais se encontrarem e as estruturas podem ser montadas como pontes de cordas, como o Projeto Macaco Urbano realiza em Porto Alegre desde 1993.



Figura 13 - Passagens pelo estrato arbóreo no Brasil e no exterior. Legenda: 1) Esta passagem aproveita a estrutura para a sinalização da rodovia; 2) Cordas estendidas de uma passagem superior de madeira para a floresta, notando-se que é uma distância curta para a chega às árvores; 3) Ponte de corda instalada em Porto Alegre, Rio Grande do Sul pelo projeto Macacos Urbanos; 4) Bugios-ruivos (*Alouatta guariba*) utilizando as passagens aéreas como o modo mais seguro de passagem pela rodovia.

Fonte: Adaptado de: 1 e 2) Clevenger e Huijser (2011, p. 116); 3) Prefeitura de Porto Alegre (c2014); 4) Lauxen e Kindel (2012).

No caso das rodovias de pequena largura, em vez de serem ancoradas nas árvores, preferencialmente, as estruturas devem ser fixadas em outras estruturas permanentes e imóveis, erguidas para essa finalidade. Em geral, as cordas têm no mínimo oito centímetros de diâmetro e, assim como os cabos de aço, devem ser dispostas bem estendidas dispostas paralelas uma à outra, separadas por 20 a 30 cm de redes de nylon entre as cordas ou cabos. As plataformas de madeira devem possuir largura mínima de 30 centímetros de largura para sucesso de travessia para o animal. (CLEVINGER, A. P.; HUIJSER, M. P., 2011, p. 115).

Essas pontes de corda, aço ou madeira são alternativas para conservação de espécies como o bugio-ruivo (*Alouatta guariba*), gambás, cuícas e ouriços, que, já não bastando estarem em ambientes com alto efeito de borda, gerando mais dificuldades na captura de alimento, outros fatores ameaçam sua sobrevivência. Em vez de os animais descerem das árvores para atravessar as rodovias, os indivíduos

simplesmente atravessam de um fragmento a outro por cima dessas passagens, correndo menos riscos de captura ilegal por pessoas, injúrias seguidas de doenças ou morte por ataques de animais domésticos ou atropelamentos (PREFEITURA DE PORTO ALEGRE, c2014).

2.5 Importância da conexão estrutural/funcional da paisagem

O Serviço de Conservação de Recursos Naturais dos Estados Unidos (NRCS, c2014) cita cinco funções dos corredores, que operam simultaneamente e flutuam com as mudanças nas estações e clima ao longo do tempo, que são: de habitat, condução, filtro/barreira, de absorção (*sink*) e fonte. Essas interações são complexas e em muitos casos não são bem compreendidas por responsáveis pela gestão de áreas verdes urbanas ou rurais.

Os corredores funcionam como habitat ou um componente do habitat (micro-habitat) para as espécies que ocupam uma pequena amplitude (*range*) geográfica e tem mobilidade limitada, como, por exemplo, o tetraz-de-colar (*Bonasa umbellus*), ave silvestre galiforme, de distribuição ao norte da América do Norte. Para algumas espécies, como grandes mamíferos, um corredor pode servir de habitat momentâneo durante migrações sazonais entre fragmentos (*ibid.*, p. 3).

A funcionalidade de condução destes não serve somente para o deslocamento dos animais entre fragmentos, mas sim, de condutividade de fluxos de matéria e energia, como água, nutrientes, genes, sementes, organismos, dentre outros elementos. Vetores, como o trajeto ou caminho desta, e variáveis, como a disponibilidade de comida, são diretamente associados aos corredores de migração (MALHEIROS, 1998). Assim, o biólogo Michael Soule identificou três categorias gerais de necessidades animais para o desempenho desta função:

- a) de migração periódica para locais de forrageio ou de nascimento;
- b) de movimento entre fragmentos dentro do *range* geográfico de vida para o acesso de comida, proteção ou outros recursos;
- c) algumas populações que estão a persistir em fragmentos isolados devem receber imigrantes (NRCS, c2014).

Também podem atuar como filtros ou barreiras quando interceptam o vento, partículas, água superficial ou subsuperficial, nutrientes, genes e animais. Devem filtrar sedimentos e substâncias químicas agrícolas oriundas do escoamento originado na matriz adjacente. Eles também podem atuar como barreiras que reduzem a velocidade do vento, diminuindo a erosão eólica. Alguns corredores artificiais, como estradas e canais, são barreiras para a movimentação da vida silvestre, podendo isolar populações, além de espacialmente, geneticamente (*ibidem*).

Um corredor atua como função de absorção (ou fossa) quando recebe e retém (temporariamente ou não) objetos e substâncias originadas na matriz, como solo, água, agrotóxicos, sementes e animais. Estes podem se tornar cemitérios silvestres, quando a taxa de mortalidade por predação ou outras causas criam uma perda na população de espécies migrantes ou residentes.

Outra funcionalidade para um corredor seria a de fonte. Isto ocorre quando, além de abrigar recursos dentro de seu interior, libera ou lança objetos e substâncias na matriz adjacente. Também pode ser fonte de ervas-daninha, espécies vegetais praga, de insetos predadores e pássaros insetívoros que podem ser pragas a culturas adjacentes (*ibidem*), portanto o cuidado com uma zona de amortecimento e de transição entre o corredor e a lavoura, por exemplo, deve ser bem minucioso. Os corredores de alta qualidade são, muitas vezes, uma fonte de vida selvagem, onde a reprodução excede a mortalidade e os indivíduos são incluídos à população (*ibidem*). Por isso, o cuidado com um regime de plantação de somente espécies nativas ou a espera da regeneração da mata é muito importante, além do cuidado com invasão de espécies animais exóticas à mata atlântica, como espécies do pampa, que ficariam em áreas de transição, e não em zona núcleo da Mata Atlântica.

Morera *et al.* (2007) trazem a importância da conservação da cobertura arbórea, não especificamente para corredores, mas que também se pode aplicar a estes, por serem formações florestais. Os autores citam que, com a redução das paisagens naturais, é produzido um maior escoamento superficial, um decréscimo na recarga dos aquíferos, uma diminuição da qualidade da água e uma maior frequência de inundações. A ausência ou a redução de áreas naturais também implicam em uma redução da capacidade de renovação de oxigênio do ar, bem como em uma redução na fixação temporal do dióxido de carbono e uma diminuição

da umidade, devido à redução da transpiração das plantas (MORERA *et al.*, 2007, p.12).

Sob uma perspectiva ecológica, as consequências da transformação da paisagem se concentram na redução ou desaparecimento dos habitats naturais. Paisagens florestais ou agroflorestais antigas de extensão e continuidade notáveis são fragmentadas em manchas de tamanho reduzido, devido à ocupação progressiva e desorganizada do território. Uma diminuição das extensões de áreas naturais, em oposição aos espaços artificiais, significa uma menor quantidade e diversidade de habitats e, como resultado, os espaços naturais, progressivamente, tornam-se ilhados, longe de outros fragmentos e rodeados por usos do solo incapazes de sustentar um índice maior de biodiversidade. Os refúgios, onde muitas espécies acabaram confinadas, dificultam sua dispersão e em casos extremos, as populações acabam por ficar definitivamente isoladas, expondo-se tanto a risco de degeneração genética, que envolve o insulamento de populações reduzidas, como a extinção (MORERA *et al.*, 2007, p.12). Assim, a dispersão de espécies animais e vegetais, a conservação do fluxo gênico pela polinização feita por animais e pelo vento são vantagens que os corredores ecológicos proporcionam à conservação da biodiversidade.

Dobson *et al.* (1999) e Crooks e Sanjayan (2006), citados por Caro *et al.* (2009, p. 2087), também trazem em número de cinco as razões para as quais os corredores ecológicos podem ser importantes, porém, estas são diferentes da considerada pelo NRCS (c2014), sendo as seguintes:

a) recolonização ou repovoamento: se uma população animal ou vegetal diminui a um nível muito baixo, ou é extinta em uma área ou mancha de habitat, indivíduos de outros fragmentos podem imigrar e salvar a população da extinção local;

b) manutenção da variabilidade genética: se uma pequena população é isolada, pode perder sua diversidade genética ao longo do tempo e sofrer de consanguinidade, gerando muitos locos deletérios em comum quando ocorrem os cruzamentos entre parentes. Um corredor permite que imigrantes importem materiais genéticos novos em populações isoladas;

c) aumento da heterogeneidade na paisagem: um corredor enriquece a área e a diversidade de habitats dos dois fragmentos de habitats conectados;

d) abrigo: se o habitat de uma área se torna insustentável - por mudanças climáticas, por exemplo -, organismos vegetais ou animais podem se deslocar ao longo do corredor, abrigando-se, estabelecendo-se neste habitat que seria mais seguro, no sentido de 'estar a salvo';

e) caminho alternativo de migração: Algumas áreas protegidas não abrangem o alcance geográfico que um ecossistema requer para o suprimento das necessidades de certas espécies. Espécies migratórias, por exemplo, se movem de ou entre áreas protegidas e podem usar os corredores para esta proposta, garantindo uma maior segurança na migração destas.

Segundo Forman e Godron (1986), em se tratando do funcionamento dos ecossistemas florestais os corredores funcionam como habitat de espécies animais e vegetais, condutores de espécies de plantas (pela polinização) e animais (pela dispersão), filtro/barreira, fonte de recursos naturais e refúgio tanto de espécies, como de material orgânico circulante dos fluxos tróficos, também totalizando cinco funções segundo os autores.

Morera *et al.* (2007, p. 28) acrescentam algumas funções de 'seleção' e elucidam que os Corredores Ecológicos são importantes dentro da matriz paisagística, por suas características ambientais, seu tamanho e sua composição, muitas vezes funcionando, somente, como um habitat temporário, indiferente às espécies ou à atuação como barreira ou refúgio, "por abrigar elementos hostis para certas espécies", principalmente de animais, especialmente para mamíferos de grande porte. Estes também atuam como filtros, no sentido de que permitem a dispersão de certas espécies, assim como barram ou obstaculizam a dispersão de outras, como é o caso de áreas que apresentam alterações, de algum nível, dos processos ecológicos e das espécies naturais que criam habitats adequados para outras espécies, como pastagens arborizadas. Outros sítios de corredores se tornam um barreira ao fluxo de espécies, produto principal de sua modificação, onde a perturbação chegou a tal ponto que as paisagens apresentam habitats adequados a numerosas espécies, assim, "sabotando-se", dificultando o fluxo das mesmas (MORERA *et al.*, 2007, p.28).

Sob o ponto de vista da gestão ambiental, a recuperação e o melhoramento da qualidade ecológica destas paisagens devem ser prioridade, levando em conta o humano "ser parte" das redes ecológicas, especialmente quando se trata de recuperação e restauração de ecossistemas ribeirinhos urbanos ou rurais (*ibidem*).

Para o melhoramento desta qualidade, não faltam dados para o esclarecimento de como são importantes conexões de fragmentos da matriz através de Corredores Ecológicos, sob a perspectiva da Ecologia de Paisagens, ou seja, visando à conservação da biodiversidade.

3 O MEIO AMBIENTE E AS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA SUA CONSERVAÇÃO A NÍVEL FEDERAL, ESTADUAL E MUNICIPAL

3.1 Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e Projeto Corredores Ecológicos no Brasil

A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica está inserida em um programa internacional, da UNESCO, chamado “O Homem e a Biosfera” (*Man and the Biosphere Programme - MaB*), que visa o estabelecimento de uma base científica que dê suporte a melhores relações entre sociedade e natureza em nível global. Em trabalho conjunto com a Rede Mundial de Reservas da Biosfera, o Programa MaB conta, atualmente, com 621 Reservas da Biosfera, distribuídas em 117 países no mundo, sendo doze delas, transfronteiriças (UNESCO, c2013). Os objetivos principais deste trabalho conjunto são: encontrar soluções para desacelerar o índice de perda de biodiversidade, gerar e manter um conhecimento das bases das mudanças climáticas, “através da ciência, acessibilidade, monitoramento e alertas prévios”, assim como a promoção de medidas mitigadoras e de adaptação para mudanças climáticas, incluindo um uma conscientização pública educacional (*ibidem*).

Há Reservas da Biosfera em diversos tipos de biomas e relevos, incluindo: montanhas, ilhas e ambientes costeiros, florestas tropicais (como na Amazônia e Mata Atlântica), terras secas (*drylands*), áreas urbanas, savanas e agroecossistemas (*ibidem*). Todas estas, estão delimitadas sob um sistema de zoneamento com Zonas Núcleo, de Transição e de Amortecimento (CNRBMA, c2013). As Zonas Núcleo têm como função a proteção integral da biodiversidade, incorporando basicamente, Áreas de Proteção Permanente (APPs) e Unidades de Conservação (UCs) de Proteção Integral, como Parques Nacionais, Reservas e Estações Ecológicas, Monumentos Naturais e Refúgios da Vida Silvestre. As Zonas de Amortecimento são estabelecidas no entorno das zonas núcleo, contornando-as respeitando uma faixa definida, objetivando minimizar o efeito de borda sobre as Zonas Núcleo, promovendo a qualidade de vida das populações da área, tanto animais como

humanas, no caso de comunidades tradicionais. As Zonas de Transição não tem limites rígidos de delimitação, envolvendo as Zonas de Amortecimento e Núcleo. Estas objetivam o monitoramento, a educação ambiental e, principalmente, a integração da Reserva com seu entorno, onde podem predominar áreas urbanas, agrícolas e industriais (*ibidem*). Atualmente, as Reservas da Biosfera podem englobar centenas de zonas núcleo, através de zonas de amortecimento de maior extensão ainda, formando Corredores Ecológicos e Mosaicos de UCs ou APPs. Assim, o desenho desta torna-se muito mais complexo do que a figura conceitual original proposta pela UNESCO, inicialmente.

No Brasil, foi criada a Rede Brasileira de Reservas da Biosfera, em 1995, coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente até os dias de hoje. É voltada à conservação da biodiversidade, à promoção do desenvolvimento sustentável e à manutenção de valores culturais associados ao uso de recursos biológicos. Podem-se encontrar oito Reservas da Biosfera no País: da Mata Atlântica (RBMA¹⁴), do Pantanal (RBP), da Amazônia Central (RBAC), do Cerrado (RBC) e da Caatinga (RBCA).

Todos os biomas brasileiros se encontram sob fortes ameaças, principalmente da expansão agrícola. Mas o bioma que mais se encontra ameaçado de extinção, devido à sua extensão territorial é o da Mata Atlântica, bioma presente dos morros-testemunho, no Rebordo do Planalto e nas matas galeria da área de estudo. A Mata Atlântica estendia-se em uma área equivalente a 1.315.460 km² e abrangia dezessete estados do país. Porém, hoje, restam 8,5% de remanescentes florestais que possuem mais de 100 há unidos e 4% de fragmentos acima de 3 ha, totalizando 12,5% da área do país e hoje, abrangendo 15 estados. Sendo um *hotspot*¹⁵ mundial, a Mata Atlântica é um dos biomas mais ricos em biodiversidade e mais ameaçados do planeta. Essa ameaça se dá devido ao fato de, aproximadamente, 61% da população brasileira, com base no Censo Populacional de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, residirem na Mata Atlântica, ou seja, são 112 milhões de habitantes vivendo em cidades que possuem Mata Atlântica. Na Mata Atlântica, segundo Scariot (2011), vivem mais de 16 mil espécies de plantas, nas quais mais de 7500, ou seja, quase metade, são

¹⁴ Inclui o Cinturão Verde de São Paulo, porém com algumas peculiaridades que serão citadas ao longo dos próximos parágrafos.

¹⁵ *Hotspot*: bioma que possui um alto índice de endemismo das espécies conjugado a um alto grau de ameaça por interferência humana.

endêmicas. O número total de espécies de mamíferos da mata atlântica é de 250 (só perdendo em número para a Amazônia), onde 55, ou seja, 22% destas são endêmicas. Das 120 espécies de aves da Mata Atlântica, 199 são endêmicas, ou seja, 18,4% do número total de aves. O endemismo de répteis é de 30,5% das 197 espécies existentes no domínio da Mata Atlântica, enquanto o de anfíbios é de 73,5% de 340 espécies, número que demonstra que a Mata Atlântica é o bioma que mais possui riqueza de espécies desse grupo. O número de espécies endêmicas de peixes se mostrou alta, sendo de 38% dos 350 espécimes de peixes no Bioma Mata Atlântica. Estas espécies endêmicas da Mata Atlântica estão sofrendo risco de serem extintas através do processo acelerado de artificialização da paisagem, resultando em remanescentes fragmentados e desconexos entre eles. Neste bioma, ocorre o maior número de espécies ameaçadas em extinção, tanto da flora, como da fauna, sendo 380 espécies da fauna e 275 espécies da flora do bioma (SCARIOT, 2011, p. 126).

Então, a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA) surge como via de acesso à proteção dos remanescentes da Mata Atlântica, sendo a área reconhecida em seis fases sucessivas entre 1991 e 2008. Suas funções são:

- a) conservar a biodiversidade e atributos naturais da Mata Atlântica, incluindo a paisagem e recursos hídricos;
- b) valorizar a sociodiversidade e o patrimônio étnico e cultural vinculados a ela;
- c) fomentar um desenvolvimento econômico social, cultural e ecologicamente sustentável;
- d) “apoiar a projetos demonstrativos, à produção e difusão do conhecimento”, à capacitação e educação ambiental, “à pesquisa científica e o monitoramento nos campos da conservação e do desenvolvimento sustentável” (CNRBMA, c2013).

A RBMA abrange uma área de cerca de 35 milhões de hectares, distribuídas em 15 estados brasileiros e ocupando 5000 km dos 8000 km de extensão do litoral brasileiro. Na fase III, em 1993, foi implantada no estado do Rio Grande do Sul, sendo a última Fase, a VI, proposta em 2008 (Fig. 14). Hoje, a RBMA abrange todas as regiões do estado e não somente a metade norte, como o ocorrido até a fase V do programa. Nesta última fase, “estão incluídos novos remanescentes florestais representativos das diversas fitofisionomias do Bioma Mata Atlântica, destacando-se

os ecótonos e áreas de interação de biomas”, integrando à RBMA, partes do Bioma Pampa juntamente com matas galeria.

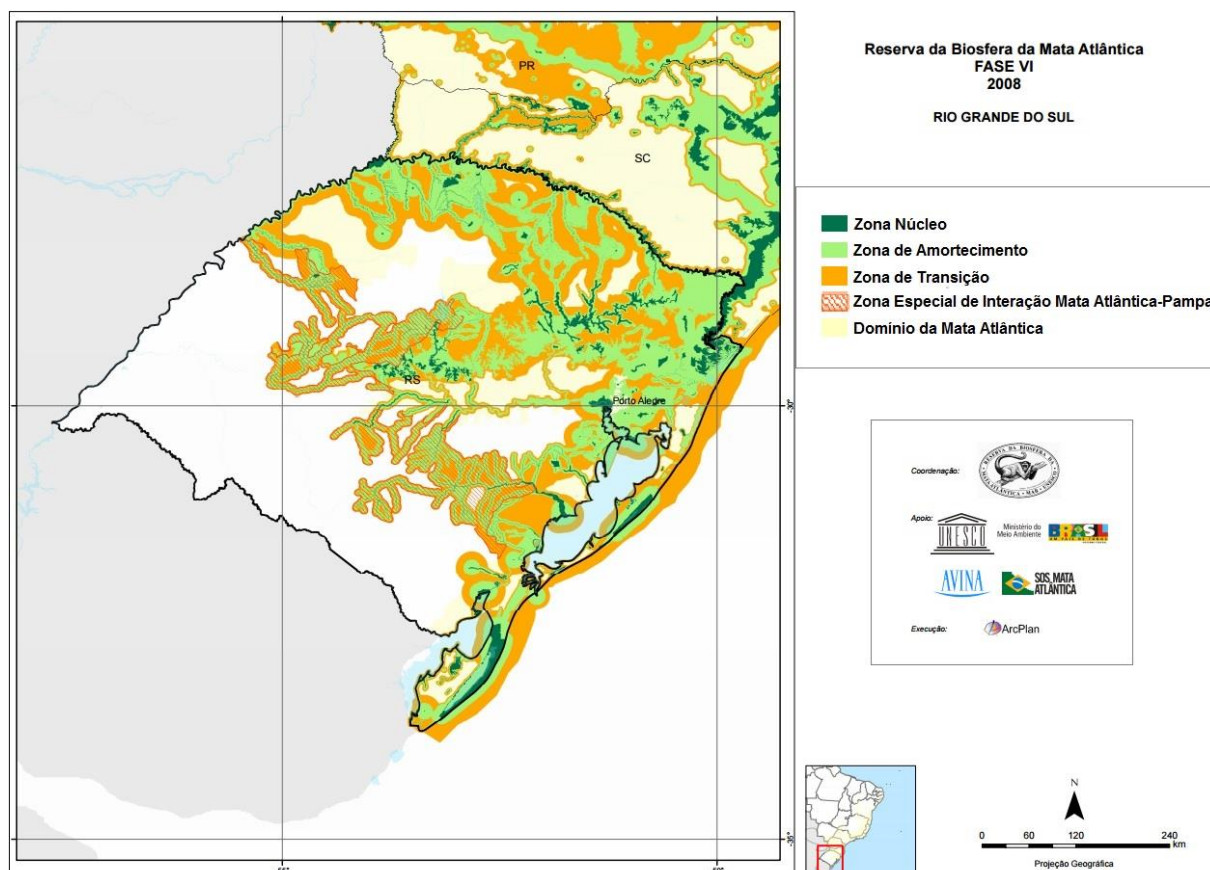


Figura 14 - Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul, fase VI, 2008.

Fonte: Adaptado de RBMA (2008).

A proposta de Corredores Ecológicos, deste trabalho, parte de inspiração do Projeto Corredores Ecológicos do Ministério do Meio Ambiente (MMA) do Governo Federal, inaugurado em 1997, com apoio do Banco Mundial, por meio do Fundo Fiduciário da Floresta Tropical (RFT - *Rain Forest Trust Fund*), dentro do Programa-Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil (PPG-7) (BRASIL, 2006a). A proposta deste projeto, no Brasil, foi realizada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), porém, este, foi dividido em órgãos legisladores e gestores. No ano de 2007 a gestão do Projeto Corredores Ecológicos é transferida, devido à criação do Instituto Chico Mendes da Conservação da Biodiversidade (ICMBio), em 2007 (L.O. 11.516/2007) (BRASIL, 2007).

Sendo assim, atualmente, o órgão gestor de Unidades de Conservação e do Projeto Corredores Ecológicos (dentre muitos outros projetos) é o ICMBio. Segundo este, a implantação de um Corredor Ecológico depende do diálogo entre municípios,

Estado e a União, para facilitar que órgãos governamentais responsáveis pela preservação do meio ambiente atuem em parcerias com instituições que possam subsidiar conjuntamente e fortalecer a gestão deste (BRASIL, 2013).

O projeto apresenta o mesmo objetivo internacional da proposição de corredores, que seria o da restauração da conectividade extinta da paisagem e facilitação do fluxo genético entre populações, aumentando a chance de sucesso de sobrevivência, em longo prazo, das comunidades biológicas. Assim, propicia-se uma proteção eficaz da natureza, reduzindo ou prevenindo a fragmentação e desconexão de florestas existentes “por meio da interligação entre diferentes modalidades de áreas protegidas e outros espaços com diferentes usos do solo”.

O artigo segundo, inciso XIX, do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC - L.O. 9.985/2000) define corredores ecológicos como porções amostrais de ecossistemas naturais ou seminaturais, que conectam unidades de conservação, possibilitando entre elas o fluxo gênico e movimentação da biota, “facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas”, assim como mantendo as populações que necessitam, para sua sobrevivência, de áreas com extensões maiores do que aquela da unidade de conservação em que está inserido (BRASIL, 2000).

Esta definição do SNUC restringe a existência de corredores ecológicos no Brasil somente entre Unidades de Conservação. Sabendo-se das dificuldades de implantação das Unidades de Conservação, e, nesta pesquisa, pode-se dizer que seriam muitas, devido à extensão territorial, adota-se nesta, a definição de corredores ecológicos segundo o Projeto Corredores Ecológicos, como

áreas que contêm ecossistemas florestais biologicamente prioritários e viáveis para a conservação da biodiversidade na Amazônia e na Mata Atlântica, compostos por conjuntos de unidades de conservação, terras indígenas e áreas de interstícios (BRASIL, 2002).

Antes da efetivação do Projeto Corredores Ecológicos no Brasil, foi necessária a ascensão de alguns eventos marcantes na construção do pensamento ecológico da legislação brasileira. Em 1993, alguns projetos em discussão no âmbito do PPG7¹⁶ se apropriaram do conceito de corredores ecológicos. Em meados de

¹⁶ Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais Brasileiras. Este surgiu em 1990, “na Convenção de Houston, que reuniu os países do G7, em prol da proteção das florestas tropicais brasileiras”, sendo estas a Amazônia e Mata Atlântica, e “foi ratificado na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), a Rio 92”. O PPG7 é uma parceria

1990, o PPG7 já tinha seu foco no fortalecimento das Unidades de Conservação (UCs) federais, visando um melhor planejamento com gestão participativa e integrada com a zona de amortecimento, conceito trazido pela RBMA também no início desta década no país (BRASIL, 2006a).

Em 1996, através da Resolução CONAMA nº 09 (BRASIL, 1996), em complemento ao Decreto nº 750/1993 (hoje substituído pelo Decreto nº 6.660/2008), referente à proteção da Mata Atlântica, houve a necessidade de definir “corredores entre remanescentes”, citados no artigo 7º desse decreto. Assim, definiram-se, estes, como sendo uma

faixa de cobertura vegetal existente entre remanescentes de vegetação primária em estágio médio e avançado de regeneração, capaz de propiciar habitat ou servir de área de trânsito para a fauna residente nos remanescentes. [...] Constituem-se: pelas matas ciliares em toda sua extensão e pelas faixas marginais definidas por lei; pelas faixas de cobertura vegetal existentes nas quais seja possível a interligação de remanescentes, em especial, às unidades de conservação e áreas de preservação permanente (BRASIL, 1996).

Esta Resolução é de extrema importância, pois define a largura mínima dos “corredores entre remanescentes”, fixando-se previamente em 10% do comprimento total do corredor, sendo que este deve ter, no mínimo, 100 m (cem metros) de largura, ou seja, 1 km de extensão. Em parágrafo único do art. 3º onde cita que, “quando em faixas marginais, a largura mínima estabelecida se fará em ambas as margens do rio”, ou seja, 100 m em cada lado. Salienta-se a importância de mosaicos construindo redes de conexão entre UCs e APPs, facilitando o fluxo gênico para uma maior conservação da biodiversidade.

Depois de definido o conceito de corredores ecológicos, o PPG7 procurou tornar viável, no período entre 1996 e 1997, a conexão entre áreas de conservação através de zonas de amortecimento, para a conservação da diversidade biológica, em longo prazo, a partir do manejo adequado de grandes extensões de terra. Desta procura, surgiu a proposta do Projeto Corredores Ecológicos, em 1997.

No ano de 2000, a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), incorpora Corredores e Mosaicos como instrumentos do SNUC. O conceito de corredores do SNUC já foi citado anteriormente e, junto com este, encontra-se o conceito de mosaicos, que seria o estabelecimento de áreas protegidas com

entre o governo brasileiro e a comunidade internacional. É financiado pelo G7, União Soviética, Países Baixos e tem os recursos complementados pelo governo brasileiro, dos estados e a sociedade civil, sendo que foi criado um fundo pelo Banco Mundial, chamado de *Rain Forest Trust Fund* somente para receber contribuições de diferentes doadores (BRASIL, 2009a).

objetivos de gestão complementares entre os Comitês Gestores, visando uma conexão de propostas e se possível, física, entre as unidades de conservação, a fim de permitir a compatibilização da conservação com, até mesmo, outros usos. Segundo o artigo 26 do SNUC, quando houver proximidade, justaposição ou sobreposição de unidades de conservação de categorias diferentes ou não, ou áreas protegidas públicas ou privadas, é designado um mosaico. A gestão deste deve ser feita de modo integrado e participativo dentre as unidades ou responsáveis onde estão incluídas as áreas protegidas, “considerando-se os seus distintos objetivos de conservação, de forma a compatibilizar a presença da biodiversidade, a valorização da sociodiversidade e o desenvolvimento sustentável no contexto regional” (BRASIL, 2000).

No início do Projeto Corredores Ecológicos, foram definidos sete grandes corredores, correspondendo a, aproximadamente, 25% das florestas tropicais úmidas do Brasil, onde cinco deles estão localizados na Amazônia, e dois na Mata Atlântica. Foram estes os corredores pioneiros do projeto: Corredor Central da Amazônia, Corredor Norte da Amazônia, Corredor Oeste da Amazônia, Corredor Sul da Amazônia, Corredor dos Ecótonos Sul-amazônicos, Corredor Central da Mata Atlântica e Corredor Sul da Mata Atlântica ou Corredor da Serra do Mar (BRASIL, 2006a). Segundo o MMA (BRASIL, 2009b), vinte e quatro Corredores Ecológicos já constituem o Projeto e, atualmente há um projeto do RS Biodiversidade que ainda está em processo de delimitação espacial dos corredores - entre outras propostas conservacionistas -, sendo que, um destes, abrange municípios da Quarta Colônia Italiana do estado, constituinte da RBMA (RIO GRANDE DO SUL, 2008). É importante esta iniciativa no estado do Rio Grande do Sul, por abrigar grandes áreas de exemplares de Mata Atlântica e não ter garantia de conexão entre estas (somente se fiscalizado o desmatamento ilegal de remanescentes), pois o Corredor Ecológico encontrado mais próximo ao sul do país termina ao extremo norte do Paraná. Através de órgãos gestores e do interesse em pesquisas da comunidade científica, fica mais fácil de monitorar ou fiscalizar estas áreas do Bioma Mata Atlântica.

Uma alternativa para a conexão de remanescentes de Mata Atlântica em zonas urbanas são os chamados mini-corredores. A definição de largura e comprimento destes fica a cargo do pesquisador, sendo que estas não precisam seguir a proporção de que largura deve ser no mínimo 10 % do comprimento do

corredor. Estes visam, igualmente, a conexão entre fragmentos de Mata Atlântica. Já há propostas de implantação de mini-corredores no Corredor da Amazônia Central e no estudo de Alves (2007), na Área de Proteção Ambiental (APA) Costa de Itacaré, na Bahia, sendo que o menor mini-corredor proposto nesta APA teve 654 m de comprimento e 100 m de largura (ALVES, 2007, p. 85).

No Corredor Central da Mata Atlântica há sete mini-corredores encontrados na Bahia, que são nomeados como “Mini-corredor Pau-Brasil”, “Mini-corredor Una - Baixão - Lontras”, “Mini-corredor Conduru - Boa Esperança”, “Minicorredor Serra das Onças”, “Minicorredor Papuã - Pratih”, “Mini-corredor Restinga” e há o “Mini-corredor Marinho” (não é somente o nome, o ecossistema é marinho também) (BAHIA, 2007). A proposta de mini-corredores está bem forte no estado, como, por exemplo, Organizações Não-Governamentais como a Save Brasil, atuam em parceria com um Departamento de Corredores Ecológicos do Governo do estado da Bahia. Ou seja, o interesse pela conservação da natureza no estado é bem consciente. Em ambas as propostas, os mini-corredores seguem a largura mínima segundo as APPs de canais de drenagem do Código Florestal Brasileiro.

A maioria das zonas núcleo dos corredores, atualmente, propostos no Brasil, está em meio a terras quase intocadas, em unidades de conservação federais, estaduais e municipais, onde são gerenciadas de forma integrada em meio a terras indígenas e áreas particulares, ou seja, de grandes empresas ou pequenos proprietários, assentamentos ou adjacentes a cidades. Assim, passam justapostos à cidade, e, não, dentro delas.

Estes não integram o meio urbano, como é o caso da proposta desta pesquisa, então se considera a participação popular da sociedade moradora dos bairros e vilas constituintes da área de estudo de extrema importância, exigindo uma maior colaboração com relação à preservação dos corredores. Como exemplo, tem-se o cuidado para o não-cultivo, próximo aos corredores, de espécimes exóticos, que podem prejudicar a regeneração da área ou o equilíbrio dinâmico de um local preservado, se houver dominância da mesma sob os exemplares de mata atlântica, assim como o cuidado com a fuga de animais domésticos. Como, em ambientes urbanos há cães e gatos abandonados nas ruas, o cercamento com cercas-vivas ou gradeamento dos corredores se daria como essencial em áreas de mais fácil acesso destes animais. Assim, se efetivaria uma diminuição de ameaça de predação de animais domésticos para com animais silvestres, como pequenos mamíferos

presentes na Mata de Santa Maria, por exemplo, *Didelphis marsupialis*, o gambá-de-orelha-preta, espécie generalista, presente em áreas urbanas e rurais.

3.2 Projetos e legislação de diferentes esferas governamentais ligados ao desenvolvimento do pensamento ambiental no município

A construção do pensamento ambientalista de uma cidade é reflexo, não só de divulgação e cumprimento de legislações municipais, mas de todo o sistema nacional e estadual em que está inserido. Para isso, esta abordagem tanto no municipal, quanto nos âmbitos estadual e federal é de extrema importância, pois o desenvolvimento de qualquer cidade é dado de acordo com políticas públicas relacionadas ou não ao meio ambiente. Aqui, só serão tratadas as leis e projetos vinculados ao desenvolvimento do pensamento ambientalista do município.

O primeiro documento de lei que possui relação com o verde na zona urbana, foi a L. M. 0606/1957, sancionada pelo prefeito Vidal Castilho Dânia, que objetivou a destinação de um crédito especial a serviços de reflorestamento no território municipal, dado o desmatamento ainda reflexo da construção de ferrovias (SANTA MARIA, 1957). O primeiro Plano Diretor de Santa Maria é proposto em 1989, sistematizando o crescimento paisagem urbana, expondo a situação socioeconômica e urbanística de Santa Maria, propondo zoneamentos de uso do solo e de rodovias e prevendo, também, propostas de áreas verdes (SANTA MARIA 1969).

O Projeto Sinuelo foi de extrema relevância na construção do pensamento ambientalista santamariense, trazendo uma proposta de parque urbano, até então desconhecida na cidade, o chamado Parque Itaimbé. Este parque é uma das poucas áreas arborizadas do centro municipal, mesmo que pequena em extensão, ainda é de grande contribuição, principalmente, ao lazer dos moradores da região (BENADUCE, M. I. V.; FOLETO, E. M., 2009, p. 388).

Em 1980, um novo Plano Diretor foi aprovado, juntamente com a primeira Lei de Uso e Ocupação do Solo de Santa Maria (LUOS - L.M. 2096/1980). Esta LUOS define e especifica as zonas já propostas em 1969, classificando-as de acordo com a densidade populacional (SANTA MARIA, 1980). Outra lei municipal que marca um

interesse à conservação do patrimônio natural, e a L.M. 2437/1982, onde ocorre o primeiro tombamento de uma árvore de Santa Maria. Porém, é tombada por ser considerada valor histórico do município, localizada na esquina da Avenida Medianeira com a Av. Fernando Ferrari (SANTA MARIA, 1982). Esta não existe mais, atualmente, saindo da lista de espécies arbóreas saiu da lista das espécies arbóreas com imunidade ao corte pela da L.M. 3780/1997, com a justificativa de que a árvore encontrava-se “semimorta”. Podem-se considerar dois motivos para a retirada da timbaúva: segurança, pois havia risco de cair a qualquer momento, pondo em risco a segurança das pessoas e/ou materiais e especulação imobiliária, sendo que o proprietário do terreno onde a timbaúva se encontrava havia revelado intenções de construção de um imóvel no local, sendo um impecílio a presença da árvore. Hoje, observa-se um prédio de doze andares neste terreno onde foi tombada a primeira árvore do município, sendo este todo impermeabilizado (SANTOS, 2008, p.31).

Um fato interessante é o sancionamento da L.M. 2539/1983, assinado pelo prefeito José Haidar Farret, onde determina que o Poder Executivo deva ficar encarregado do plantio de árvores com diferentes épocas de florescimento, em ruas, avenidas, parques, praças e escolas do município (SANTA MARIA, 1983). O interessante desta lei, é que propõe o plantio de cinco espécies de árvores, porém duas destas não são nativas, ou seja, 40% da proposição desta lei são de plantação de espécies exóticas nas ruas de Santa Maria. Provavelmente, foram escolhidas estas espécies devido à beleza cênica de sua floração. Considera-se um avanço esta destinação do plantio de árvores para o embelezamento da cidade, mas ao mesmo tempo, um retrocesso por conter espécies exóticas na proposta de lei.

O mesmo prefeito aprova, em 1986, a L.M. 2799/1986, qual dispõe da criação do projeto “Pronto Socorro da Árvore”. Neste, a Secretaria de Município da Produção Industrial e Comércio fica encarregada de prestar socorro às árvores que apresentam problemas que ameaçam a sua sobrevivência, no distrito sede do município (SANTA MARIA, 1986). Hoje, a responsabilidade deste pronto socorro está com a Secretaria de Proteção Ambiental do município, sendo que a eficácia desta lei é quase nula, onde moradores ligam para a prefeitura para pedir a retirada de árvores muito velhas (podres) e/ou que tem risco de cair.

Outras leis, em nível municipal, têm contribuindo na sistematização do planejamento ambiental da cidade, porém, estas leis, assim como a Reserva da

Biosfera, estão sendo pouco efetivas na prática. Em 1989, o Prefeito Evandro Behr sanciona e promulga a Lei Municipal nº 3131, onde restringe o uso do solo em áreas de primeira e segunda restrições, com o intuito de preservação e proteção dos mananciais, do meio ambiente e dos reservatórios de água de Santa Maria, que se encontram em três barragens: a Val de Serra, Saturnino de Brito e a que abastece a maioria da população do município, a Barragem do Rio Vacacaí-Mirim, também conhecida como Reservatório do Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS). O artigo segundo, alínea “e” e artigo 6º alínea e, consideram como Área de Proteção (AP) de primeira categoria de restrição, de 50 m (cinquenta metros) de cada lado da parte montante do Reservatório DNOS do Rio Vacacaí-Mirim, juntamente com um raio de proteção do entorno do Reservatório, artigo segundo, alínea c, também presente na L.C. 072/2009, uma faixa de 100 m (cem metros) em projeção horizontal a partir da linha de contorno da Barragem quando atingido seu nível máximo de acumulação. Nestas áreas de maior restrição, somente são permitidas atividades recreativas, de dessedentação de animais, pesca artesanal, esporte não motorizado e que não necessite de instalações permanentes ou edificações, lazer, obras e serviços destinados somente ao uso público, com fins múltiplos, sendo permitido o desmatamento somente sob esta condição mencionada anteriormente e é permitido o florestamento e reflorestamento somente com espécies predominantemente nativas.

Esta área do entorno da Barragem DNOS, é chamada de Eco-Parque da Montanha Russa, localidade que margeia a linha férrea que corta a base do talude do morro Cechella e estende-se ao norte, margeando e passando além da crista da Barragem do Rio Vacacaí-Mirim. A localidade da Montanha Russa ocupa uma extensão de 800 m (oitocentos metros), subdividida em três patamares, sendo que no primeiro, situado na cota 140, onde o relevo é mais constante, está a maior parte das edificações, por serem locais mais planos. Ou seja, a proposta de “Parque” não é efetiva, sendo o único lazer desta área é a canoagem e, hoje, é considerada área de Risco pela Prefeitura Municipal (SANTA MARIA, 2013b).

O Código Florestal Estadual, L.E. 9519, criado em 1992, também ajudou muito na sistematização de propostas de conservação da biodiversidade. No artigo 25, o estado incentiva a conservação ambiental através de convênios com municípios, órgão governamentais ou não, entidades oficialmente reconhecidas, com assistência técnica voltada para a recuperação prioritária das florestas

degradadas e para o reflorestamento (RIO GRANDE DO SUL, 1992). É de relevante ressaltar o artigo 27 desta lei, onde cita que “O Poder Público Estadual, em projetos de manejo de bacias hidrográficas, deverá priorizar a proteção da cobertura vegetal dos mananciais de abastecimento público”. Este também deixa proibido, no *caput* do artigo 38, o corte e exploração da vegetação nativa na área de Mata Atlântica. Porém, há exceções citadas nos primeiro e segundo parágrafos deste artigo, que permitem a supressão somente da vegetação primária quando for necessária a execução de obras ou projetos de utilidade pública, com estudo e relatório de impacto ambiental (EIA/RImA). O corte também é permitido para o consumo comprado, em uma propriedade rural, de algumas espécies florestais, “atendendo as regras do órgão competente, sendo vedada a exploração comercial” (*ibidem*).

Também em 1992, a nível municipal é sancionada a L.M. 3498, que propõe a arborização obrigatória em faixas marginais de domínio público das rodovias municipais e a plantação deve ser de árvores típicas da região, porém que podem ser substituídas por mudas nativas (SANTA MARIA, 1992). Andando pela cidade, não se nota nenhum resquício de aplicação desta lei, pois, quando se passa por rodovias públicas (quando há arborização) é, predominantemente, de fileiras de palmeiras, espécie exótica, comprovando que esta lei encontra-se dentre as muitas que ficam somente nas “gavetas” da prefeitura.

Ainda trazem-se propostas de arborização na L.M. 4178/1998, que elegeu o ano de 1999 como ano da arborização e ajardinamento, incentivando ao plantio de árvores e ao ajardinamento em Santa Maria. Esta, também, visa o cumprimento dos 12 m² de área verde por habitante, segundo recomendação da OMS (SANTA MARIA, 1998).

O SNUC dispõe, no capítulo VI, sobre as Reservas da Biosfera (BRASIL, 2000). Como a Rede de Reservas da Biosfera do Brasil está sempre em atualização, com a proposição de novas fases, a lei é generalista, não definindo restrições ou permissões para o uso do solo, por exemplo, de cada zona da Reserva da Biosfera. Tudo, também, dependerá de onde estarão incluídas as zonas, pois podem ser áreas de domínio público ou privado e, se em domínio privado, a cooperação da sociedade incluída na zona de transição e de amortecimento é essencial para o sucesso de um planejamento. No parágrafo primeiro, as restrições que são colocadas para cada zona são:

a) Núcleo: proteção integral, o que deixa bem claro o tipo de uso que pode se fazer deste solo: nenhum, visando à conservação integral da biodiversidade;

b) de Amortecimento: serão permitidas somente atividades que não resultem em danos para as áreas núcleo. Porém, a população brasileira não é consciente de todos os tipos de danos indiretos que atitudes podem ocasionar;

c) de Transição: não há limites rígidos, “onde o processo de ocupação e o manejo dos recursos naturais são planejados e conduzidos de modo participativo e em bases sustentáveis” (*ibidem*).

Porém, sabe-se que o planejamento das cidades no Brasil não se dá de maneira eficaz, por falta de fiscalização e do descumprimento, muitas vezes, de um plano diretor que, se posto em prática, extingiria muitos problemas no município. Portanto, no mínimo, um Conselho Deliberativo por estado, onde a Reserva da Biosfera está presente, ajudaria muito para uma elaboração de planos de manejo de áreas incluídas nas Reservas da Biosfera de cada estado.

No dia 29 de dezembro de 2005, um novo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Santa Maria, é sancionado, sendo vigente até os dias atuais, aprimorando muitos aspectos desde sua edição anterior. Este dispõe de alguns novos projetos ambientais para Santa Maria, como o reconhecimento do município como “Portal Sul da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica como oportunidade turística e científica” e proposta de um projeto de ecoturismo, chamado de “Projeto Trem Turístico”, no qual a rota turística passaria nas cidades de Mata, São Pedro, Dilermando de Aguiar, Santa Maria e Itaara (SANTA MARIA, 2005b). Estes projetos são interessantes para a educação ambiental da cidade, assim como para a inclusão do turismo ecológico, mas, infelizmente, não há divulgação destes projetos, atualmente, sendo que não há discussões a âmbito de audiências na prefeitura e não se encontram dentro de propostas para implantação futuras do Projeto Santa Maria 2020 e do Plano Estratégico de Desenvolvimento de Santa Maria 2014-2030.

No mesmo dia do lançamento do novo Plano Diretor, foi sancionada a L.C. 033/2005, uma nova LUOS, que amplia a Lei de Uso e Ocupação do Solo não apenas para o Distrito Sede de Santa Maria, mas também para os outros distritos (SANTA MARIA, 2005a), delimitados em 2006 pela L.C. 042. Nesta última, há uma nova divisão e denominação dos bairros de Santa Maria e são definidas nas Seções I a VIII as Regiões Administrativas (R.A.s) do município, sendo elas: Centro Urbano, Norte, Nordeste, Leste, Centro-Leste, Sul, Centro-Oeste e Oeste (SANTA MARIA,

2006). A LUOS de 2005 já foi atualizada, no ano de 2009, na forma da L.C. 072/2009, não havendo modificações das disposições sobre o uso e parcelamento do solo, somente algumas modificações como regras para processos de loteamentos (SANTA MARIA, 2009). Assim, no artigo 10º da L.C. 072/2009, há uma disposição, até 2005, inédita que é a delimitação das Áreas Especiais Naturais, que são definidas e delimitadas no Anexo 12 (Mapa de Áreas Especiais Naturais, Fig. 15). Estas áreas são divididas em “Áreas Especiais de Conservação Natural, particulares ou públicas”, em seu primeiro parágrafo e em “Áreas Especiais de Preservação Permanente”, no segundo parágrafo. As Áreas Especiais de Conservação Natural (AC) em Santa Maria são aquelas onde o homem e os ecossistemas podem conviver em causar grandes impactos ambientais, segundo a lei, destinadas ao turismo ecológico, atividades culturais, recreativas, educacionais e podem-se estabelecer-se loteamentos, desde que respeitem os recursos naturais listados na lei.

Não há entendimento de como os loteamentos, sem rede de esgoto tratado, impermeabilização dos terrenos, e ajudando na fragmentação de áreas verdes, ocupando o próprio espaço dos remanescentes, podem “conviver” de sem causar grandes impactos atualmente na cidade. Os recursos naturais considerados como ACs em Santa Maria são:

- a) áreas contíguas ao Arroio Ferreira;
- b) arroios Cadena e Cancela, incluindo o “Parque Itaimbé, o Parque Municipal Ferroviário, o Parque Medianeira e outras áreas verdes contíguas;
- c) a Zona dos Morros, constituída pelos Morros Mariano da Rocha, Cerrito e Alemoa e áreas adjacentes na R.A. Cento-Leste do município;
- d) o Eco-Parque da Montanha Russa, com “largura mínima de 70m (setenta metros), medida a partir da faixa de 30m (trinta metros) de APP da Barragem DNOS, quando o reservatório se encontra cheio;
- e) a Área total da sub-bacia do Rio Vacacaí-Mirim, compreendendo a porção norte e nordeste da zona urbana;
- f) “Área Produtiva” do Rio Vacacaí-Mirim, onde há atividades agrícolas;
- g) a “Área Natural de Camobi” propõe como área preferencial para parques as áreas localizadas entre a Av. Evandro Behr e a Ferrovia e, nas localidades entre a Av. Prefeito Evandro Behr e a Rodovia RST-287, é exigido, para novos loteamentos, 15% (quinze por cento) do terreno em área verde;

h) a área da RBMA, “localizada ao norte do Distrito Sede, nos Distritos de Boca do Monte, Santo Antão, Arroio Grande e Palma”, em cota altimétrica igual ou superior a cota 100 m (cem metros);

i) a área de Recarga do Aquífero Arenito Basal Santa Maria, localizada no oeste da área urbana da cidade e a sudoeste da área rural (SANTA MARIA, 2009). Consideram-se como Áreas Especiais de Preservação Permanente, no parágrafo segundo, as seguintes áreas:

a) topo de morros: Morro Mariano da Rocha, com APP em cota altimétrica superior a 150 m (cento e cinquenta metros), Morro Cerrito, com APP em cota superior a 200 m (duzentos metros), Morro Cechella, com APP em cota superior a 190 m, o Morro do Monumento ao Ferroviário, estabelecido nesta lei com APP em cota superior a 175 m (cento e setenta e cinco metros) e não está escrito na lei, mas consta no mapa do Anexo 12 a cota de 160 m (cento e sessenta metros) para o Morro da Alemoa;

b) largura mínima de 30 m (trinta metros), em projeção horizontal, no entorno da Barragem do Vacacaí-Mirim (DNOS);

c) Mananciais hídricos constituídos por cursos d’água, suas margens, matas ciliares e qualquer tipo de vegetação natural, conforme legislação vigente específica. A legislação vigente específica para este item é o artigo 4º, inciso I do Novo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), sendo que toda a drenagem de Santa Maria se enquadra na alínea a, ou seja, rios com menos de 10 m (dez metros) de largura devem possuir, de cada lado, 30 m (trinta metros) de vegetação contígua ao seu curso;

d) Áreas naturais com declividade igual ou superior a 45º (quarenta e cinco graus), conforme legislação específica, que está no inciso V, do artigo 4º da L.O. 12.651 (BRASIL, 2012).

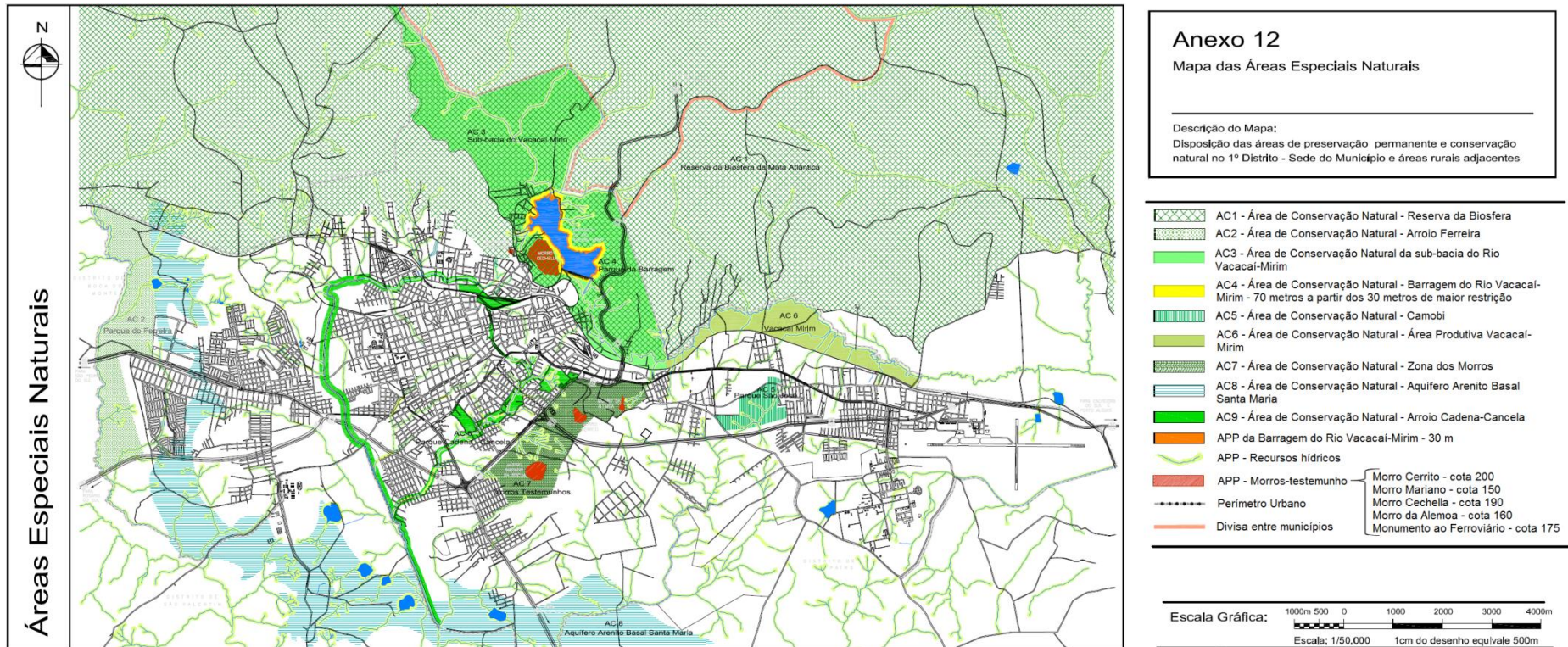


Figura 15 - Mapa de Áreas Especiais Naturais de Santa Maria, definindo as Áreas Especiais de Conservação e as Áreas Especiais de Preservação Permanente do município.

Fonte: Adaptado do Anexo 12 da Lei de Uso e Ocupação do Solo (SANTA MARIA, 2009).

Como já mencionado, como instrumento de planejamento ambiental e conservação da biodiversidade, os corredores tratam de “uma proposta de gestão do território em escala regional destinada a contribuir para o desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2007, p. 11). Essa proposta se dá como de extrema relevância na implantação de corredores ecológicos urbanos em Santa Maria, por encontrarem-se dentro da Reserva da Biosfera e pela oportunidade de conexão entre Áreas de Proteção Permanente com remanescentes de Mata Atlântica que, hoje, encontram-se desconectadas e ameaçadas pela pressão imobiliária. Assim, há suporte federal pela Lei da Mata Atlântica (L.O. 11.428/2006; Resolução CONAMA nº 388/2007), na L.O. 11.428/2006 (BRASIL, 2006b), artigo 11º, incisos I e II, onde é vedados o corte quando:

a) a vegetação:

- conter espécies faunísticas e florísticas ameaçadas de extinção, em território nacional ou estadual e a intervenção ou a fragmentação puser em risco a sobrevivência destas espécies;
- proteger mananciais através da mata ripária ou prevenir ou controlar a erosão;
- formar corredores entre remanescentes de vegetação primária ou secundária ou em estágio avançado de regeneração;
- exercer a função de proteção do entorno de Unidades de Conservação;
- possuir extraordinário valor paisagístico, “reconhecido pelos órgãos executivos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA)”;

b) “o proprietário ou posseiro não cumprir exigências da legislação ambiental, principalmente da L.O. 4.771/1965”, que institui as APPs e Reserva Legal.

Segundo o artigo 23º da mesma lei, “o corte, a supressão e a exploração da vegetação secundária em estágio médio de regeneração do Bioma Mata Atlântica” só serão autorizados em caráter excepcional para a execução de obras de utilidade pública e de interesse social ou práticas preservacionistas. Também é permitido o corte deste nível de remanescentes quando necessário ao pequeno produtor rural, desde que respeite áreas de APP e declaração da área de Reserva Legal condizente a 20% da área do imóvel (BRASIL, 2006b).

Recentemente, em 2010, foi aprovada a L.M. 5285/2010. Esta é a primeira lei municipal que dispõe sobre a criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) (SANTA MARIA, 2010) no município, tipo de Unidade de

Conservação presente no SNUC. Outros projetos sobre criação de UCs estão em andamento na cidade de Santa Maria. No mesmo ano, Nascimento e Foletto (2010), trazem uma proposta de delimitação de uma Área de Proteção Ambiental na Sub-bacia do Rio Vacacaí-Mirim, área que abrange grande parte da RBMA.

Atualmente, esta não é a principal discussão ambiental no município, sendo uma das mais recentes a discussão dos planos de manejo dos Parques São Vicente Palloti (Morro Cerrito) e o Parque dos Morros (Rebordo do Planalto, parte a Oeste do Morro Cechella), propostos por uma empresa que atendeu a um edital da PMSM. Estes planos de manejo seguem o Roteiro de Metodológico de Planejamento do IBAMA, porém o zoneamento se dá de modo em que a conservação da biodiversidade fique como última prioridade, e o lazer como principal prioridade, ou seja, estas não são propostas para Parques Nacionais segundo o SNUC (BRASIL, 2000), mas de Parques Urbanos, como o *Yellowstone* ou o próprio Parque Itaimbé de Santa Maria.

O Plano Sanitário Ambiental de Santa Maria, lançado em dezessete de dezembro de 2013, considera várias regiões da área de estudo como áreas de risco, por estarem próximas a regiões de taludes de morro, associados a locais com riscos associados à rede de drenagem. Como exemplo, há o caso já citado das Margens da Ferrovia e do Morro Cechella (Montanha Russa - risco de deslizamento e solapamento), Rio Vacacaí-Mirim (risco de alagamento), Vila Salgado Filho, juntamente com a Vila Cerro Azul, localizadas na R.A. Norte, na base do Rebordo do Planalto (risco de deslizamento, solapamento, alagamento e inundação), Vila Oliveira, localizada na R.A. Centro-Leste (risco de deslizamentos e solapamento) (SANTA MARIA, 2013b).

Em 2014, foi lançado o Plano Estratégico de Desenvolvimento de Santa Maria 2014 - 2030 (SANTA MARIA, 2013a), no qual o eixo estratégico do meio ambiente visa: “Que Santa Maria seja um município sustentável, bom para se viver, cumprindo as diretrizes das Conferências Municipais de Meio Ambiente”. Este demonstra que a legislação de Santa Maria não é eficiente, ao citar que as águas do Rio Vacacaí-Mirim são utilizadas, especialmente, para a irrigação, “havendo conflito na época de menor disponibilidade de água, devido ao uso intensivo para irrigação das lavouras de arroz”.

O trecho do rio que é citado no Plano Estratégico se localiza a jusante da Barragem do Rio Vacacaí-Mirim, qual é protegido em 50 m (cinquenta metros) de

cada lado de suas margens pela L.M. 3131/1989, como categoria de primeira restrição. Nesta categoria, não é permitido o uso de água para irrigação, mas somente para dessedentação animal (SANTA MARIA, 1989).

O interessante do Plano Estratégico 2014-2030 são os objetivos estratégicos a serem desenvolvidos até o ano de 2030, porém, sabe-se que estes objetivos podem ser cumpridos em um menor período de tempo. Os objetivos estratégicos são estes (SANTA MARIA, 2013a):

- a) “Promover a aplicação da legislação ambiental, em âmbito municipal, incluindo os planos relativos ao Saneamento Ambiental e ao Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos”, presentes no Planejamento Sanitário Ambiental de Santa Maria, incluído no Projeto Santa Maria 2020 (que estabelece diretrizes sanitárias para o município exercer em um prazo de execução de 2013 a 2020);
- b) “Gerenciar os recursos hídricos, conforme a legislação”;
- c) “Implementar, em nível municipal, a Política Nacional de Resíduos Sólidos”. Esta é uma preocupação para questões ambientais e de saúde para os santa-marienses, pois, até hoje, não há coleta eletiva de lixo na cidade, sendo, esta, feita por Organizações Não Governamentais e papaleiros autônomos.
- d) “Proteger e conservar o patrimônio natural”, através a implementação do “Programa Parques de Santa Maria”, que baseia-se no sistema de áreas verdes que visa ampliar as áreas de preservação e de lazer. Deve-se lembrar de que, um destes parques é proposto próximo ao morro Cerrito, chamado de Parque Pallotino, onde, no Plano de Manejo apresentado em audiências públicas pela empresa selecionada por edital, a conservação de áreas verdes é mínima, visando a uma ocupação para o lazer exacerbada e suprimindo remanescentes de Mata Atlântica sem necessidade;
- e) “Fomentar ações de educação para a sustentabilidade”;
- f) “Controlar a qualidade do ar, mantendo-a dentro dos parâmetros definidos na legislação”. É interessante este objetivo, pois propõe a implementação das propostas do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) da gestão da qualidade do ar com ações locais, assim como

controlar poluentes passíveis de monitoração definidos pela Resolução CONAMA nº 03/1990;

g) “Criar o cadastro técnico municipal de atividades potencialmente poluidoras”;

h) Dar suporte e apoio às instituições e aos “eventos voltados para a proteção do meio ambiente”;

i) Dar cumprimento à legislação que se refere às “questões sonora e visual do Código de Posturas”. Neste objetivo, ressalta-se a importância da fiscalização e controle da poluição sonora para menores efeitos de borda, assim como, “desenvolver diretrizes para valorização e qualificação do meio ambiente natural e construído”, das quais são de notória importância para uma melhor qualidade de vida do cidadão;

j) “Desenvolver ações para a prevenção e redução dos danos causados por desastres naturais e antrópicos”, sendo este, o intuito desta dissertação;

k) “Fomentar políticas públicas direcionadas para construções sustentáveis”, tendo, dentro deste, a proposta de atualização do Plano Diretor;

l) “Implementar as políticas para a proteção animal”, onde os objetivos são voltados a proteção de animais domesticados (cães e gatos) e não, à fauna silvestre, qual é um dos objetivos deste trabalho;

m) “Consolidar Santa Maria como um polo empresarial, no setor de Meio Ambiente”, objetivo no qual pretende incentivar a criação de empresas atuantes na área ambiental, criando até leis municipais específicas garantindo este estímulo e fortalecer os empreendedores e empresas já existentes atualmente.

Deste modo, não se pode dizer que Santa Maria não possui consciência ambiental em termos de política e planejamento, considerando-se em longo prazo. Também se pode dizer que o interesse da população para com o meio ambiente e saúde ambiental tem aumentado, porém, ainda, não o torna prioridade quando projetos que beneficiem a si mesmos entram em seus planos.

4 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA

4.1 Caracterização histórica de Santa Maria

A cidade de Santa Maria, fundada em 1858 (hoje, com 155 anos), resultou de acampamentos militares da América Portuguesa, que construíram uma história que nega vestígios da dominação da Coroa Espanhola no local, porém, é localizada em um território que pertencia à Espanha, em consonância com o Tratado de Tordesilhas (SANTOS, 2009). Historiadores e arqueólogos comprovam que índios tupis-guaranis ocuparam a região há 2000 anos, utilizando matas galeria, rios e arroios como abrigo (MACEDO, 2012, p. 19 *et seq.*), porém ao longo de três séculos e muitas guerrilhas, assim como no resto do Brasil, diminuíram drasticamente sua população, de milhares para apenas algumas dezenas.

Os primeiros acampamentos da Guarda Portuguesa foram em 1632 (há 385 anos), com missões jesuíticas de São Cosme e Damião, com o intuito de evangelização dos índios Guaranis, que viviam na localidade de Tape, atual Santa Maria. Assim, entre os anos de 1632 e 1638 foram instaladas as povoações ou “reduções do Tape”, que foram as Reduções Jesuíticas da primeira fase (PORTO, 1943, *apud* MACEDO, 2012, p. 20). O Padre Nicolás de Techo, em seu quarto livro, descreve a paisagem (e também a geomorfologia) da época, perfeitamente no trecho a seguir, assim como o povo que residia em Tape:

Recebe esta [região do Tape] seu nome da cordilheira que, pelo espaço de quase cem léguas, a rodeia de oriente a ocidente; dista oito dias de caminho do [rio] Uruguai e o duplo do mar Atlântico. Os vales que se encontram ao pé das montanhas tem férteis prados, apropriados para criar numerosos rebanhos. A terra, em geral, é feracíssimo, regando-a infinidade de rios e fontes (...) Os habitantes do Tape em quase nada diferem, no que toca a seus costumes e idioma, dos guaranis; contudo, são de caráter mais doce e menos corrompido pelos vícios (...) O povo do Tape, que deu seu nome a toda a província, era o mais considerável (TECHO, vol. IV *apud* SANTOS, 2009, p. 3).

Os jesuítas traziam, consigo culturas agrícolas e de pecuária, que atualmente, ainda é uma prática do município, que tem zonas agrícolas adjacentes e até dentro da zonas urbanas. Tape se transformou em uma zona de grande produtividade e, mais tarde, bandeirantes aceleiraram o processo de migração dos indígenas, que

em 1640, já sofriam com o processo de ocupação da colonização luso-brasileira (SANTOS, 2009, p. 8).

As Reduções Jesuíticas duraram muito pouco, pois foram destruídas por empreitadas dos bandeirantes paulistas, quando tiveram que abandonar a região, dirigindo-se para o Uruguai. Porém, na metade do século XVIII, a região volta a ser alvo de ocupação luso-espanhola, tornando-se cenário de disputas das duas coroas ibéricas e mais revolta do povo indígena, gerando a Guerra Guaranítica que inicia em 1754 e finda em 1756, com a morte de Sepé Tiaraju (MACEDO, 2012, p. 21).

Dentre muitas guerrilhas, a população indígena ficou muito reduzida. No final do século XVIII, surgiram três acampamentos que dariam origem à futura Guarda e Santa Maria. O primeiro, espanhol, localizava-se onde hoje se encontra o Passo da Ferreira, próximo à Boca do Monte¹⁷. O segundo, português, próximo ao Arroio Cadena e o terceiro, um acampamento geral português, a três quilômetros do espanhol, que estava servindo como base para os trabalhos de operações topográficas de José de Saldanha (astrônomo, líder dos acampamentos portugueses) e sua equipe na demarcação da região da cabeceira do Ibicuí. Este último se transfere para uma coxilha junto ao Arroio Cadena (*ibid.*, p. 23).

Porém, em 1797, esta comissão demarcadora é desfeita, formando uma 2ª subdivisão demarcadora, comandada pelo coronel Francisco José Roscio, que recebeu ordem do governador de descer a Serra de São Martinho e acampar próximo à Guarda Portuguesa. Neste momento, a guarda ficava dentro das propriedades do padre Ambrósio e foi datado o primeiro batismo na região em fevereiro de 1798. Em novembro deste ano, a subdivisão demarcadora entra na estância do padre Ambrósio e ali, dá início às primeiras construções de ranchos neste local, onde atualmente encontra-se a Rua do Acampamento.

A partir daí, imediatas ordens foram dadas para a derrubada de florestas do cume da colina, dando lugar a construções como quartel, escritório, ranchos e a obrigatória capela (BELÉM, 1989 *apud* MACEDO, 2012, p. 26). Em decorrência destas construções, vários estancieiros da região dirigiram-se ao local, instalando suas residências, gerando um rápido crescimento do povoado. No entanto, em outubro de 1801, a 2ª subdivisão demarcadora retira-se do local (removendo a capela), seguindo ordens do governador Sebastião da Veiga Cabral da Camara,

¹⁷ Atualmente ainda é chamada de "Santa Maria da Boca do Monte" devido à sua localização ao pé do Rebordo do Planalto Meridional Brasileiro.

passando então a não mais existir o acampamento de Santa Maria, mas sim o povoado (MACEDO, 2012, p. 27).

Esse povoado se solidificou sem o amparo do acampamento militar e foi recebendo moradores dos arredores. Entre 1801 e 1803 famílias guaranis que fugiam das missões se instalaram num descampado, na época chamado de “A Aldeia”, onde hoje se encontra a Avenida Presidente Vargas. A cada ano mais estradas de acesso foram abertas pelos próprios moradores, sendo a chegada destes, constante (*ibid.*, p. 28).

Além do povoamento e ocupação das Coxilhas a paisagem de Santa Maria era transformada pela chegada não só de poderosos donos de grandes estâncias, mas também de pequenos lavradores e produtores de alimentos instalados na Serra Geral. Segundo FARINATTI (2010, p. 245):

A paisagem agrária que foi sendo construída na região de Santa Maria estava longe de um universo monoatômico, marcado por enormes estâncias, gado a perder de vista e uns quantos gaúchos esquivos que oscilavam entre o trabalho como peão e atividades ilícitas. Em primeiro lugar, o relevo e a vegetação eram heterogêneos. Em todo o norte, estava postada a muralha escura formada pela encosta da Serra Geral, coberta de florestas, abrigando pequenos campestres eventuais. Ao sul, começavam as planícies suavemente onduladas que se estendiam rumo ao pampa gaúcho e uruguaio. Ali, a predominância era de zonas de campo nativo de baixa qualidade, pontilhadas por pequenas manchas florestais [...] As áreas de domínio de campo tendiam a ser utilizadas para a pecuária, ainda que a agricultura também pudesse ser empreendida naqueles espaços.

Já, nas áreas florestais, a prática de agricultura de alimentos, com base no sistema de queimadas e derrubadas foi o mais frequente em Santa Maria. Avançavam em matas virgens, sendo estas culturas empregadas por várias culturas não só europeias, mas também indígenas (*ibid.*, p. 249). Assim, o desmatamento não foi só realizado para a ocupação civil e para utilização da madeira como obra-prima para as construções, mas também para o universo agrário.

Desde 1828, famílias alemãs viviam no Rio Grande do Sul. Em 1859, padres jesuítas estabeleceram-se em regiões próximas a São Leopoldo, porém foi no final do século XIX que irmãs franciscanas chegaram até regiões próximas à Santa Maria, como Vale Vêneto, atual de distrito do município de São João do Polêsine, Agudo, Dona Francisca, que possui colonização tanto alemã quanto italiana. A missão dos alemães no Rio Grande do Sul foi trazer a educação de juventude feminina. Em Santa Maria, no ano de 1903, as irmãs franciscanas primeiro instalaram o Hospital Dr. Astrogildo de Azevedo e dois anos mais tarde iniciaram

suas atividades educacionais com a criação do Colégio Sant'Anna, em 1923 com o Colégio Santa Terezinha (atual Manoel Ribas), fundaram a Casa de Saúde (1932), Orfanato e Educandário São Vicente de Paulo (1914), Asilo Padre Caetano (1926), Centro Universitário Franciscano, fundando em 1951, (faculdade particular renomada em todo o Rio Grande do Sul) Escola Santo Antônio (1952) e realizaram e ainda realizam atividades no serviço de assistência social e na cooperação à Diocese de Santa Maria (QUADROS, 2012, p. 347).

No final do século XIX, famílias italianas que chegavam à cidade eram instaladas em Val de Buia e, como obrigação dos imigrantes da época, escreveram cartas aos seus parentes descrevendo a região (VENDRAME, 2012, p. 145), incentivando-os à vinda ao Brasil. Os italianos foram ocupando regiões ao extremo Norte e Nordeste de Santa Maria, onde era localizado o 4º distrito da cidade, que engloba os atuais municípios de Soturno, Dona Francisca, Silveira Martins, São João do Polêsine, entre outros hoje emancipados. Atualmente esta região de municípios colonizados por italianos é chamada, turisticamente, de 4ª Colônia Italiana, sendo importante ressaltar que engloba uma área Núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Incluindo esta região, Santa Maria, passando por Santa Cruz, até Porto Alegre, há um projeto no Plano Diretor de Santa Maria, no Anexo G, de turismo paleo-arqueológico, cultural, gastronômico, de serviços, ecológico e ambiental chamado "Projeto Turístico Comunidade Encosta da Serra" (SANTA MARIA, 2005b), o qual, infelizmente, não foi executado, porém seria de extrema importância para a conservação tanto da natureza, quanto dos costumes e cultura dos gaúchos. Assim, além da colonização espanhola e portuguesa, Santa Maria tem fortes traços italianos e alemães.

O desmatamento de Santa Maria é dado desde 1634 e, mesmo com o surgimento do Código Florestal Brasileiro, de 1957, que já restringiu o desmatamento e a L.M. 0606/1957, que incentivou o reflorestamento no município, o descumprimento da lei federal ocasionou resultados visíveis. A arrecadação de madeira para as construções foi realizada de maneira predatória, sendo retiradas vastas áreas de exemplares de Mata Atlântica do Rebordo do Planalto e de remanescentes encontrados na cidade e nos morros-testemunho.

Este desmatamento predatório ocorreu, principalmente, pelo aumento muito rápido da ocupação da cidade na segunda metade do século XX. Segundo Botega (2012, p. 75), entre 1950 e 1990, a população urbana de Santa Maria cresceu

notáveis 410%. Deste modo, a cidade foi crescendo de modo desorganizado, desumanizado, capitalizado e urbanizado.

O município modificou-se como um exemplo da apropriação do conceito “cidade-máquina” - pensamento de sobre como devem se constituir as cidades após a Revolução Industrial - e isso é demonstrado no bairro Centro (Fig. 16). Era a “Belle Époque” no Brasil, caracterizada por um surto tecnológico e modernizador e pela atividade civilizatória advinda da ordem burguesa do país (GRUNEWALDT, 2010, p. 335). Como consequência da apropriação deste conceito, somado à história da colonização de Santa Maria, a cobertura arbórea da cidade é escassa, tanto em seu Distrito Sede, como nos Distritos adjacentes ao centro urbano. Quando existente, encontra-se muito fragmentada e, em áreas urbanas, as árvores são plantadas em terrenos impermeabilizados no entorno. Atualmente, o desmatamento da cidade tem origem na expansão urbana, sendo que a madeira do corte de remanescentes dos terrenos não, necessariamente, é utilizada por empresas para a construção civil, mas algumas vezes, somente é derrubada para a ocupação do solo.



Figura 16 - Arborização escassa no bairro Centro de Santa Maria. 1) Praça Saldanha Marinho em 1905. Observa-se, ao fundo, o desmatamento da Mata Atlântica remanescente nos morros do

entorno do bairro. 2) Avenida Rio Branco em 1958. 3) Avenida Rio Branco em 2014. Nota-se que o cenário não está muito mudado, atualmente, possuindo a mesma ou menor quantia de árvores, que, provavelmente são as mudas da foto já adultas.

Fonte: Adaptado de: 1) Marchiori (1997 *apud* ROCHA, 2008, p. 46); 2) PRATI (c2014); 3) Arquivo da Secretaria de Turismo de Santa Maria.

Um relato de um funcionário público, jornalista e escritor em Marchiori *et al.*, (*apud* ROCHA, 2008, p. 47) que vem a Santa Maria no início do século XIX, demonstra certa tristeza, ao comentar sobre a devastação das florestas nativas em Santa Maria, tanto no centro do município, onde cita a Av. Rio Branco, quanto na Boca do Monte:

[...] vale bem o tempo em busca da verdadeira origem, quem se der ao trabalho de perscrutar o passado florestal da localidade, não poderá duvidar um só momento da existência passada de uma frondosa floresta onde hoje assenta a cidade de Santa Maria. Não há cinquenta anos ainda, em que se viam cernes de ipês completamente petrificados em terrenos e em capoeiras, onde hoje á a Avenida Rio Branco. [...] dados que remontam a 1805, transitavam os índios pelo trilho que da Boca do Monte conduziam a São Martinho, mesmo antes de 1756; é provável que, então, tivesse sido escolhido o primeiro local para a permanência de uma guarda portuguesa em um ponto mais próximo à raia limítrofe entre os territórios das duas coroas (Portugal e Espanha), porém que, sujeita a agressões dos índios e espanhóis, que se viam obrigados a abandonar esse ponto e procurassem à sombra da floresta, um mais conveniente e defensável, e que aos poucos fossem desmatando... (MARCHIORI *et al.* *apud* ROCHA, 2008, p. 47).

Em 1885, a população da cidade obteve um grande crescimento, devido à instalação da viação férrea. A estrada de ferro contornou todo o Rebordo do Planalto, passando pelas bases do Morro Cechella, e sua construção dependia do desmatamento da vegetação florestal destes morros. Essa ferrovia contribuiu para um maior desenvolvimento do mercado interno da cidade, como também facilitou o transporte de produtos e animais do interior do Rio Grande do Sul (Fig. 17) para regiões litorâneas (de rios ou oceano). Ganhou atenção do estado, especialmente, a partir da construção da linha Porto Alegre - Uruguiana (GRUNEWALDT, 2010, p. 335), que teve seu primeiro trecho entregue em 1884, tornando-se um ponto de dinamicidade comercial.



Figura 17 - Desembarque de gado na Estação Rodoviária de Santa Maria no fim do século XIX. Ao fundo, portal sul do Rebordo do Planalto Meridional Brasileiro.

Fonte: Acervo Fotográfico do Museu Gama D'Eça/UFSM *apud* PADOIM (2010, p. 323).

No ano de 1885, Santa Maria passou a ostentar o título de “cidade ferroviária”, não representando somente a presença dos trilhos na cidade, mas o que eles representavam em sua história (PADOIM, 2010, p. 322). Por ter localização central no estado, o município logo virou um dos principais entroncamentos ferroviários (BELÉM, 1989 *apud* ALVES, 2012, p. 55), onde além de ligações intraestaduais, abrigava uma linha com ligação direta de São Paulo, o chamado “Trem da Serra” (PADOIM, 2010, p. 329).

Aos poucos a paisagem se transformava, os prédios foram se tornando mais presentes e o comércio foi se fortalecendo. A Avenida Progresso, atual Rio Branco, tornou-se o centro comercial da cidade, sendo que no final dessa avenida encontrava-se (a ainda encontra-se) a Estação, a gare e as oficinas de manutenção ferroviária. No outro extremo dessa avenida, situava-se (e ainda situa-se) a Praça Saldanha Marinho, que dava acesso à Rua do Acampamento (Fig. 18) e à Rua do Comércio, atual Dr. Bozzano. Em todos estes espaços, imigrantes judeus, libaneses, alemães instalaram casas de comércio, hotéis, restaurantes, cervejarias, jornal entre outros estabelecimentos, tornando Santa Maria um polo cada vez mais comercial da

região (GRUNEWALDT, 2010, p. 337). Segundo Beltrão (1958), citado por Grunewaldt (*ibidem*):

Entre 1883 e 1891, o município passou de 3.224 habitantes para 25.207, número que em 1900 subiu para 33.524. E o número de edificações subiu de 486 em 1894 para 1.323 em 1900. No final da década de vinte existiam 2605 edificações na cidade.



Figura 18 - Rua do Acampamento no ano de 2013, quando se reuniram 35 mil pessoas pela “Caminhada da Paz”, manifesto dos familiares e amigos das vítimas do acidente da boate Kiss¹⁸.

Fonte: PIMENTEL, J. (Agência RBS).

Com o desenvolvimento comercial da cidade, localizada no entroncamento de diversas linhas férreas, a cidade pôde receber diversas Companhias teatrais, inclusive francesas e, em 1907, foi construído o centro de lazer “montanha Russa” na encosta da serra, mais especificamente no sopé do Morro Cechella, região que possuía lagos, bosques e outras opções de lazer natural. Este era o lugar preferido para os santa-marienses passarem o domingo, segundo Romeu Beltrão, sendo que no local também havia espaço para festas sociais (*ibid.*, p. 341). Hoje, este local está ocupado irregularmente por construções populares de baixíssima renda, tem violência elevada, além de estar na zona de risco de alagamentos/inundações e deslizamentos/solapamentos de Santa Maria, por encontrar-se na encosta da Serra e devido à adjacência da barragem do Rio Vacacaí-Mirim (Fig. 19).

¹⁸ Incêndio de uma casa noturna da cidade que deixou cerca de mil feridos e 242 mortos, sendo, a grande maioria, estudantes universitários.



Figura 19 - Detalhe da zona de risco da Montanha Russa, ao sopé do Morro Cechella.

Fonte: Santa Maria (2013b).

Durante a década de dez, do século XX, ocorreram as maiores mudanças da em relação à modernização da cidade, na qual a paisagem urbana foi sendo remodelada, através da chegada dos primeiros estabelecimentos bancários: A Agência do Banco Nacional do Comércio e do Banco da Província, ambas em 1910. A Avenida Rio Branco foi alargada (1912) e uma das principais avenidas da cidade atualmente é construída, a Av. Borges de Medeiros (1913). A partir daí foram construídos cafés, lojas, cinema (1908) e vários clubes sociais. Também em 1913 já haviam se instalado na cidade muitas fábricas: quinze de bebidas, três de fumo, treze de calçados e 'águas perfumadas', três farmácias e quatro fábricas de chapéu (BELÉM, 1989 *apud* GRUNEWALDT, 2010, p. 337).

A partir de 1940, com a expansão do automóvel e estradas de rodagem e ainda em 1950, com o incentivo do Governo Federal ao ingresso da indústria automobilística no país, a indústria ferroviária foi perdendo força. Essa é vítima de má administração do governo e começa a enfrentar um processo longo de decadência (RIBEIRO, 1979 *apud* PADOIM, 2010, p. 330). Em 1959, a Viação

Férrea passou a ser administrada pelo governo federal, transformando-se em Rede Ferroviária Federal (RFFSA).

Mesmo com a decadência ferroviária, no período do fim do séc. XIX e início do XX, outras corporações contribuíram para uma demanda populacional maior, como a instalação de unidades do Exército Brasileiro (Brigada Militar “Coronel Pilar” em 1892 e Sétimo Regimento da Infantaria em 1908) e também da Base Aérea da Aeronáutica Brasileira (construída em 1970). Visto que, hoje, há dezoito unidades militares do Exército sediadas em Santa Maria, o município é conhecido como “A Cidade dos Quartéis”. Ou seja, exemplos bem sucedidos da colonização jesuítica espanhola e luso-brasileira de Santa Maria foram: a “defesa da fronteira, do militarismo, do comércio, das trocas, da atividade pecuarista, dos heróis militares” (SANTOS, 2009, p. 13).

Em 1958 foi inaugurado o Símbolo Heráldico de Santa Maria, através da Lei Municipal nº 785, sancionada pelo prefeito Vidal Castilho Dânia (SANTA MARIA, 1958). Neste brasão, a árvore ipê-roxo-de-sete-folhas (*Handroanthus heptaphyllus*) é consagrada como símbolo municipal (Fig. 20) e, apesar de não ser nativa, é muito utilizada para o paisagismo das principais avenidas da cidade.

Este brasão dá origem à bandeira da cidade, composta somente por ele e por um fundo branco, significando “paz”. Em listel, com as cores da bandeira do Piratini, está escrito “Santa Maria, Cidade Coração do Rio Grande do Sul” que representa, além de sua localização (na região central, levemente ao oeste do estado), o acolhimento da população com os que chegam das circunvizinhanças ou de longe para viver no município. O orgulho dos habitantes pelos verdes dos morros e campos, pelo militar e pela Santa da cidade, está expresso no símbolo, como descrito a seguir:

As lanças indígenas e boleadeiras lembram o primeiro habitante destas paragens, hoje consagrado lenda santamariense da Imembuí. As lanças militares com bandeirolas lembram a ocupação e defesa destas terras, pelas forças regulares do Governo e a tradição aguerrida do povo gaúcho. A coroa mural de prata, de cinco torres, indica a cidade. O nome de Santa Maria está expresso na sigla de Maria Santíssima, a padroeira excelsa da cidade, na cor azul em céu de prata, que são as cores de Maria. Os cerritos históricos desta cidade, marco e guia altaneiro desde os tempos das demarcações de limites, não poderiam deixar de ser representados (RECHIA, 2006 *apud* SANTA MARIA, c2014).



Figura 20 - Símbolo Heráldico da cidade de Santa Maria, à esquerda, e árvore-símbolo da cidade, ipê-roxo, à direita.

Fonte: Adaptado de Santa Maria (c2014).

Em 1960, com a instalação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, Fig. 21), a cidade atraiu um grande contingente populacional. Junto com ela, inaugurou-se o Hospital Universitário (HUSM), que traz um grande número de servidores, tornando-se um polo central de atendimento do estado. Hoje, a UFSM, junto com o HUSM, abriga 25402 servidores e estudantes presenciais residindo no município (UFSM, 2014). Sob esta perspectiva de “atração populacional” (ALVES, 2012, p. 57) do município, se dá o resultado de uma população de 274.838 habitantes, segundo a estimativa populacional do IBGE (2014), sendo 9,3% de estudantes e servidores de Santa Maria.



Figura 21 - Universidade Federal de Santa Maria. Situada na Depressão Central, possui diversas áreas agrossilvopastoris. Ao fundo da foto observa-se escarpa do Planalto Meridional.

Fonte: UFSM (c2014).

Em 1989, foi projetada a implantação do Distrito Industrial em Santa Maria, pela L.M. 3200/1989, sendo que já estava sendo projetado pelo governo do estado do Rio Grande do Sul desde a década de 1970. Desde o início de seu planejamento, não foi considerado o meio ambiente da área onde fora implantado este conjunto de indústrias.

Localizado em cima de recarga do Aquífero Arenito Basal Santa Maria, no Distrito Sede, ainda não há um Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, e menos ainda de Líquidos, o que demonstra a importância que o meio ambiente possui no desenvolvimento deste município. A estrutura paisagística é de grandes lotes, com menor densidade de ocupação, porém, apresenta grande potencial à contaminação dos aquíferos, devido à má gestão dos efluentes (FOLLMANN, F. M.; FIGUEIRÓ, A. S., 2011, p. 61). Junto à vinda de todas estas instituições para o município, o crescimento do comércio foi consequência, representando o principal centro econômico da cidade, com destaque regional (ALVES, 2012, p. 57).

Devido aos efeitos do capitalismo sobre as cidades pós Revolução Industrial, a estrutura urbana se tornou fragmentada e excludente, resultado da divisão social

trabalhista (BOTEGA, 2012, p. 76). A luta das classes populares pelo “direito à cidade” são formas de resistência contra a exclusão urbana, gerando ocupações irregulares, fato constante não somente na história de Santa Maria, como na história da urbanização brasileira. Estas “cidades ilegais” são o resultado de baixos salários aliados ao alto custo de vida, gerando dificuldade de acesso à propriedade do solo urbano (*ibid.*, p. 79).

Para frear a ocupação do território santa-mariense por “cidades ilegais”, Santa Maria adotou políticas habitacionais do Governo do Estado e da Companhia de Habitação do Rio Grande do Sul (COHAB-RS), tendo, num segundo momento, investimento também do Governo Federal a partir da produção de loteamentos do Programa “Habitar Brasil” (*ibid.*, p. 82). Mesmo com essas obras, o déficit habitacional do município não foi contido, sendo as ocupações irregulares uma constante no processo de urbanização de Santa Maria.

Esse processo se ampliou para toda a periferia da cidade e, em 2002, mais de 60% do território se constituía a partir de ocupações irregulares, nas regiões com maior número de habitantes. Deve-se salientar que as ocupações regulares e irregulares vivem em conflito entre si, como é o caso do muro construído entre a Vila Noal e a ocupação irregular (ou chamada “invasão”) da Vila Natal, em 2007 (*ibid.*, p. 91).

Devido a todo o histórico, quando se fala em proposta de conexão de fragmentos florestais nesse trabalho, não se exclui o homem e nem se cogita a hipótese de retirada dele do local. O pertencimento do local e a memória coletiva da região não podem ser apagadas ou retiradas bruscamente de sua vivência, sem qualquer conscientização das famílias e moradores de locais de risco de alagamentos ou deslizamentos. A educação ambiental não faz parte da história da cidade, portanto, deve ser introduzida em tempos mais próximos possíveis, para que haja uma consciência desde as idades menos avançadas da conservação do patrimônio tanto histórico, quanto natural de onde residem.

4.2 Panorama atual e estudos voltados à caracterização ambiental de Santa Maria

Santa Maria segue o panorama da aceleração do crescimento das cidades de médio porte brasileiras, com uma paisagem urbana bem edificada, onde se encontram construções de prédios de mais de quatro andares por quadra, gerando problemas no trânsito. Com estes, o excesso de tráfego de carros gera problemas tanto de poluição quanto psicológicos aos cidadãos.

Não há preocupação com a saúde dos moradores por parte da indústria imobiliária, pois, se há ajardinamento, é de plantas como mudas pequenas de pingo de ouro (*Duranta erecta*), flores do paraíso (*Strelitzia reginae*) e outras pequenas plantas exóticas, que somente tem função de embelezamento, mas não de retenção de material particulado ou diminuição de temperatura por sombreamento maciço (quando dispostas em maciços florestais contínuos), devido ao seu porte arbustivo e herbáceo. Plantas do bioma Mata Atlântica, da fitofisionomia regional de Santa Maria, são ideais para o plantio formando essa barreira, pois são espécies arbóreas latifoliadas e semidecíduas (TROPMAIR, 1976 *apud* ROCHA, 2008, p. 41), ou seja, possuem copas maiores, podendo contribuir perfeitamente na despoluição da atmosfera.

Deve-se incentivar o cultivo de espécies nativas, já que em estudos de espécies vegetais mais frequentes são exóticas, segundo o Cd Room publicado pela Prefeitura Municipal de Santa Maria, intitulado “Verde Urbano de Santa Maria” e estudo de Gracioli *et al.* (2011, p. 421), como: Extremosa (*Lagerstroemia*), Ipê-Amarelo (*Tabebuia chrysotricha*), Cinamomo (*Melina ajedarach*), Ligustro (*Ligustrum japonicum*), Tipuana (*Tipuana tipu*), Canafístula ou Ibirapuitã (*Peltophorum dubium*) e Ipê-Roxo-de Sete-Folhas (*Handroanthus heptaphyllus*) (rever Fig. 20), árvore-símbolo de Santa Maria, incluído no símbolo heráldico do município.

Os maiores conflitos observados em relação a essas espécies acima citadas foram em relação ao porte, que seria inadequado ao local de implantação aliado a pequena dimensão de área livre. A preferência do plantio e conservação de espécies nativas a exóticas é contribuinte, pois, quando utilizadas, além da retenção de material particulado, agregam valor de diversidade a paisagem, auxiliando na manutenção da biodiversidade nativa local.

Por isso é de extrema importância a conscientização dos santa-marienses que residem próximos a remanescentes do bioma Mata Atlântica, a não-introdução de espécies exóticas invasoras em seus pátios, procurando tomar conhecimento das

condições das espécies. Para esta conscientização, deve ser realizada uma educação ambiental perante a sociedade através disponibilização pela Prefeitura da cidade com informativos sobre espécies arbóreas nativas ideais para o plantio na cidade através do site da prefeitura, redes sociais e até panfletagem. Este processo educacional é extremamente relevante para a conservação, pois se estas espécies invasoras forem polinizadas e semeadas, podem tornar-se espécie-praga dentro de uma floresta preservada, prejudicando a biodiversidade, podendo levar até a uma extinção local de espécies, tanto florística, como faunística.

Uma proposição inédita, para a cidade, de Nascimento e Foletto (2010) está esquecida entre os papéis, que sugere a delimitação da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Vacacaí-Mirim e o zoneamento desta com base na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (NASCIMENTO, 2012, p. 71). Na APA encontram-se Zonas Núcleo e Zonas de Amortecimento da RBMA, somando o anseio dos ambientalistas da conservação daquele local com a verdadeira necessidade reconhecida a nível nacional.

Alguns estudos de mapeamento da cobertura arbórea por bairros em Santa Maria foram realizados, como Taffe (1989), que objetivou verificar, através do mapeamento da cobertura vegetal de Santa Maria, se existem áreas verdes suficientes para suprir as necessidades de lazer dos santa-marienses. Deve-se levar em consideração que ele considerou a área do Rebordo do Planalto, que extrapolou os resultados para 225, 35 m² de áreas verdes por habitante para o lazer. Porém, deve-se lembrar de que, para a saúde, são necessários 12 m² de área verde por habitante, segundo a média recomendada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), mas estas devem estar integradas ao meio urbano para uma elevação da qualidade de vida da sociedade.

Neste contexto, Sirkis (1999 *apud* ANTUNES, R. L. S.; FIGUEIRÓ, A. S., 2011, p. 4), pondera que esta medida de área verde por habitante, deve ser realizada por bairro e não por área total do município, considerando 15 m² o ideal, mas incluindo todos os tipos de vegetação, não só as copas de árvores. Assim, essa vegetação não deve estar isolada, pois para a criação de um ambiente urbano saudável, não basta criar espaços verdes, jardins, praças ajardinadas, ou mesmo parques, sem entender como eles se integram e se relacionam com as ruas vizinhas, seu entorno, seu bairro (ANTUNES, R. L. S.; FIGUEIRÓ, A. S., 2011, p. 4).

Nessa perspectiva, Oke (1973 *apud* ROCHA, 2008, p. 50), considera que 30% do terreno de cada bairro, seja público ou privado, tem que conter cobertura vegetal, para um balanço térmico adequado em áreas urbanas. Esta quantia de área do terreno reservado à vegetação é a mais viável de implantação para Santa Maria, com exceção do Bairro Centro, pois tem 90% de sua área já impermeabilizada (ALVES, 2012, p. 142).

Assim, este um terço do terreno deveria ser voltado na porção da entrada do edifício, que ficaria de frente para a rua, pois, segundo dados de Rocha (2008), a falta de arborização nas calçadas (frente das edificações), aliada a uma maior proximidade das fontes emissoras¹⁹, aumentam a quantidade de material particulado em suspensão, provocando problemas respiratórios à comunidade local. Deste modo, foi comprovado no estudo deste autor que a cobertura arbórea cria uma rede detentora de materiais particulados advindos da rua, podendo absorver maior quantia destas partículas inaláveis, melhorando a qualidade de vida da população. Se houvesse sido seguida a proposta daquele estudo, os santa-marienses já estariam vendo os resultados gerados na saúde, além do prazer psicológico de presenciar uma maior proximidade à natureza.

Porém, infelizmente, em nenhuma rua de Santa Maria é feita esta barreira, devido ao seu modelo de expansão “cidade-máquina”, onde a natureza no meio urbano é sinal de atraso no desenvolvimento da cidade. Ou seja, o meio ambiente dentro da área urbana da cidade não é prioridade de conservação e, sim, a prioridade é a expansão imobiliária civil. Assim, nota-se um padrão nas construções civis atuais em Santa Maria, onde respeitam somente o um metro da frente do terreno que não pode ser construído, raramente deixando espaço para árvores de médio a grande porte ou ambientes externos de lazer.

Alguns estudos realizaram o mapeamento da cobertura vegetal de Santa Maria, como Lucas *et al.* (2008), que mapeou biótopos urbanos da parte norte do Bairro Centro, Rocha (2006), que realizou o mapeamento de três bairros de Santa Maria. O estudo de Alves (2012), que realizou o mapeamento completo da cobertura vegetal do Distrito Sede de Santa Maria, atualiza outros estudos de mapeamento da cobertura vegetal anteriores. Este comprova a substituição da cobertura vegetal, tanto herbácea quanto arbórea, por edificações no Distrito Sede de Santa Maria,

¹⁹ Não havendo nenhum tipo de filtragem dos materiais particulados emitidos, principalmente, pelos canos de veículos a óleo diesel.

demonstrando uma falta de planejamento estratégico conservacionista de proteção à cobertura vegetal arbórea da cidade.

Segundo a abordagem Geossistêmica da Geoecologia de Paisagens, o estudo de Alves e Figueiró 2013, classifica o Distrito Sede de Santa Maria em geofácies. Assim, a área urbana de Santa Maria é considerada como um único geossistema e controlada pelos fluxos da dinâmica de matéria energia e informação, através das trocas entre seus geofácies. Este é o estudo que trouxe mais subsídios à proposição dos corredores ecológicos em Santa Maria, fazendo com que atualização por meio deste estudo seja feita, incluindo os corredores ecológicos como proposição de um futuro geofácies.

O estudo destes autores baseou-se em características de isolamento ou conexão de fragmentos florestais, juntamente a um padrão de urbanização de maior ou menor adensamento de edificações (ALVES, D. B.; FIGUEIRÓ, A. S., 2013, p. 217). Deste modo, foram delineadas seis geofácies dentro do Geossistema Urbano, sendo estes: Geofácies de morros do rebordo, de morros-testemunho, de matas galerias, de áreas mais densamente edificadas, de áreas menos densamente edificadas e de áreas rururbanas.

O Geofácies de morros do rebordo é o que apresenta a melhor configuração da vegetação arbórea, com porte arbóreo bem estruturado e alto grau de conectividade, sendo que é este o responsável por um alto índice de cobertura arbórea no Distrito Sede de Santa Maria. Tem 75,66% de uniformidade e corresponde às áreas de escarpa arenito-basálticas, ao norte do município, nas encostas do Planalto Meridional Brasileiro.

O Geofácies de morros-testemunho encontra-se no Centro-Leste da cidade e inclui os morros Mariano da Rocha, Cerrito e Cechella, possuindo 62,04% de uniformidade. O de matas galerias é encontrado em nascentes e margens de canais d'água, onde esta mata acompanha o trajeto dos canais de água, e, às vezes, ocupam o entorno, principalmente nas áreas menos densamente ocupadas. Este geofácies configura-se mais continuamente e retilíneo que os outros.

O Geofácies de áreas mais densamente edificadas possui um maior adensamento de edificações e um grande grau de isolamento entre fragmentos florestais no município, onde há substituição dos espaços verdes por áreas impermeabilizadas. Nestas áreas, os espaços construídos ocupam 68% da área do

geofácies, ocasionando grandes problemas de funcionalidade térmica e hidrológica, sendo, estes, recorrentes.

Já, o de áreas menos densamente edificadas, possui 48% da área total do geofácies ocupado por espaços construídos. Este geofácies é encontrado nas regiões adjacentes aos morros-testemunho, e são áreas em que correspondem à parte leste da zona urbana, onde o crescimento urbano e impermeabilização do solo estão ocorrendo mais rapidamente que nos outros geofácies.

O Geofácies de áreas rururbanas inclui áreas com pouco avanço de edificações, predominando campos, em áreas de transição com a zona rural do município. Tem-se, como exemplo de terrenos agropecuários no Distrito Sede, na RS 509, conhecida como Faixa Velha de Camobi, caminho para a universidade que é classificada como zona de expansão urbana pela PMSM, já havendo muitas edificações no entorno de áreas agrícolas. Neste geofácies, 58% da área total está associado a vegetação herbácea e arbustiva (ALVES, D. B.; FIGUEIRÓ, A. S., 2013).

Em 16 de dezembro de 2014, foi aprovada pela Portaria SEMA nº 143, a qual reconhece áreas de remanescentes de Mata Atlântica como um Corredor Ecológico que passa por cidades da Quarta Colônia. O Corredor Ecológico da Quarta Colônia (RIO GRANDE DO SUL, 2014a) conta com mini-corredores, propostas de uso sustentável em áreas de transição e conservação integral de remanescentes de Floresta Estacional Decidual do centro do estado do Rio Grande do Sul. A ação é resultado do trabalho da consultoria do Instituto Curicaca, técnicos da Sema, Fundação Estadual de Proteção Ambiental (Fepam), Fundação Zoobotânica (FZB) e EMATER, responsáveis pela execução do Projeto RS Biodiversidade e representantes de instituições locais, como a UFSM. Foram realizadas oficinas em duas cidades de implantação do Corredor Ecológico, Silveira Martins e São João do Polêsine, sendo estas vizinhas à Santa Maria. Neste foram delimitados a área e ações e estratégias, firmando o Plano de Ação de Implementação do Corredor Ecológico da Quarta Colônia. Devido ao projeto ser muito recente, muitas informações, como área de abrangência, não estão disponíveis ao público e os órgãos ou instituições participantes não podem divulgar ainda. Esse esclarecimento será realizado em 2015 através de oficinas para conhecimento do Plano de Ação, bem como o apoio das instituições parceiras para articulação e execução das ações prioritárias a serem executadas (RIO GRANDE DO SUL, 2014b).

Em janeiro foi definida a empresa que construirá o prédio de um novo projeto localizado na UFSM (MARTINS, 2015), porém de responsabilidade da Eletrobrás, por causa do Termo de Compromisso de Conversão de Multa, feito em 2011, que firmou a reconstrução e reparo da área à qual a empresa provocou dano ambiental, além da construção deste projeto ambiental em Santa Maria. Este visa à recuperação de animais silvestres, denominado de Centro de Triagem de Animais Silvestres (Cetas). Em abril, discussões ainda são feitas para definir a quem pertencerá a administração, se UFSM, Ibama, Eletrobrás ou outro (A RAZÃO, 2015).

Ao dia 25 de fevereiro de 2015, foi realizada na cidade uma audiência pública sobre um assunto que gera polêmica entre a vizinhança do Bairro Nossa Senhora de Lourdes, políticos, empresários e ambientalistas: a construção do Hospital Regional Centro Universitário Franciscano. No local já existe um hospital pertencente à mesma instituição, o Hospital São Francisco, que possui uma área de 2 mil m². O projeto de “ampliação” desse hospital é uma nova construção que ocuparia uma área de mais de 18 mil m², sob a justificativa de que o Hospital São Francisco não comporta as necessidades acadêmicas gerais, alegando que nesse novo projeto haverá melhores condições de práticas. A audiência pública não foi para a votação de se haverá ou não a construção deste hospital, mas sim a alteração da Lei de Uso e Ocupação do Solo. Essa alteração prevê a uma maior verticalização da obra que, segundo arquiteto responsável, seria de seis andares, onde somente é autorizada pela lei uma altura total limite de seis metros. Ou seja, querem alterar o limite de seis metros (seção 17c) para altura livre (seção 6b) (SANTA MARIA, 2009).

Políticos e empresários apoiam a iniciativa, guiados pelo capital e pela visibilidade política. Porém, a maioria dos vizinhos da área, moradores do bairro, não é a favor da construção do hospital, muito menos de sua verticalização. Estes confirmaram boatos do início dessa década de que 40 árvores que foram desmatadas ilegalmente antes da primeira aprovação do projeto do Hospital, sendo admitido que haja fotos que comprovam esse desmatamento ilegal. Foi justificado por um representante da instituição que esta não está envolvida em problemas que ocorrem entre a administração municipal e estadual, sendo que essa época coincide com a dos processos sobre propina a profissionais da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), os quais já foram julgados e os responsáveis já foram criminalizados. Uma representante do bairro citou que havia mandado fotos para um dos principais jornais da cidade, porém essas fotos não foram divulgadas e pode-se

prever o motivo. Moradores vizinhos à obra afirmam que não há infraestrutura - tanto nas ruas estreitas e esburacadas quanto em estacionamentos - para a quantia de veículos automotores que esse hospital levará àquela região, ainda mais depois da apresentação do projeto de verticalização do hospital. Estão com receio de da pressão imobiliária para a construção de restaurantes, centros comerciais e estacionamentos. Ou seja, não foi realizado um estudo de impacto de vizinhança por sociólogos pela instituição promotora da construção do hospital, descumprindo uma exigência legal.

No ponto de vista ambiental, essa construção - que já dizimou a maioria senão todas as árvores presentes em seu terreno - está ameaçando a conservação da biodiversidade através da mudança do regime de ventos e a aumentar efeitos de borda do Parque Pallottino, vizinho adjunto ao terreno da construção, situado a oeste do Morro Cerrito. O projeto também prevê uma "integração" desconhecida com o Parque, dita em audiência, porém se se pode ponderar que seja algum tipo de acesso viário e, com otimismo, espera-se que seja algum projeto ambiental. Além da poluição sonora gerada à fauna presente do Parque, o acesso dos veículos que vierem a incidir nessa área causaria uma grande poluição por liberação de material particulado.

O tratamento de efluentes não está nos planos propostos pelo arquiteto e engenheiro responsáveis até o momento, portanto, o impacto hidrológico na área - além do escoamento superficial maior por impermeabilização do terreno - será acentuado. Na apresentação oficial do projeto, os coordenadores citaram que a impermeabilização do terreno é favorável à retenção de água e que será feito o plantio de árvores no estacionamento da cidade e, assim, essas árvores captariam mais água do que os campos (antes floresta desmatada pela própria instituição). Isso demonstra que é negligenciado o conhecimento da população presente na audiência pública ao falar inverdades como estas.

Em uma manifestação após a apresentação oficial da instituição, se pronunciou um cidadão que se intitulou como um dos responsáveis pela obra, citando a introdução de espécies ornamentais como garantia à preservação da biodiversidade e manutenção da água. Esta fala demonstrou que os encarregados da construção deste hospital não têm o mínimo conhecimento (ou sequer interesse) de paisagismo com espécies nativas e muito menos de conhecimento ciclos hídricos em uma dinâmica natural-urbana.

A justificativa dos responsáveis pelo projeto, políticos e empresários sobre a construção de um hospital em Santa Maria é inquestionável. O que se deve questionar é a área de construção deste e as consequências que já causam à biodiversidade local e às que poderão causar à dinâmica hídrica e à circunvizinhança.

Enfim, foi citado por um morador do bairro Nossa Senhora de Lourdes, nesta auditoria, que a instituição gera um péssimo exemplo de planejamento urbano aos seus próprios alunos da faculdade de arquitetura oferecida pela universidade, pois está tentando alterar as leis para que o seu projeto seja beneficiado. Isso não poderia ocorrer em nenhuma circunstância com a base legal que o Brasil possui e, se for aprovada, será uma perda ambiental e social para a cidade e uma vergonha carregada pelos legisladores de Santa Maria.

Em março de 2015 foi divulgado que serão cortadas 1.322 árvores devido ao projeto de duplicação das rodovias federais BR 158 e BR 287, trajeto para a UFSM, sendo estas algumas nativas e algumas exóticas não plantadas mas dispersas. Houve revolta de alguns ambientalistas na cidade, porém crê-se que a obra é de extrema necessidade para o município. Enquanto não houver planejamento para a prevenção de problemas na cidade como os de trânsito, medidas mitigadoras como esta haverão de ser tomadas. Salienta-se que já está estabelecido o plantio de 22.083 mudas pelo DNIT (ANTONELLO, 2015) em local ainda não divulgado para a população.

A Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) não autorizou o corte de todas as árvores e determinou que 87 indivíduos fossem transplantados, pois são ameaçados de extinção ou imunes ao corte, sendo estes: 24 cabreúvas (*Myrocarpus frondosus*), 36 butiás (*Butia witeckii*), 6 figueiras nativas (*Ficus luschnathiana*), 5 araucárias (*Araucaria angustifolia*) e 12 corticeiras (*Erythia crista-galli*) (*ibidem*). Porém, sabe-se que espécies desse porte, além de serem transplantadas com muitos cortes de raiz, dificilmente se adaptam ao novo solo e insolação, pois o ecossistema que estavam anteriormente é milenar. Portanto, a compensação e o transplante nunca são de total eficiência, por isso o número de compensação é 16,7 vezes maior que o número de árvores retiradas ou cortadas do outro local.

Como nos atuais meios de comunicação, através das redes sociais, há maior facilidade de acesso, o interesse da população em saber onde será realizada a plantação e fiscalizar o processo se mostra bem maior do que há anos, quando os

jornais da cidade não publicavam notícias em meios eletrônicos com direito a comentários e protestos. É o que se espera da população: a fiscalização dessas obras, do replantio e da transplantação, pois esse interesse é inteiramente público, envolvendo saúde e meio-ambiente.

4.3 Caracterização ambiental de Santa Maria

4.3.1 Flora: do Pampa à Mata Atlântica

O Pampa (ou Campos Sulinos) representa quase dois terços do Rio Grande do Sul e pouco mais de 2% de Brasil, porém, por não possuir florestas voluptuosas, sua conservação é frequentemente tratada com negligência, em qualquer esfera de governo. Apenas 0,4% do bioma são abrigados em Unidades de Conservação (UCs), bioma com menor representatividade no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (MMA, c2014). Com isso, a ocupação para moradia, agropecuária, construções de represas e hidrelétricas, exploração madeireira, mineração e até o tráfico e caça ilegais vêm descaracterizando com facilidade esse bioma.

A cobertura de vegetação original do Pampa está em constante declínio, sendo que, em 2008 a área de cobertura remanescente original era de apenas 36% – segundo bioma mais devastado do país, atrás apenas da Mata Atlântica (MMA/IBAMA, 2010). Porém, não deixa de ser um bioma com enorme biodiversidade, tanto animal, quanto vegetal. Como prova da diversidade florística de espécies presentes no bioma Pampa no Rio Grande do Sul, no ano de 2015, foram encontradas em apenas 1 m² de campo nativo, 57 espécies de plantas. O recorde de espécies encontrados em área de análogo tamanho de bioma Pampa foi na Argentina, com 89 espécies (KALSING, 2015).

Carl Lindman²⁰ viajou junto com Gustav Malme²¹ em expedição ao Brasil no final do século XIX, caracterizando a fisionomia tipológica dos campos da Depressão Central como “campos subarbustivos” ou “sujos” (Fig. 22), que apresentam, além de gramíneas, muitas espécies de pequeno porte de outras famílias e, provavelmente, também correspondem aos campos que dominam as encostas dessa depressão, que Lindman descreve como os campos de Cachoeira (PILLAR, V. P.; BOLDRINI, I. I., 1996, p. 89).



Figura 22 - Imagem de fazendas em Cachoeira do Sul que ilustram os campos subarbustivos, ou campos de Cachoeira, segundo Lindman. A vegetação rasteira é acompanhada de pequenos arbustos e árvores maiores nas matas ripárias.

Fonte: Adaptado de arquivos pessoais de Adolfo, I (c2014).

Em complemento, na década de 50 do século XX, Avé Lallemand²² descreve os campos da Depressão Central como não sendo, “de modo algum, uma superfície inteiramente plana, em que a gente julga ver um oceano congelado. Tanto pode ser plano como ondulado e até montuoso” (WAETCHER, 1996, p. 84).

Lindman observa que folhas menores são mais eficientes quando a umidade do solo é limitante, portanto conclui o porquê de, na flora campestre, predominarem folhas pequenas. Como exemplo, cita *Polygala* e *Verbena* (Fig. 23) e, como casos de atrofia quase completa das folhas, *Ephedra tweediana* (rabo-de-cavalo),

²⁰ Sueco, doutor em botânica, durante sua visita à América do Sul permaneceu mais de oito meses no Rio Grande do Sul, entre 1882 e 1893, como participante da “Primeira Viagem Regnelliana” (PILLAR, V. P.; BOLDRINI, I. I., 1996, p. 88).

²¹ Botânico e zoólogo sueco, doutor em filosofia, esteve na América do Sul de 1892 a 1894, na “Primeira Viagem Regnelliana” e em 1901 realizou a segunda visita à América do Sul, chamada de “Segunda Viagem Regnelliana” (BAPTISTA, 1996, p. 101 *et seq.*).

²² Médico alemão que tinha bons conhecimentos sobre História Natural, viajou pelo sul do Brasil em 1958 e norte em 1959, conhecendo quatorze estados brasileiros publicando suas impressões em quatro volumes. O primeiro volume foi dedicado inteiramente ao estado do Rio Grande do Sul, intitulado “Viagem pela província do Rio Grande do Sul” (1958) (WAETCHER, 1996).

Baccharis articulata (carqueja-doce), *Verbena litoralis*, e *Colletia paradoxa* (LINDMAN, 1906 *apud* PILLAR, V. P.; BOLDRINI, I. I., 1996, p. 91). O autor também observou a presença de muitas espécies com folhas estreitas, como *Oxalis* e Melastomataceae sua distribuição provavelmente representa uma resposta a alterações na disponibilidade de luz (LINDMAN, 1906 *apud* PILLAR, V. P.; BOLDRINI, I. I., 1996, p. 92).



Figura 23 - Herbáceas nativas do bioma Pampa, presentes nos campos de Santa Maria.

Fonte: Adaptado de: Arquivos pessoais de: 1) BARRA, A. (2005); 2) ZADEN, C. T. (c2014).

Lindman acrescenta que muitas plantas características dos campos, especialmente arbustos, têm folhas coriáceas. Assim, a tolerância à dessecação é maior, como em Myrtaceae (*Campomanesia*), Asteraceae (*Eryngium*) e até mesmo gramíneas como *Erianthus* (pluma). Menciona que é raro encontrar plantas com folhas finas e tenras, como em Liliaceae (*Allium subvillosum*), Iridaceae (*Cypella aquatilis*) e *Phyllanthus* (quebra-pedra) (Fig. 24), mas essa característica dos campos é acentuada pelo pastejo seletivo, que beneficia plantas menos apetecidas, como são estas últimas citadas. Em campos onde não há pastejo, apesar de raros, Lindman possivelmente teria encontrado um maior número de espécies com este tipo de foliação (*ibid.* p. 92 *et seq.*).



Figura 24 - Herbáceas com foliação coriácea nativas do bioma Pampa presentes na cidade de Santa Maria.

Fonte: Adaptado de: 1) PÖRSCH, J. em “Flora Digital” da UFRGS (2008); 2) Arquivo pessoal de JOHNSON, B. (c2014); 3) VERDI, M. em “Flora Digital” da UFRGS (2012); Outras: domínio público ou *copyright* na imagem.

Lindman também propõe a hipótese de que o campo é somente um estado vegetacional moderado e que ainda se acha em estado preparatório para ocupação de floresta novamente, se não houver interferência humana ou de pastoreio. Essa hipótese de que os campos seriam relíquias de climas passados, como no caso do Rio Grande do Sul, pode ser verdadeira, dado que, durante a última glaciação, segundo dados palinológicos, o estado realmente teve clima mais seco que o atual (*ibid.*, p. 94).

Estudos recentes demonstram uma modificação da estrutura florística dos Pampas apresentada acima e um empobrecimento na Riqueza de espécies deste bioma, devido à grande supressão, seja pela agrossilvicultura ou pela ocupação imobiliária urbana e rururbana, apresentando resultados divergentes dos de Lindmann. Porém, Boldrini (2009, p.66), ressalva que não se deve salientar o número de espécies em uma justificativa para a conservação de um determinado ecossistema, mas sim, “a importância que este ecossistema representa por si só na área do planeta em que ocorre, tanto no sentido biológico quanto na sua relação com o homem”. Deste modo, o Pampa, como bioma totalmente endêmico do Sul da América do Sul, contém ecossistemas de extrema relevância para a conservação do

bioma e da própria identidade coletiva, no sentido de formação de paisagem cultural, pois sua relação com o povo “gauche” é estreita e profunda.

Atualmente as duas espécies dominantes do Pampa são as dos gêneros *Baccharis* e *Eupatorium* (Fig. 25) e quando se mostram em grandes densidades nos campos, significa que estes são ambientes de pecuária mal manejada. Porém, as compostas também são muito presentes nos campos da região Central, entremeadas às gramíneas (BOLDRINI, 2009, p. 72).

Quando os campos são bem manejados, nas espécies dominantes são rizomatosas no estrato inferior, pois a presença de solo descoberto é baixa. Como exemplo destas, tem-se, nos topos e encostas de coxilhas, o *Paspalum notatum* (capim-forquilha), nas baixadas úmidas tem-se estoloníferas como a *Axonopus affinis* (grama-tapete) e no estrato superior destaca-se o *Andropogon lateralis* (capim-canina) (*ibidem*).

O solo torna-se ralo e descoberto com o excesso de pastoreio, portanto, nesses campos, a comunidade vegetal de compostas se instala, dando destaque a *Soliva pterosperma* (roseta), *Vernonia nudiflora* (alecrim-do-campo), *Senecio brasiliensis* (maria-mole), *S. selloi* e *S. heterotrichius*. Já, nas áreas bem drenadas, o estrato superior é composto por touceiras das chamadas barbas-de-bode, (*Aristida jubata* e *A. filifolia*) (*ibidem*).



Figura 25 - *Baccharis* e *Eupatorium*: gêneros atualmente dominantes no bioma Pampa, segundo Boldrini (2009).

Fonte: Adaptado de: 1) Schwirkowski, P. (2009) - FloraSBS e 2) Florestas Pampeanas (*copyright* na imagem).

Carl Lindman (1900 *apud* KILCA, R. V.; LONGHI, S. J., 2011, p. 57) foi um dos pioneiros na descrição dos aspectos florestais do Rebordo do Planalto Meridional e denominou esta região como “matas da fralda da serra” (Fig. 26). O

autor descreveu esta região, que alcança o Norte e Nordeste da cidade de Santa Maria, como uma extensão das florestas tropicais brasileiras, abrangendo o Rio Grande do Sul de leste a oeste. Também listou características gerais da estrutura de comunidades, de espécies arbóreas e lianas que representam os tipos de florestas virgens e outras peculiaridades da vegetação de um trecho da região de Silveira Martins, considerando as florestas do rebordo com transição com o pampa, “os sítios mais pitorescos e maravilhosos do Brasil inteiro” (*ibidem*).



Figura 26 - Morros da região administrativa Nordeste de Santa Maria e, à direita da imagem, alguns morros-testemunho da região Centro-Leste da cidade. Essa região é chamada de Rebordo do Planalto Meridional e é considerado por Lindman como “matas da fralda da serra”.

Fonte: Autora, jan. 2015.

Embora existam trabalhos que citem que Lindman como o pioneiro ao descrever, em 1900, a vegetação do rebordo do Planalto Meridional o real pioneiro a ser citado é Gustav Malme (KILCA, R. V.; LONGHI, S. J., 2011). Das mais de 100 publicações de Malme, 56 se referem à flora do Rio Grande do Sul (BAPTISTA, 1996, p. 103). As famílias Aristolochiaceae, Fabaceae (leguminosas), Asclepiadaceae (asclepias), Apocynaceae (peroba, por exemplo), Asteraceae (Compostas) e Xyridaceae (“sempre-vivas”), foram estudadas com maior detalhe, sendo que a descrição das famílias duas últimas citadas foram publicadas antes do ano de 1900 (1896 e 1899, respectivamente). Também publicou em 1898 e 1899 dois herbários Regnellianos com espécies encontradas no rebordo e nos campos do Rio Grande do Sul, além de outros publicados no século XX.

Malme identificou mais espécies do que os livros botânicos da época (*ibid.*, p. 104):

- a) Fabaceae: *Flora Brasiliensis*: 112 espécies; Malme: 153 espécies;
- b) Asclepiadaceae: *Prodomus*: 16 espécies; Malme: 51 espécies;
- c) Apocynaceae: *Flora Brasiliensis*: 9 espécies; Malme: 12 espécies;
- d) Apiaceae (anis): *Flora Brasiliensis*: 16 espécies; Malme: 28 espécies.

As famílias e espécies citadas acima representam herbáceas e arbustos, porém Santa Maria não é concebida somente pelo bioma dos campos, o Pampa. A cidade também é representada pelo bioma Mata Atlântica. Este se divide em diferentes ecossistemas no Brasil, segundo o Decreto nº 750/1993: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual, Manguezais, Restingas e campos de altitude associados, brejos interioranos e encaves florestais da Região Nordeste (BRASIL, 1993). No Rio Grande do Sul encontra-se um dos maiores remanescentes de florestas estacionais do Brasil, as florestas estacionais das escarpas do Planalto Meridional (KILCA, R. V.; LONGHI, S. J., *op. cit.*, p. 57), apresentando diferentes níveis de fragmentação, podendo ser consideradas críticas à conservação da biodiversidade no Estado e país, devido à escassez de Unidades de Conservação.

Ao longo dos Rios Santa Maria, Ibicuí, Jacuí e outros afluentes do Uruguai, o estrato arbóreo é aberto em áreas em áreas frequentemente inundáveis da Formação Aluvial, que abarca os terraços aluviais na Depressão Central. Como a drenagem nessas áreas é lenta, esta unidade fitofisionômica possui algumas variações florísticas e estruturais. Assim, possuem uma formação quase que exclusiva dessas bacias: A Floresta Estacional Decidual Aluvial (IBGE, 2012) Esse estrato arbóreo aberto é frequentemente dominado por: *Erythrina crista-galli* (corticeira), *Salix humboldtiana* (salseiro, exótico), *Syagrus romanzoffiana* (jerivá), *Sapium glandulatum* (pau-leiteiro) (KLEIN, 1984 *apud* FARIAS *et al.*, 1994, p. 114), *Sebastiania commersoniana* (branquilho), *Inga uruguensis* (ingá) (IBGE, 2012) (Fig. 27).



Figura 27 - Espécies do estrato arbóreo aberto da Depressão Central do Rio Grande do Sul, formação aluvial da Floresta Estacional Decidual.

Fonte: Adaptado de: 1) SCIPIONI, M.C. - Herbário Florestal da UFSM (c2014). 2) SOUZA, F. F. - "Flora Digital" da UFRGS (2011). Outra: Domínio Público.

O Rebordo do Planalto, quando considerado o trecho Santa Maria - Porto Alegre, é encontrado na forma de um corredor ecológico em grande escala, pois é diferenciado da matriz em ambos os lados entre a Floresta Ombrófila Mista (Floresta-de-Araucária) do Planalto Meridional e a Estepe (Campos Gaúchos) (IBGE, 2012). Há muita variação florística entre trechos de florestas e é o potencial ecológico e econômico das espécies florestais é alto. Porém, grande carência da fiscalização em áreas protegidas e implantação de Unidades de Conservação colocam os remanescentes em perigo.

Na região de Santa Maria, a cobertura vegetal do rebordo é classificada dentro do bioma como a tipologia Floresta Estacional Decidual (formação submontana e montana), tendo em vista que mais de 50% das árvores do estrato superior perdem as folhas na época desfavorável (IBGE, 2012). Esta é gradativamente dissociada em capões de diversos tamanhos e, apesar de apresentar grandes remanescentes ao norte da cidade, encontra-se fortemente ameaçada pelo desenvolvimento urbano e rural.

Porém, foi Klein (1983 *apud* KILCA, R. V.; LONGHI, S. J., 2011, p. 57) quem realizou as primeiras listas a respeito da composição e diversidade de espécies arbóreas em ampla escala no rebordo. Revelando detalhes sobre quais espécies ocupam cada estrato florestal vertical (emergente, contínuo, das arvoetas, arbustivo e herbáceo), relacionou os subtipos de floresta com a sua ocorrência no ambiente (floresta de terras baixas, aluvial, submontana ou montana) e quais prováveis relações fitogeográficas dessas com as principais províncias florísticas do estado. Klein descreveu de maneira mais detalhada que Lindman a abrangência do rebordo do Planalto Meridional, que iniciaria no estado desde o Rio Uruguai, passando por grande parte da Depressão Central e nos vales dos rios Vacacaí, Taquari, Caí,

Sinos até encontrar a Floresta Atlântica que cobre o leste do rebordo. Posteriormente, outros estudos comprovaram a hipótese da predominância da província fitogeográfica estacional na região das escarpas do Planalto Meridional, onde Santa Maria está situada²³ (KILCA, R. V.; LONGHI, S. J., *op. cit.* p. 57).

Para destacar a relevância em nível de biodiversidade vegetal do rebordo do Planalto Meridional, diversos estudos vêm demonstrando elevados índices de riqueza florística para as florestas estacionais decíduais da região. O estudo de Kilca e Longhi (2011) revelou que somente em 10 hectares (100 mil m²) de florestas localizadas em ambientes de encosta, podem ser encontradas 168 espécies florestais. Com esses dados, verifica-se que as florestas estacionais do rebordo podem abrigar cerca de 30% das 516 espécies arbóreas listadas para o Rio Grande do Sul (OLIVEIRA-FILHO, 2014).

No estudo de Kilca e Longhi (2011), que caracterizou dez fragmentos de florestas estacionais subtropicais secundárias da região do rebordo e imediações do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul em cidades vizinhas à Santa Maria, pode-se contar com uma caracterização dos exemplares de espécies florestais, presumivelmente, dos remanescentes do município. Os grupos taxonômicos que caracterizam a área de estudo do autor foram variados, porém os de maior representatividade foram das famílias Fabaceae, Myrtaceae, Sapindaceae, Asteraceae, Rutaceae e os gêneros com mais número de espécies foram *Eugenia* (pintagueira e uvaia) e *Cordia* (louros). As espécies mais frequentes, ou seja, com maior número de indivíduos na região foram *Nectandra megapotamica* (canela-preta), *Cupania vernalis* (camboatá vermelho), *Trichilia clausenii* (catiguá-vermelho) e *Allophylus edulis* (chal-chal) (Fig. 28) (*ibid.*, p. 61).

²³ Santa Maria está situada no portal sudoeste da escarpa erosiva do Planalto Meridional Brasileiro. A escarpa ao leste, nordeste e norte do Rio Grande do Sul é falhada e possui dissecações mais elevadas e salientes.

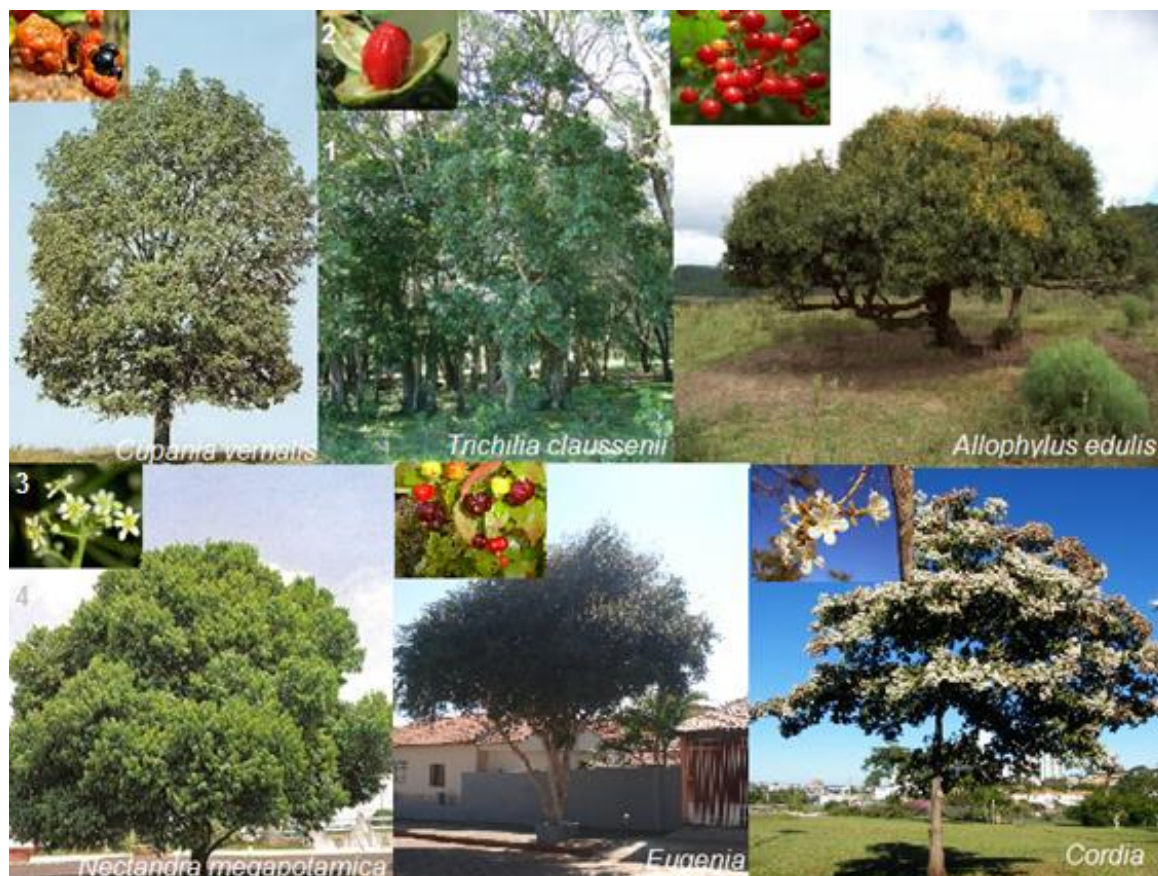


Figura 28 - Principais espécies de porte arbustivo/arbóreo encontradas na Floresta Estacional Decidual submontana e montana em estudo em cidades vizinhas à Santa Maria. Destaque de seus frutos ou flores no canto superior esquerdo de cada foto, pelos quais são reconhecidas, além do porte.

Fonte: Adaptado de: 1) Herbário florestal UFSM (c2014); 2) BORDIGNON, S. A. L. em "Flora Digital" da UFRGS (2012); Arquivos pessoais de: 3) ROHWER, J. G. (2011); 4) CÂNOVAS, A. (c2014); Outras: imagens de domínio público.

Também foram realizados alguns estudos de caracterização da Floresta Estacional Decidual dentro da cidade de Santa Maria. Farias *et al.* (1994) realizou um inventário da floresta do Morro do Campo de Instrução de Santa Maria (CISM), Boca do Monte, datando somente espécies com circunferência à altura do peito (CAP) maior que 30 cm. O estudo de Longhi *et al.* (1999) foi realizado em um pequeno fragmento florestal no distrito de Pains, porém como não havia restrição de CAP obteve mais espécies datadas.

Em Farias *et al.* (1994), foram encontradas 51 espécies vegetais em 40 ha (400 mil m²) de área amostral montana, distribuídas em 45 gêneros e 26 famílias. As famílias Sapindaceae, Myrtaceae, Meliaceae, Lauraceae e Flacourtiaceae foram as mais representantes da composição florística da área, totalizando 20 espécies lenhosas e representando 33% e 40% das espécies, respectivamente (*ibid.*, p. 116). Levando em consideração o índice de valor de importância das espécies dentro da

área amostral (IVI), determina-se como principal espécie a *Cupania vernalis* (camboatá-vermelho). Somadas a esta espécie, tanto no alto valor de densidade quanto no IVI, estão *Nectandra megapotamica* (canela-preta), *Trichilia claussoni* (catiguá-vermelho), *Myrcianthes pungens* (guabijú), *Matayba elaeagnoides* (camboatá-branco), *Patagonula americana* (*Cordia*) (guajuvira) e *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), totalizando 45,38% do IVI total.

Este resultado difere significativamente do estudo de Longhi *et al.* (1999) realizado em um fragmento florestal também de Santa Maria, porém em Pains, no outro extremo da cidade, mais próximo à região do rebordo do Planalto, com área amostral de somente 0,36 ha (3600 m²). Neste, foram datadas 79 espécies arbóreas e arbustivas pertencentes a 56 gêneros, distribuídas em 32 famílias botânicas. Entre as 32 famílias encontradas, as mais bem representadas quanto ao número de indivíduos não coincidem com as do estudo de Farias *et al.* (1994), com exceção de Flacourtiaceae, sendo as outras: Rutaceae, Rubiaceae e Myrsinaceae, que somaram 55,6% do total de indivíduos. Rutaceae possui 95% dos indivíduos pertencentes à espécie *Helietta apiculata* (canela-veado), a qual apresenta uma grande densidade no local estudado, além de um alto valor de importância. Somadas a esta espécie, com relação ao valor de importância, se destacam também *Casearia sylvestris* (carvalhinho), *Faramea marginata* (pimenteira), *Myrsine umbellata* (capororocão), *Chomelia obtusa* (viuvinha), *Cabralea canjerana* (canjerana) e *Patagonula americana* (guajuvira) (a única coincidente com o estudo de FARIAS *et al.*, 2009), somando 45,7% do IVI. (*ibid.*, p. 123).

A altura máxima de uma árvore observada no fragmento de floresta estacional decidual de Santa Maria estudado por Longhi *et al.* (1999) foi de 22 m e a mínima foi de 3,5 m. Porém a média da altura desses indivíduos encontra-se em 9,4 m (*ibid.*, p. 26).

Observando o perfil longitudinal da Floresta Estacional Decidual, ou seja, segundo a altura, podem-se definir três estratos verticais: inferior, médio e superior. No estrato inferior, dominado por espécies típicas de sub-bosque as mais frequentes são *Faramea marginata* (pimenteira), *Chomelia obtusa* (viuvinha), *Psychotria leiocarpa* (cafeeiro-do-mato) (Fig. 29) (LONGHI *et al.*, 1999) e *Cupania vernalis* (camboatá-vermelho) (FARIAS *et al.*, 1994).



Figura 29 - Espécies herbáceas, arbóreas e arbustivas dos estratos inferior, superior e médio de Floresta Estacional Decidual montana datadas através de estudos realizados em fragmentos florestais de Santa Maria.

Fonte: Adaptado de: 1 e 2) CEAPLA/IGCE/UNESP (c2014); Arquivos pessoais de: 3) GARCÍA, M. (c2014); 4) PERSON, G. (2014).

Segundo estudos de Klein (1984 *apud* FARIAS et al., 1994), Farias *et al.* (1994), Longhi *et al.* (1999) e Kilca e Longhi (2011) realizados na região de Santa Maria, são encontradas como principais espécies do estrato superior ou emergentes do dossel da Floresta Estacional Decidual: *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Nectandra magapotamica* (canela-preta), *Patagonula americana* (guajuvira), *Parapiptadenia rigida* (acácia angico), *Ruprechtia laxiflora* (marmeleiro-do-mato), *Cupania vernalis* (amboatá vermelho), *Helieta apiculata* (canela-veado) (Fig. 29).

No estrato arbustivo ou médio, são encontrados indivíduos jovens das espécies de maior porte e algumas arvoretas como: *Sebastiania brasiliensis*

(leiterinho), *Phyllanthus sellowianus* (sarandi), *Pouteria salicifolia* (mata-olho), *Bambusa trinii* (taquara), (KLEIN, 1984 *apud* FARIAS *et al.*, 1994), *Casearia sylvestris* (carvalhinho) (KLEIN, 1984 *apud* FARIAS *et al.*, 1994; LONGHI, 1999), *Helietta apiculata* (canela-veado), *Myrsine umbellata* (capororocão), *Cabralea canjerana* (canjerana) (LONGHI *et al.*, 1999) (Fig. 29) e *Cupania vernalis* (camboatá-vermelho) (FARIAS *et al.*, 1999, p. 127).

Atualmente, as condições para o avanço da floresta atlântica para áreas campestres (anteriormente pertencentes ao bioma Mata Atlântica) em Santa Maria seriam extremamente favoráveis devido ao clima úmido no Rio Grande do Sul, onde taxas de precipitação são maiores que de evapotranspiração. Assim, se considerarmos os efeitos da cobertura arbórea sobre o balanço hídrico, a retenção hidrológica é maior, portanto proporciona condições favoráveis do solo ao avanço de manchas existentes de mata sobre áreas perturbadas, anteriormente pertencentes à tipologia de Floresta Estacional Decidual (LINDMAN, 1906 *apud* PILLAR, V. P.; BOLDRINI, I. I., 1996, p. 92). Portanto, se houvesse isolamento destes locais perturbados entre dois fragmentos florestais deixando uma margem larga para controlar o efeito de borda e impedindo o avanço de áreas agrícolas ou de plantações exóticas, estes fragmentos se tornariam um só.

Isso se daria somente através da evolução de estágios sucessionais da vegetação que poderiam durar alguns anos ou mesmo décadas. Se essas áreas forem devidamente isoladas, espera-se um resultado mais rápido quanto à recuperação natural destas. Porém, também há possibilidade de enriquecimento biológico com espécies nativas para uma recuperação mais rápida do habitat a partir do segundo estágio sucessionais.

Considerando a pressão e ameaça que as florestas estacionais estão sofrendo na América do Sul, o fato de existirem grandes áreas remanescentes dessa vegetação no rebordo do Planalto Meridional ameaçadas por antropização não deve ser ignorado. Devido à falta de política de conservação para a região do Rebordo do Planalto, não só em Santa Maria, medidas urgentes devem ser elaboradas, como planejamento e criação de Unidades de Conservação, pois são muito escassas e fiscalização de Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais. Com isso, crê-se pertinente e necessária a implantação de medidas concretas para a proteção das florestas remanescentes do bioma Mata Atlântica pelos legisladores e tomadores de decisão da região.

4.3.2 A Fauna de Santa Maria

A fauna do município de Santa Maria vem sendo estudada, principalmente por pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal do Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria. Estes estudos envolvem tanto vertebrados como invertebrados e tem cunho sistemático, biológico, ecológico e comportamental, cujos resultados auxiliam na sistematização de informações sobre a fauna da cidade, podendo ser utilizados para o auxílio de sua preservação.

Para a manutenção dos ciclos biológicos de espécies tanto vegetais, quanto animais aquáticos ou terrestres, todos os taxos tem importâncias igualitárias, desde o menor vertebrado, ao maior mamífero. Para a compreensão de o porquê de a vegetação e cursos d'água serem preservados, deve-se compreender a dinâmica biológica que acontecem nesses locais e, principalmente, caracterizar e datar quais espécies habitam ali. Deste modo, é realizada, a seguir, uma breve caracterização da fauna de Santa Maria, citando exemplares de crustáceos, moluscos, lepidópteros, peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos.

Na região de Santa Maria, os crustáceos mais comuns e mais facilmente encontrados são os lagostins, caranguejos verdadeiros (braquiúros), caranguejos eglídeos (anomuros) e tatuzinhos-de-jardim (CECHIN *et al.*, 2009, p. 115). Entre os principais crustáceos decápodes de Santa Maria estão as espécies *Parastacus brasiliensis* (lagostim-de-água-doce), *Aegla longirostri* e *Trichodactylus panoplus* (caranguejo-de-água-doce) e na região são encontradas duas espécies principais de tatuzinhos que vivem no pátio de residências, como *Armadillidium vulgare* (Fig. 30) e *Balloniscus sellowii* (*ibid.*, p. 117).



Figura 30 - Decápodes (imagens da parte superior da montagem) e tatuzinho-de-jardim como representante terrestre dos crustáceos de Santa Maria.

Fonte: Adaptado de: 1) Arquivo pessoal de FOLINI, F. (2006); Outras: domínio público ou *copyright* na imagem.

A malacofauna aquática da cidade também é diversificada, em virtude da localização do município, área de “contato” entre duas bacias hidrográficas: a Bacia do Rio Uruguai e a Bacia do Rio Jacuí. Um estudo feito no Rio Ibicuí-Mirim (bacia do rio Uruguai) nos arredores de Santa Maria, fez levantamento de 31 espécies (INDRUZIAK, 1983 *apud* CECHIN, 2009, p. 118) e outro estudo feito na Bacia do Rio Jacuí, também nas proximidades do município, 22 espécies de moluscos aquáticos foram datadas (KOTZIAN *et al.*, 2002 *apud* CECHIN, 2009, p. 118), porém a diversidade de moluscos terrestres na região ainda é pouco conhecida (CECHIN, 2009, p. 118). Nos rios e riachos de Santa Maria, os caracóis mais comuns são os pequenos *Potamolithus* (caramujos) e entre os bivalves, os mexilhões de água doce surgem nas áreas mais baixas dos rios e todos os citados no estudo de Chechin *et al.* (2009) encontram-se ameaçados de extinção, sendo que a espécie *Cyanocyclas limosa* (Fig. 31), antes comum no estado, encontra-se cada vez mais raramente,

pois está sendo expulsa pela espécie bivalve invasora asiática *Corbicula flumínea* (*ibid.*, p. 119).

Em açudes e charcos de Santa Maria o gênero de caracol mais frequente é o *Biomphalaria*, pois os indivíduos adultos dessa espécie tem capacidade de resistência a períodos prolongados de dessecação e variação extrema de temperatura, sendo muito frequente na cidade esta última situação. Os bivalves, raramente, são encontrados em açudes e charcos, mas dentre as espécies mais comuns, está *Pisidium punctiferum* e, mais raros ainda neste tipo de ambiente, estão os mexilhões de água doce (*ibid.*, p. 120).

Os moluscos terrestres, mais ativos em períodos úmidos, ocorrem em árvores ou outras superfícies verticais e os gêneros mais comuns na região são *Drymaeus* e *Simpulopsis* e nos jardins de residências em Santa Maria é comum deparar-se com uma espécie grande e exótica de um caracol preto chamada *Helix aspersa*, mais conhecida como escargot (*ibid.*, p. 121).



Figura 31 - Algumas espécies da malacofauna datada em Santa Maria.

Fonte: Adaptado de: 1) Arquivo pessoal de POPOVKIN, A. (2010); Outras: domínio público ou *copyright* na imagem.

Em relação a borboletas e mariposas, insetos da Ordem Lepidoptera, das 146.227 descritas até o ano de 2009, já foram identificadas no Brasil, até este ano citado, 3.268 espécimes (BROWN Jr., K. S.; FREITAS, A. V. L., 1999 *apud* CECHIN, *op. cit.*, p.123). No Rio Grande do Sul, existe uma estimativa mínima atualizada de 476 espécies, sendo que Santa Maria está bem representada na ordem dos lepidópteros, pois 200 espécies, ou seja, cerca de 50% desse número, são encontradas na cidade (SACKIS, G. D.; MORAIS, A. B. B., 2008 *apud* CECHIN, *op. cit.*, p. 123).

As espécies de borboletas mais comuns em Santa Maria são, segundo Brown Jr. (*op. cit.*):

a) *Dryas iulia alcionea* (fogo-no-ar): voa rápido, a média altura e vive em bordas de floresta perturbada, podendo ser vista em vários outros tipos de habitats;

b) *Junonia evarete* (olho de pavão diurno): agressiva, vôo baixo e rápido, vive em lugares secos, abertos e ensolarados;

c) *Anartia amathea roeselia* (alemão): encontrada em lugares úmidos, brejosos e sombrios ou, até mesmo, perturbados pelo homem;

d) *Phoebis philea philea* (gema): seus adultos são migratórios e podem agrupar-se à beira de poças d'água ou riachos, em busca de água e sais minerais;

e) *Heraclides thoas brasiliensis* (grande caixão de defunto, espia só, papílio): generalista, vive praticamente em todo tipo de habitat, desde matas até regiões abertas e ambientes perturbados;

f) *Pyrgus orcus* (xadrezinho): comum em campos, lugares abertos ou perturbados;

g) *Morpho aega aega* (telão de seda azul, seda azul, corcovado, azulão): porte grande, vôo ondulante, encontradas em caminhos mais estreitos e sombreados ou em trilhas, característicos dos morros de Santa Maria. Apesar de não ser considerada como espécie ameaçada de extinção, pela coloração azul metálica das asas dos machos, acabam sendo caçadas para confecção de bijuterias e objetos de artesanato (Fig. 32).



Figura 32 - Espécies de Lepidópteras mais comuns do município de Santa Maria.

Fonte: Adaptado de: Arquivos pessoais de: 1) SMITH, P. (2008); 2) WOEHL JR., G. (2006); Outras: *copyright* na imagem.

Com relação à ictiofauna de Santa Maria, pode-se afirmar que o município abriga, no mínimo, 75 espécies e, se considerarmos carpas (capim, cabeça-grande, prateada, húngara) e a tilápia-do-nilo, que frequentemente escapam de tanques de piscicultura e açudes, esse número chega a 80 espécies (CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 127). No estado gaúcho há 28 espécies datadas como ameaçadas de extinção (REIS, R., 2003 *apud* CECHIN, *op. cit.*, p. 127), sendo que três delas já foram encontradas em Santa Maria ou áreas limítrofes: *Salminus brasiliensis* (dourado) e os “peixes-anuais” *Austrolebias ibicuiensis* e *A. cyaneus* (CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 127).

As espécies de peixes de água doce mais comuns na região são:

a) *Hoplias malabaricus* (traíra): prefere ambientes de águas paradas, tem como principal alimentação outros peixes, que podem chegar à metade do seu tamanho (MENEZES *et al.*, 2007 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 127);

b) *Austrolebias ibicuiensis* (peixe-anual): sua categoria de ameaça no Rio Grande do Sul é “criticamente em perigo”. Recebe este nome usual por suas ovas sobreviverem à estação seca e, portanto, só aparecem

novamente quando tem água. A alteração do seu habitat com a drenagem de banhados e várzeas em lavouras são fatores preocupantes para a conservação da espécie (REIS, R., 2003) *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 128);

c) *Rhamdia quelen* (jundiá): peixe de couro, não possui escamas e adapta-se tanto em águas lóxicas como lânticas. Sua alimentação é onívora com tendência à carnívora, consumindo peixes, crustáceos, insetos e moluscos (Fig. 33) (BALDISSEROTTO, 2004 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 129);

d) *Astyanax jacuhiensis* (lambari, lambari-do-rabo-amarelo): são sensíveis a baixo teor de oxigênio dissolvido, portanto, são importantes bioindicadores da qualidade da água. Alimentam-se, preferencialmente, de insetos e são os principais itens da dieta de muitos dos peixes carnívoros, constituindo grande importância ecológica como elo intermediário da cadeia alimentar aquática (GARUTTI, 2003 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 129).

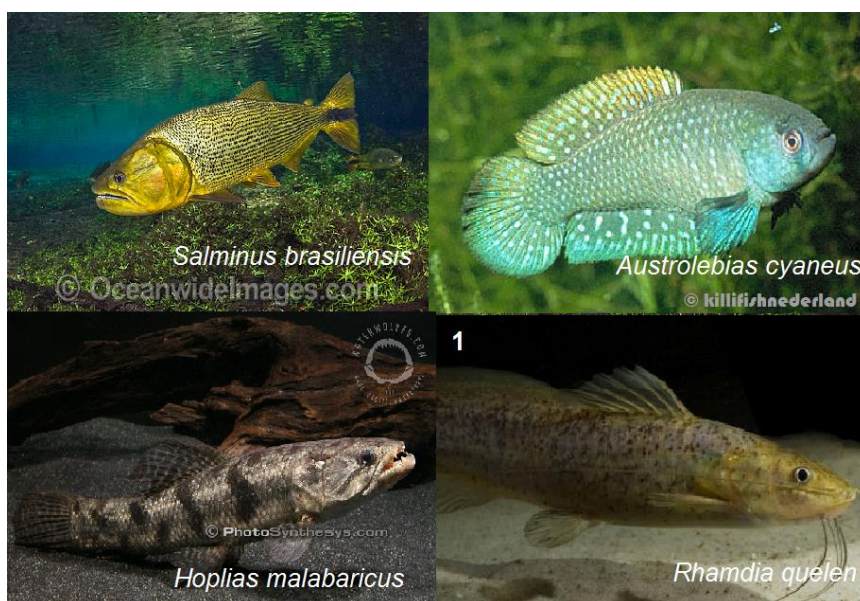


Figura 33 - Algumas espécies representantes da ictiofauna de Santa Maria.

Fonte: Adaptado de: 1) Arquivo pessoal de RICHTER, E. (2010); Outras: *copyright* na imagem.

No Rio Grande do Sul, há aproximadamente 81 espécies de anfíbios, dentre as quais duas espécies de cecílias (uma terrestre e fossorial e outra aquática), 79 de anuros (sapos, rãs e pererecas), mas há estimativas de que esse número está subestimado e que pode passar uma centena de espécie no estado. Já, nos municípios da Quarta Colônia Italiana, foram registradas 23 espécies de anuros

(CECHIN *et al.*, 2002 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 130), no município de Itaara, 18 (BOTH *et al.*, 2008 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 130) e no campus da UFSM de Santa Maria, 25 espécies (SANTOS *et al.*, 2008 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 131).

Hoje, com a interferência em massa do homem sobre a natureza, existem relatos de declínio e extinção de anfíbios em diversos lugares do mundo e cerca de um terço das espécies destes se encontram em alguma categoria de ameaça (*ibid.*, p. 133). Essa interferência se dá através de vários fatores como: introdução de espécies exóticas, destruição dos habitats, poluição e baixa qualidade d'água, dentre outros.

O Laboratório de Herpetologia de Santa Maria também realiza estudos com a espécie de anfíbio invasora *Lithobates catesbeianus*, a rã touro, veraz predadora de outras espécies nativas de anuros ocorrentes na região, que acabam sendo prejudicados tanto pela predação quanto pela ocupação territorial. Essa rã é originária da América do Norte e foi trazida ao Brasil com o intuito de comercialização de sua carne e, devido ao fracasso de alguns criadores, foram soltas na natureza. Se adaptou bem ao clima e diferentes tipos de bioma, sendo espécie praga atualmente, se alimentando de cerca de dez espécies de indivíduos nativas (BOELTER, R. A; CECHIN, S. T. Z., 2007 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 132), sendo praticamente impossível sua erradicação atualmente, o que torna-se uma situação preocupante.

Cechin *et al.* (2009) desataca outras duas espécies, porém nativas, presentes em Santa Maria, pela sua interessante história:

a) *Leptodactylus ocellatus* (rã manteiga): são comuns em açudes e, à aproximação humana, costumam mergulhar com um salto na água, causando um ruído bem audível. Esta espécie era muito caçada para consumo de sua carne, no passado e ocorrem em ambientes lênticos;

b) *Phyllomedusa iheringii* (perereca verde): de coloração verde-alface, partes internas das coxas com cores brilhantes, laranja e branco, arborícula, de hábito escalador ao invés de saltador. É uma espécie venenosa, que produz secreções tóxicas bem ativas na pele. Possui baixa densidade populacional e sofre com a exploração do tráfico de animais, devido à sua beleza (Fig. 34).



Figura 34 - Anfíbios presentes no município de Santa Maria.

Fonte: Adaptado de imagens de domínio público.

Quando se fala de répteis, deve-se lembrar de que existem em ambientes aquáticos dulcícolas, marinhos e terrestres, vivendo desde florestas tropicais. O grupo é extremamente diversificado, formado por anfisbenas (170 espécies), tuataras (2 espécies), tartarugas (300 espécies), crocodilianos (23 espécies), lagartos (5.100 espécies) e serpentes (3.200 espécies) (POUGH *et al.*, 2004 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 134). O Brasil ocupa o terceiro lugar no mundo, abrigando 708 espécies répteis (SOCIEDADE BRASILEIRA DE HERPETOLOGIA, 2009 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 134), sendo que 111 delas são encontradas no Rio Grande do Sul (DI-BERNARDO *et al.*, 2003 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 134) e 39 foram datadas em Santa Maria (CECHIN, 2002 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 134), porém os dados da cidade estão desatualizados, já que já foram datadas mais de setenta espécies de serpentes no município.

Nessa região, especialmente no verão, é possível avistar com maior facilidade alguns exemplares de répteis como, por exemplo, o jacaré do papo amarelo (*Caiman latirostris*) em margens de açudes e lagos, fazendo sua termorregulação. Sua alimentação é, principalmente, à base de peixes e costuma fugir à aproximação humana, porém, sofre com a caça ilegal (CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 135).

Ainda nos ambientes aquáticos, é comum avistar duas espécies de tartaruga: a tigre d'água (*Trachemys dorbigni*), nativa do sul do Brasil e a tartaruga de orelha vermelha (*T. scripta elegans*), espécie norte-americana introduzida no Brasil como animal de estimação e indevidamente introduzida no meio ambiente por proprietários descontentes. O cágado *Hydromedusa tectifera* também é muito comum na cidade, porém é pouco visto por ter seu hábito noturno e por ficar enterrado no fundo de cursos d'água no inverno (*ibidem*).

A partir de setembro, é comum encontrar nos campos e em áreas peridomiciliares o lagarto teiú (*Tupinambis merianae*), pois é o mês que sai da hibernação, permanecendo ativo até maio (WINCK, G. R.; CECHIN, S. T. Z., 2008 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 135). Outro lagarto comum nos campos, mas de menor porte e coloração verde brilhante é o teju verde (*Teius oculatus*). Em qualquer época do ano, em afloramentos areníticos da região, pode ser visto o lagarto conhecido como calango (*Tropidurus torquatus*), alimentando-se de artrópodes, vegetais e exibindo comportamentos sociais, devido ao seu forte hábito territorialista.

Um caso curioso é o da lagartixa-listrada (*Cercosaura ocellata petersi*), que foi descrito em 1952 na região e foi reencontrado também somente em Santa Maria em 2005 (SANTOS *et al.*, 2005 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 136). Além das espécies nativas, há também a lagartixa das casas (*Hemidactylus mabouia*) (Fig. 35), de origem africana, possuindo hábitos noturnos, não causa mal algum ao homem, alimentando-se somente de insetos atraídos pelas luzes (CECHIN, *op. cit.*, p. 136).



Figura 35 - Reptilianos nativos de Santa Maria com exceção das duas espécies da direita da última linha da figura, que são exóticas.

Fonte: Adaptado de: Arquivo pessoal de: 1) FORREQUE, G. (2012); Laboratório de Herpetologia da UFRGS; 2) BORGES-MARTINS, M. (2007); Outras: domínio público ou *copyright* na imagem.

No entanto, os répteis com mais representatividade no quadro de espécies reptilianas em Santa Maria são as serpentes, sendo registradas 73 espécies na cidade (SANTOS *et al.*, 2005 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 136). Como resultado da transição entre dois biomas, a Mata Atlântica e o Pampa, a diversidade destas é muito alta, sendo que foram registradas 30 espécies quando a amostragem foi feita em ambientes de mata e campo (CECHIN, 2002 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 136), 25 espécies quando amostrados ambientes antropizados (SANTOS *et al.*, 2005 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 136) e 20 em campos de pastagem e lavoura (WINK *et al.*, 2007 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 136).

De todas as espécies encontradas na região, apenas quatro são peçonhentas e podem representar perigo ao homem. São estas, sendo Cechin *et al.* (2009):

- a) *Micrurus altirostris* (coral verdadeira): hábito criptozoico, alimentação baseada em anfisbenas, outras serpentes e largartos;
- b) *Bothrops alternatus* (cruzeira ou urutu): hábito rastejante terrestre, mais comum em campos e se alimentam, principalmente, de roedores;
- c) *B. jararaca* (jararaca verdadeira): hábito rastejante terrestre e se alimenta, principalmente de roedores, porém é mais comum em habitats florestados;
- d) *B. pubescens* (jararaca pintada): entre as três *Bothrops* da região é a de menor porte, hábito rastejante terrestre e comum em habitats florestados.

Entre outras espécies de serpentes encontradas em Santa Maria, porém não peçonhentas, há a *Liophis poecilogyrus* (cobra-verde ou de capim), habitualmente encontrada perto de corpos d'água, onde se alimenta de anfíbios, porém pode ser encontrada em áreas bem perturbadas pelo homem. Outra espécie é a *Pseudablabes agassizii* (papa-aranha) (Fig. 36), que tem hábito criptozoico, alimenta-se principalmente de aranhas e só está presente em áreas de campo conservadas, podendo ser considerada uma espécie bioindicadora de qualidade ambiental (WINK, 2007 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 137).



Figura 36 - Serpentes mais usualmente encontradas em Santa Maria.

Fonte: Adaptado de: Laboratório de Herpetologia da UFRGS: 1) e 3) BORGES-MARTINS, M. (2007); Arquivo pessoal de: 2) LOEBMANN, D. (2006); Outras: domínio público ou *copyright* na imagem.

Com relação à avifauna, o Brasil é o terceiro país em diversidade desse grupo no mundo (atrás, somente, da Colômbia e Peru) (SICK, 1997 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 140), sendo que na época do descobrimento, o Brasil foi chamado de “terra das aves”. Isto ocorre devido à enorme heterogeneidade de ecossistemas favoráveis para essa diversidade, no entanto, não os preserva corretamente, gerando muitas ameaças às espécies da avifauna brasileira. Segundo dados de 2014 da União Nacional para a Conservação da Natureza (IUCN), das 1.373 espécies e ameaçadas de extinção no mundo, 164 encontram-se no Brasil (IUCN, 2014), sendo duas já extintas na natureza: o mutum-do-nordeste (*Mitu mitu*) e a ariranha-azul (*Cyanopsitta spixii*) (Fig. 37). São estimadas entre 1797 e 1801 espécies de aves no país, representando o equivalente a 57% das aves da América do Sul (*ibid.*, p. 138) e 20% das 9.000 espécies existentes a nível global (CRBO, 2007 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 137).



Figura 37 - Espécies de aves brasileiras extintas na natureza, porém ainda conservadas em cativeiros.

Fonte: Adaptado de: 1) Museu de Zoologia da USP: DIAS, M. C. (c2014); Outra: *copyright* na imagem.

O Rio Grande do Sul abriga 624 espécies (BENCKE, 2001 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 138), sendo um terço deste número encontrado em Santa Maria, que, através de *check lists* foram registradas 251 espécies de aves (CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 138). A cidade, por se encontrar em uma região ecótona de campos limpos, banhados, matas ciliares e de encosta, possui diversidade na avifauna tanto em tamanho - por exemplo, a ema (*Rhea americana*) e o beija-flor-de-topete (*Stephanoxis lalandi*) -, forma - como o colheireiro (*Platalea ajaja*) - e cor - como o tucano-do-bico-verde (*Ramphastos dicolorus*). Além disso, abriga 40 espécies que migram do sul no período de primavera e verão, construindo seus ninhos aqui nessa época do ano (BELTON, 2003 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 139).

As aves são extremamente fundamentais no equilíbrio do ecossistema, pois realizam a predação e dispersão de sementes, polinizam flores e participam ativamente do controle biológico de populações de outros animais, como serpentes, roedores e insetos. Porém, tanto a importância a áreas verdes como à esse grupo taxonômico não é dada devidamente, causando diversas ameaças à extinção de espécies. Ambientes florestais nativos e áreas de campo devem ser preservados na cidade para facilitar a reprodução de animais que estão nas listas de ameaçados de extinção como o papagaio-charão (*Amazona petrei*). Sem a preservação ou conservação dos ecossistemas ainda existentes no município, extinções regionais podem acontecer, como é o caso da arara-azul-pequena (*Anodorhynchus glaucus*), seja através da perda de habitat, como foi o caso do urubu-rei, papagaios e gaviões de grande porte, ou por caça predatória, como a jacupeba, jacutinga, macuco, pato-do-mato e perdigão (FONTANA *et al.*, 2001 *apud* CECHIN, *op. cit.*, p. 140).

Como espécies representativas dos principais ambientes do município de Santa Maria, temos, segundo Cechin *et al.* (2009):

a) *Cariama cristata* (seriema): plumagem cinza-amarelado, com finas riscas escuras, bico e pés vermelhos, não apresenta dimorfismo sexual, cauda comprida e pernas longas, atingindo 90 cm de comprimento e pesando até 1,4 kg. Adaptada a viver em campos, caçam gafanhotos, pequenos roedores e serpentes durante o dia e à noite empoleiram-se em

árvores de baixa altura, pondo de 2 a 4 ovos em ninhos localizados em galhos que podem chegar a 5 metros do chão;

b) *Chiroxiphia caudata* (tangará ou dançador): pássaro de porte pequeno (12 cm), machos azuis com cabeça preta e tope alaranjado e fêmeas verde-oliva. Encontrado no estrato baixo florestal (sub-bosque), alimenta-se de frutos e pequenos artrópodes e, recebe esse nome pois os machos realizam danças pré-nupciais a fim de atrair fêmeas para a cópula;

c) *Gallinula chloropus* (frango-d'água-comum): medindo cerca de 87 cm de comprimento, o adulto apresenta escudo facial vermelho, faixas brancas nos flancos, plumagem negra e patas amarelas, sendo os imaturos castanho-escuros com abdome mais claro, sem o escudete vermelho. Seus ninhos são feitos próximo à água, em vegetação densa, tendo de 5 a 8 filhotes e alimenta-se de grande variedade de material vegetal e pequenos animais aquáticos;

d) *Bulbulcus ibis* (garça-vaqueira): exótica, chegando na América no século XIX. Coloração branca que, em períodos de acasalamento, pode-se tingir de cores ferrugíneas e possui pés amarelos, característica que a distingue da garça-branca-pequena (*Egretta thula*) (pés pretos). Vive em áreas de campo, próximas ao pastoreio (Fig. 38).



Figura 38 - Na linha de cima, aves que chamam atenção presentes na cidade seja pelo tamanho, forma ou cor. Na linha de baixo, espécies mais comuns de se encontrar em Santa Maria.

Fonte: Adaptado de: Arquivos pessoais de: 1) PETTITT, M. (2008); 2) SANCHES, D. (2009); 3) BARKER, I. (2012); 4) NIZ, D. (2014); Outras: domínio público ou *copyright* na imagem.

A criação de Unidades de Conservação seria necessária à conservação de algumas espécies que tem distribuição fora de áreas protegidas (por exemplo, Áreas de Preservação Permanente de rios ou topos de morros), como muitas espécies de caboclinhos (*Sporophila*), que migram para os banhados do oeste do Rio Grande do Sul para nidificar²⁴. Além do fator “não-efetivação da proteção de áreas florestais”, o tráfico de animais silvestres, principalmente Passeriformes, é grande ameaça à sobrevivência destas aves, pois de cada 10 animais caçados para o tráfico, 9 morrem durante o transporte (REDFORD, 1992 apud CECHIN, *op. cit.*, p. 140), ou seja, 90% dos animais não conseguem resistir às condições em que é feito o tráfico.

Quanto à diversidade de mamíferos no Brasil, foram registradas 610 espécies terrestres e 41 espécies marinhas, a nível nacional (REIS *et al.*, 2006 apud CECHIN, *op. cit.*, p. 141). No Rio Grande do Sul, este número baixa para 121 espécies de mamíferos terrestres e, dentre estas, 46 encontram-se datadas na cidade de Santa Maria (CECHIN, *op. cit.*, p. 141). A mastofauna encontrada no município varia de média a pequena (CÁCERES *et al.*, 2007 apud CECHIN, *op. cit.*, p. 141), como pequenos roedores, marsupiais, gatos-do-mato, graxains-do-mato. Espécies de mamíferos de maior porte também são mais generalistas, ocorrendo não somente no Pampa, mas também mais ao norte do Brasil, em campos de planalto e Cerrado (*ibid.*, p. 142).

A conservação da mastofauna tanto a nível nacional, como estadual e municipal, segundo os critérios de ameaça do IBAMA e também segundo o nível de perturbação ambiental, não se encontra bem, principalmente no sul do Brasil. Das 61 espécies de mamíferos terrestres ameaçadas de extinção a âmbito nacional, 14 estão presentes no Rio Grande do Sul e duas se encontram em Santa Maria, que representam duas espécies de gato-do-mato (IBAMA, 2003 apud CECHIN, *op. cit.*, p. 142).

Deve-se salientar que, devido à forte pressão da expansão urbana e transformação dos ambientes naturais, muitas extinções locais ocorreram, levando a espécies mais sensíveis restringir sua ocorrência cada vez mais para o norte, onde ainda existem áreas maiores e mais preservadas e adequadas à sua sobrevivência. Espécies como anta, queixada e onça-pintada estão, atualmente, restritas ao norte do Rio Grande do Sul (como no Parque do Turvo), porém, até o século XX, estas

²⁴ Fazer o ninho, ou seja, reprodução.

espécies estavam presentes em grande parte do estado, incluindo Santa Maria. O pior caso local é o da ariranha, extinta em todo estado (CECHIN, *op. cit.*, p. 142).

Cechin *et al.* (2009) descreve quatro das espécies mais comuns no município:

a) *Didelphis albiventris* (gambá-da-orelha-branca, raposa): marsupial de pequeno porte, pensando de 1 a 2 kg, pelagem acinzentada ou enegrecida, ocorrendo tanto em ambientes florestais como campestres, podendo subir em árvores quando necessário. Os gambás se alimentam, literalmente, de tudo o que encontram, desde frutos, insetos ou pequenos vertebrados, até anfíbios, pequenas serpentes e roedores;

b) *Euphractus sexcinctus* (tatu-peludo, tatu-peba): ambientes campestres são mais favoráveis à espécie, ou plantações. Pelagem amarelada e mais densa que outros tatus, sendo que a carapaça do dorso possui seis cintas móveis. É onívoro, alimentando-se de tudo o que encontra no nível do solo, como raízes, insetos, frutos caídos e até mesmo carcaças de animais mortos;

c) *Cerdocyon thous* (graxaim-do-mato, cachorro-do-mato): canídeo mais comum nas regiões florestadas de Santa Maria. Pode ser confundido com o graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus*), menos avistado na região, que, como o nome já diz, é mais observado em áreas de campo e possui tons acastanhados e mais claros pelo corpo, enquanto o graxaim-do-mato apresenta patas enegrecidas. Ambas as espécies são onívoras, alimentando-se de frutos, invertebrados e pequenos vertebrados como anfíbios, aves e roedores;

d) *Conepatus chinga* (zorrilho, jaratataca, cangambá) (Fig. 39): pelagem negra em todo o corpo, tendo um par de listras brancas saindo de um “v” na cabeça passando por todas as costas, pesando de 2 a 4 kg. Carnívoro e, como principal característica, tem glândulas perianais que exalam um líquido malcheiroso muito forte, com função de espantar possíveis predadores ou competidores. Vivem principalmente no campo e são predadores de pequenos vertebrados, como aves e roedores, mas também se alimentam de frutos e insetos.



Figura 39 - Mamíferos silvestres datados em Santa Maria.

Fonte: Adaptado de: Arquivos pessoais de 1) HOBUS, V. (2010); 2) VÁSQUEZ, I. (2010); Outras: domínio público.

Como a região de Santa Maria é considerada área de “muito alta importância biológica” (HADDAD, C. F. B.; ABE, A., 2000 *apud* CECHIN *et al.*, *op. cit.*, p. 137), devem-se tomar mais cuidados e precauções quanto à destruição e descaracterização do habitat, que é a maior ameaça ao extermínio de indivíduos, causando declínios populacionais e extinção de espécies. Portanto, a realização de estudos visando a preservação de indivíduos, para uma maior caracterização biológica e ecológica de espécies e preservação e conservação de habitats é fundamental para a manutenção da diversidade biológica e conservação de uma cadeia trófica equilibrada.

4.4 Caracterização física, geológica e geomorfológica de Santa Maria

Localizada na região central do Rio Grande do Sul (Fig. 40), é caracterizada por se encontrar na transição entre duas províncias geomorfológicas: a Depressão

Periférica Sul-Rio-Grandense, onde correm os cursos principais das bacias dos Rios Jacuí e Ibicuí, e o Planalto Meridional Brasileiro, que obtém altitudes acima de 500 m. Devido ao encontro destas duas províncias, formou-se o chamado “Rebordo do Planalto”, área onde altas declividades são encontradas, porém, a dissecação dos morros deste não é muito acentuada. Conforme IBGE (2014), o município de Santa Maria/RS tem uma área total de 1788,1 Km² e possui cerca de 270 mil habitantes, sendo que 95% dessa população reside em área urbana.

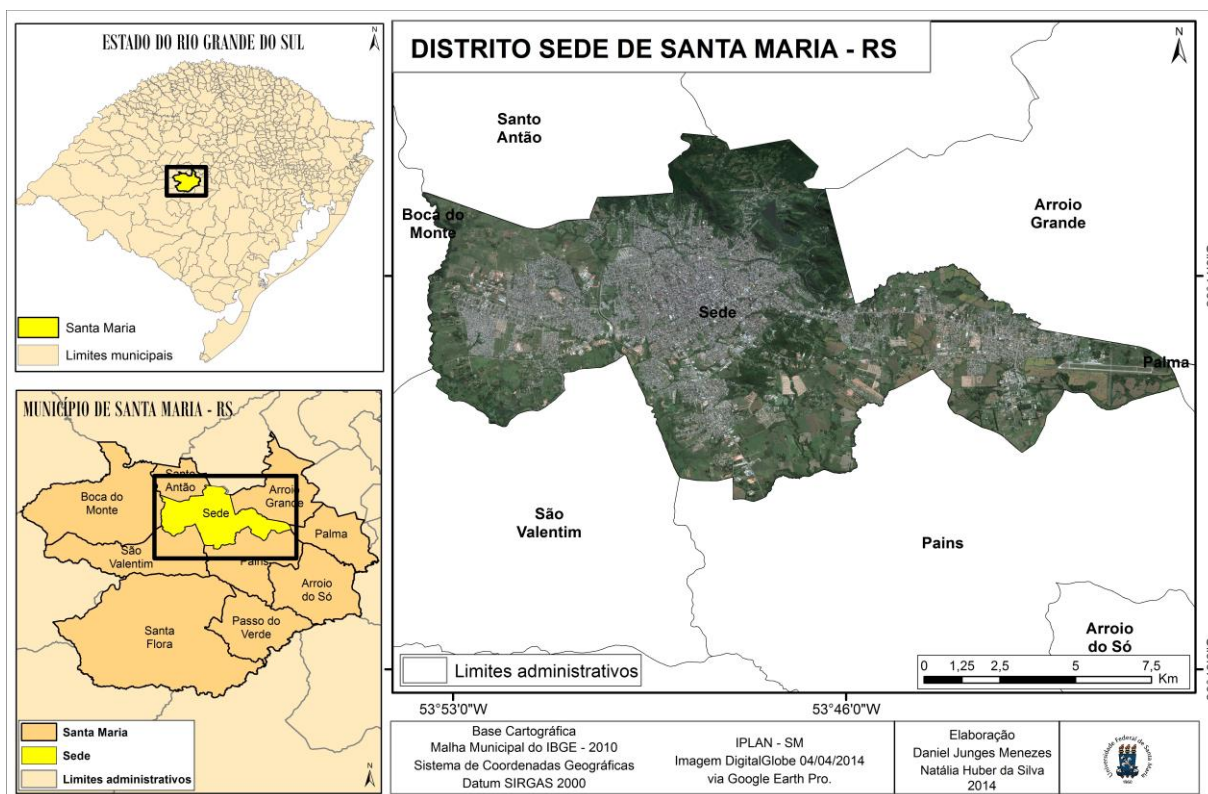


Figura 40 - Mapa de localização da área de estudo e seus limites.

Heldwein *et al.* (2009), descrevem que segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, ou seja, caracteriza-se como subtropical úmido com verões quentes e sem estação seca definida, pois, uma vez que a umidade relativa do ar é elevada durante todo o ano, acaba por condicionar um clima úmido com chuvas bem distribuídas durante todos os meses. Apesar disso, os autores destacam que em razão da continentalidade e baixa altitude, Santa Maria é considerada uma das cidades mais quentes do estado do Rio Grande do Sul.

Sartori (2009) identifica, geomorfologicamente, que Santa Maria está inserida na unidade morfoestrutural da Bacia do Paraná. O autor também ressalva a transição de sequência sedimentar de camadas vermelhas com derrames de lava

subsequentes, o que possibilitou a formação de duas unidades morfoesculturais diferentes: a Depressão Periférica e a Serra Geral (Fig. 41).



Figura 41 - Morro Cechella destacado ao centro da imagem e, à sua frente, a Barragem DNOS. Avançando o sopé do morro, construções do Bairro Itararé e ao fundo, o centro urbano. A paisagem natural de Santa Maria é caracterizada como na foto, com morros em meio a planícies da Depressão Central do estado. Fotografia tirada do mirante da Estrada do Perau, que se encontra no Rebordo do Planalto.

Fonte: Autora, jan. 2015.

Também associado a geomorfologia, Dalmolin e Pedron (2009) destacam que o município de Santa Maria tem por característica diferentes tipos de solos, proporcionando variados tipos de usos. Conforme os autores, os solos mais significativos na região são os argissolos, planossolos, gleissolos e neossolos.

A litologia da Depressão Central é formada por rochas sedimentares da Bacia do Paraná, formadas entre o Permiano e o Jurássico (ou seja, entre 290 e 130 milhões de anos atrás). Na região de Santa Maria, as rochas sedimentares são subdivididas em dois grandes grupos: a) um pacote mais antigo, com rochas sedimentares vermelhas do Triássico, farto conteúdo fossilífero (dinossauros, cinodontes, dicinodontes, troncos petrificados de ginkgos e coníferas, impressões de folhas, etc.), atualmente encontrado nas localidades de “Passo das Tropas” (com arenitos e conglomerados vermelhos), “Alemoa” (argilitos vermelhos) e “Caturrita” e/ou “Mata” (arenitos e argilitos vermelhos intercalados). Este pacote é registro de um sistema fluvial ou flúvio-lacustre do Triássico; b) um pacote mais homogêneo de arenitos rosados/amarelados, com estratificações cruzadas de grande porte, de

origem eólica, chamado de "Formação Botucatu". Esses arenitos são o registro de uma grande desertificação do ainda continente Gondwana, o deserto Botucatu, com áreas superiores a um milhão de km² de extensão.

Já, a formação litológica do Planalto Meridional Brasileiro é basáltica reunida da "Formação Serra Geral". Esses basaltos tiveram sua formação há 120 milhões de anos, em um dos mais volumosos eventos vulcânicos da história do planeta, formadas por vulcanismo fissural. São rochas com muitos minerais escuros como piroxênios e olivinas, ricos em Fe e Mg, e, por isso, alterações nestas geram solos ricos em nutrientes para as formações vegetais. Por isso, ainda hoje, no Rebordo do Planalto predominam florestas e, originalmente, no topo do Planalto também era presente essa formação florestal.

No município há cinco morros-testemunho formados através do recuo do Rebordo para o Norte. Ou seja, conforme o Planalto recuava para norte, deixava uma planície para sul (a depressão). Como as rochas do Triássico (Passo das Tropas, Alemoa e Caturrita/Mata) são mais argilosas, e, por isso, resistem menos ao intemperismo, se desgastam mais. Já, os arenitos "Botucatu" e os basaltos provenientes "Serra Geral" são mais resistentes.

Deste modo, nesse processo de recuo da escarpa (do Rebordo), onde ainda resta uma fina camada de arenito Botucatu ou basaltos, fixaram-se os morros-testemunho e, onde essas finas camadas não resistiram, o relevo é plano ou no máximo com presença de algumas coxilhas. Portanto, pode-se considerar o Rebordo do Planalto ao Norte da cidade como área-fonte tanto animal quanto vegetal e litológica dos morros-testemunho e outros fragmentos remanescentes de Mata Atlântica da cidade.

5 METODOLOGIA

Para o cumprimento dos objetivos específicos, conseqüentemente do principal, diversos mapas, análises de tabelamento e trabalhos de campo (pesquisa *in situ*) foram realizados antes de chegar a um resultado final, que também é demonstrado através de um mapa e suas respectivas análises de dados. Para isso, os mapas foram divididos em diversas classes, sendo sempre comum a todos a classe “drenagens”. As drenagens incluem a rede de drenagem urbana, situada no Distrito Sede, disponibilizado pelo Instituto de Planejamento de Santa Maria (IPLAN), onde parte se encontra no Plano Diretor de Saneamento Ambiental de Santa Maria no mapa “Principais cursos d’água da zona urbana de Santa Maria” (SANTA MARIA, 2013b),

Para o mapeamento dos fragmentos florestais do dentro do Distrito Sede município, foi realizada uma vetorização manual pelo *software Google Earth Pro*[®], imagem do satélite *Digital Globe*[®], de abril de 2014. A escala para a realização deste processo foi de, aproximadamente, 1: 2.000, sendo que a imagem para a publicação desta, que engloba todo Distrito Sede, foi estabelecida em 1: 50.000, aproximadamente. Essa escala de visualização possibilita um maior detalhamento do contorno dos fragmentos, reduzindo os índices de erro na representação final destes limites.

Neste processo de vetorização, também foi realizada a inserção de dois atributos para diferenciação de tipologias dos polígonos gerados, pois não foram vetorizados somente os fragmentos florestais de Mata Atlântica, mas também os de silvicultura comercial ou não (paisagismo). Portanto, o mapa final de fragmentos florestais em Santa Maria se dividiu em quatro classes além das drenagens, sendo duas obtidas através da base cartográfica do IPLAN: Quadras e Bairros de Santa Maria, enquanto as outras duas vetorizadas foram: Floresta Estacional Decidual e Plantações Exóticas, que serão identificadas logo a seguir.

Para a elaboração de todos os mapas deste estudo, foram importados do *Google Earth Pro*[®] para o *ArcGis 10.0*[®] os polígonos em *.kml* que identificavam áreas de florestas nativas e plantações exóticas. O mapa de Fragmentos de Cobertura Vegetal Arbórea do Distrito Sede de Santa Maria demonstra, principalmente, estas

duas classes para uma melhor distinção visual do leitor para a avaliação dos outros mapas.

Através dessa vetorização, foi realizado o cálculo do Índice de Cobertura Arbórea por habitante. Ressalta-se que esse dado é o resultado da divisão da área (m²) de Floresta Estacional Decidual pela quantidade de habitantes de cada bairro. Os dados populacionais foram obtidos através do Plano Diretor de Saneamento Ambiental de Santa Maria (SANTA MARIA, 2013b) e nestes constava a população residente em cada bairro do Distrito Sede.

Igualmente através dos dados vetorizados, puderam ser gerados a área e o perímetro dos fragmentos, possibilitando o cálculo do Índice de Circularidade (*compactness ratio*), muito utilizado para determinação da circularidade em bacias hidrográficas, porém direcionado aos fragmentos, neste caso. Também foi verificada a distância do fragmento mais próximo, através do *ArcGis 10.0⁶*, mostrando o grau de isolamento dos fragmentos de florestais com mata de vegetação nativa. A fórmula a seguir foi aplicada em todos os fragmentos de Floresta Decidual Estacional:

$$IC = \frac{2\sqrt{\pi S}}{P}$$

sendo IC = o Índice de Circularidade, $\pi = 3,1416$, S = Área do fragmento e P = Perímetro do mesmo fragmento (NASCIMENTO *et al.*, 2006, p. 392). Este índice assume valores de 0 (zero) a 1 (um) e, quanto os valores mais se aproximarem de 1, indica que os fragmentos possuem tendência mais circular, assim como nos mais próximos à zero, a tendência é de que o fragmento seja mais alongado. Também serão utilizados parâmetros de classificação de Nascimento *et al.* (*op. cit.*) do quesito tendência a alongamento, sendo estes:

- a) 0 a 0,65: alongados;
- b) 0,66 a 0,85: moderadamente alongados;
- c) 0,86 a 1: arredondados.

Assim, constata-se em qual bairro se encontravam os maiores fragmentos, mais circulares e mais próximos entre si, sendo esta as respectivas prioridades métricas dos padrões dos fragmentos para a escolha do bairro a ser realizada a proposição do estudo. A verificação de onde se encontravam os fragmentos mais circulares e mais próximos foi realizada em 10 % da amostra, devido à

impossibilidade de “divisão” dos fragmentos por bairro, que geraria disparidade nos dados.

Estes dados foram tabelados de forma a que se formam encontradas relações entre a circularidade e a área. Então foram realizados testes estatísticos como o Teste T, para verificar se a relação é estatisticamente significativa ($t \leq 0,05$) e o Coeficiente de Correlação de Pearson, para verificar qual é o grau de correlação entre estas duas variáveis, considerando $0 \leq p < \pm 0,3$ como fraca, $\pm 0,3 \leq p < \pm 0,7$ como moderada e $\pm 0,7 \leq p \leq \pm 1$ ²⁵ como forte.

O mapa de Uso do Solo do Distrito Sede de Santa Maria foi elaborado através da sobreposição da imagem de satélite *Landsat*[®] 8 *Operational Land Imager* (OLI) de novembro de 2014, utilizando as bandas de 1 a 7 da órbita ponto 222-80, pela *U.S. Geological Survey*[®] (USGL) e dos polígonos de fragmentos de cobertura arbórea vetorizados citados anteriormente, juntamente com vetorização dos corpos d’água. Primeiramente, a imagem foi importada para o *software Envi 4.8*[®] onde se estabeleceu uma classificação supervisionada utilizando o classificador automático *Maxver*[®] (máxima verossimilhança). Porém, nesta classificação automática, não há distinção das plantações exóticas das florestas nativas, alguns fragmentos não diferem de açudes, ou solo exposto é confundido com edificações.

Devido a esse fator, a correção por sobreposição vetorial foi de extrema relevância no detalhamento do uso do solo, já que a resolução destas imagens do satélite *Landsat* é de 30 metros (podendo gerar mapas de até 1: 25.000) e a vetorização pela imagem *Digital Globe*[®] foi realizada em escala de análise de aproximadamente 1: 2.000 e a resolução do satélite é de 30cm, dando mais fidelidade aos dados de fragmentos florestais. Através deste mapa é que se poderá perceber como está a atual situação do uso do solo em Santa Maria, qual o grau de fragmentação da cidade ou se os fragmentos terão possibilidade de ser conectados entre si ou não.

As classes geradas, além dos bairros e das drenagens, foram: Plantações exóticas, Floresta Estacional Decidual, Áreas agrícolas, Áreas impermeabilizadas, Solo exposto e Corpos d’água. Na classe de Floresta Estacional Decidual encontram-se fragmentos do bioma Mata Atlântica que podem possuir, dentre eles, algumas espécies exóticas que não chegam, porém, a 10% da área do fragmento,

²⁵ O símbolo “±” sugere que a correlação pode ser negativa ou positiva, com p variando de -1 a 1.

através da classificação visual. Na classe de Plantações Exóticas se encontram plantações de árvores exóticas como *Pinus sp.* e *Eucalyptus sp.*, com seus destinos tanto de intento comercial quanto para ajardinamento ou paisagismo e matas impactadas, a priori nativas, que já possuem mais de 50 % de espécies exóticas em sua composição.

Na classe de Áreas agrícolas são incluídas atividades como agricultura e pecuária. Já, as Áreas impermeabilizadas abarcam construções civis, abrangendo rodovias e estradas. A classe de Solo exposto se localiza tanto em áreas agrícolas como em plantações exóticas, justificada por períodos entressafras, ou até mesmo na classe de áreas impermeabilizadas, devido ao processo de construção civil que envolve desmatamento e terraplanagem. Os corpos d'água são açudes que tiveram de ser vetorizados como polígonos, manualmente, através do *Google Earth Pro*[®], pois suas frequências de cor se encaixavam em outras classes na classificação automática.

A análise do Uso do Solo do bairro por mapa também foi necessária, assim como a realização de algumas pesquisas a campo. Para o mapa de uso do solo do bairro, foi utilizada imagem *Digital Globe*[®] de abril de 2014 e foi realizada classificação automática pelo *Maxver*[®], porém corrigida pela vetorização dos fragmentos florestais nativos e exóticos, assim como no mapa de Uso do Solo do Distrito Sede, sendo a mesma divisão das classes daquele.

Assim, após a verificação do bairro onde se encontravam os fragmentos maiores, mais arredondados e mais próximos, analisado o uso do solo e realizadas pesquisas de campo, foi proposta uma conexão entre os fragmentos do bairro. As estruturas conectivas escolhidas estavam dentre as listadas no capítulo um desta dissertação, item 1.4: Intervenções estruturais em rodovias como medidas mitigadoras à fragmentação de habitats. Dentre estas estruturas, são definidas:

- a) Passagens pela rodovia: barreiras antirruído, canteiros centrais ampliados, barreiras Jersey com aberturas ovaladas ou com lacunas;
- b) Passagens inferiores à rodovia: passagens inferiores pequenas, passagens inferiores grandes, passagens multiuso, túneis com fluxo d'água, viadutos e elevados rodoviários, pontes e pontilhões, bueiros modificados.

- c) Passagens superiores à rodovia: ecodutos, passagens superiores estreitas, passagens superiores multiuso, túneis rodoviários, passagens por estrato arbóreo.

Além das estruturas acima citadas, também foram consideradas medidas como reflorestamento com espécies nativas ou arborização, classe que pode ser estendida, além da plantação de espécies nativas, para exóticas, mantendo uma conexão mais próxima entre copas das árvores. A escolha das estruturas foi feita através de estudo em pesquisa de campo e imagens de satélite, gerando assim, o mapa da Proposta de Conexão entre os Fragmentos Florestais do bairro escolhido para esta.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Uso do solo da área de estudo

O mapa de uso do solo com sobreposição da classificação manual se mostrou muito mais fiel à realidade em comparação à classificação somente automática. O uso e cobertura do solo foram divididos em seis classes, sendo estas:

- a) Plantações exóticas: incluem-se nessa classe, plantações somente de espécies arbóreas, em que podem ser para fins comerciais ou não. Os principais gêneros utilizados para essa prática são *Pinus* e *Eucalyptus*;
- b) Floresta Estacional Decidual: área coberta por vegetação arbórea a partir do terceiro estágio sucessional com espécies nativas do bioma Mata Atlântica, classificadas como Floresta Estacional Decidual na região de Santa Maria;
- c) Áreas agrícolas: são incluídas atividades como agricultura e pecuária, uma vez que não há vegetação rasteira (de herbáceas) sem ocupação de um destes tipos de atividades no Distrito Sede da cidade, ou seja, não há vegetação rasteira integrante nativa do bioma Pampa;
- d) Áreas impermeabilizadas: onde estão presentes construções civis que zeram a permeabilidade do solo;
- e) Corpos d'água: açudes que foram vetorizados manualmente para não serem confundidos pela classificação automática como fragmentos de mata nativa;
- f) Solo exposto: áreas em período de entressafras de lavouras, solo esgotado pela silvicultura e, em minoria, áreas em estágio de terraplanagem para construção de loteamentos.

Através dessa classificação se pôde compreender as matrizes que envolvem os fragmentos florestais nativos. Por meio destas, justificativas da supressão da Mata Atlântica na cidade puderam ser observadas, sendo logo a seguir apresentadas e discutidas.

A classe que ocupa maior área no Distrito Sede de Santa Maria, cobrindo quase metade (49 %) da área de estudo, é a de áreas impermeabilizadas (Fig. 42). Esta classe é a matriz dos fragmentos remanescentes (quando existentes) da maioria das cidades brasileiras, porém raramente pensa-se em uma conexão dentre estes devido ao alto grau de frenagem política gerado pela possibilidade de investimento financeiro para isso. Outro empecilho é a falta de execução do planejamento (Plano Diretor) das cidades, além da falta de fiscalização de propriedades rurais que abrigam remanescentes.

Esse descumprimento das leis resulta, muitas vezes, na impossibilidade de conexão destes pelo alto grau de fragmentação já gerado, pois ficam extremamente distantes. Ademais, também se acredita numa falta de atualização ou até mesmo interesse dos funcionários públicos e cargos de confiança da Secretaria do Meio Ambiente em muitas cidades. Assim, a falta de criatividade e estudos de funcionários municipais pode prejudicar na conservação da biodiversidade de uma cidade rica nesse quesito.

Nota-se que os principais causadores desta desconexão consistiram nas lavouras e a linha férrea a Nordeste, enquanto nas Regiões Administrativas Centro-Leste e Norte, a construção civil e as plantações exóticas são os principais empecilhos para a conexão destes fragmentos. No Centro Urbano e Centro-Oeste, é nítida a causa da fragmentação, sendo esta, o revestimento por áreas impermeabilizadas. Na R.A. Sul, Oeste e em Camobi, único bairro constituinte da R.A. Leste, a fragmentação é de origem mista, ou seja, as áreas florestais nativas cederam lugar a edificações e ao agrossilvopastoreio.

A R.A. Centro Urbano engloba os bairros Nossa Senhora de Lourdes, Nonoai, Bonfim, Nossa Senhora Medianeira, Nossa Senhora de Fátima, Nossa Senhora do Rosário e Centro (Fig. 42, nº 15, 13, 22, 10, 16, 29 e 28). Neste, a fragmentação é consequência somente da ocupação humana através de áreas impermeabilizadas. Sabe-se que esse processo não é recente, dado que a cidade foi crescendo no entorno de três pontos: Centro (polo comercial-estudantil), Oeste (polo agro-industrial e militar) e Leste (polo educacional).

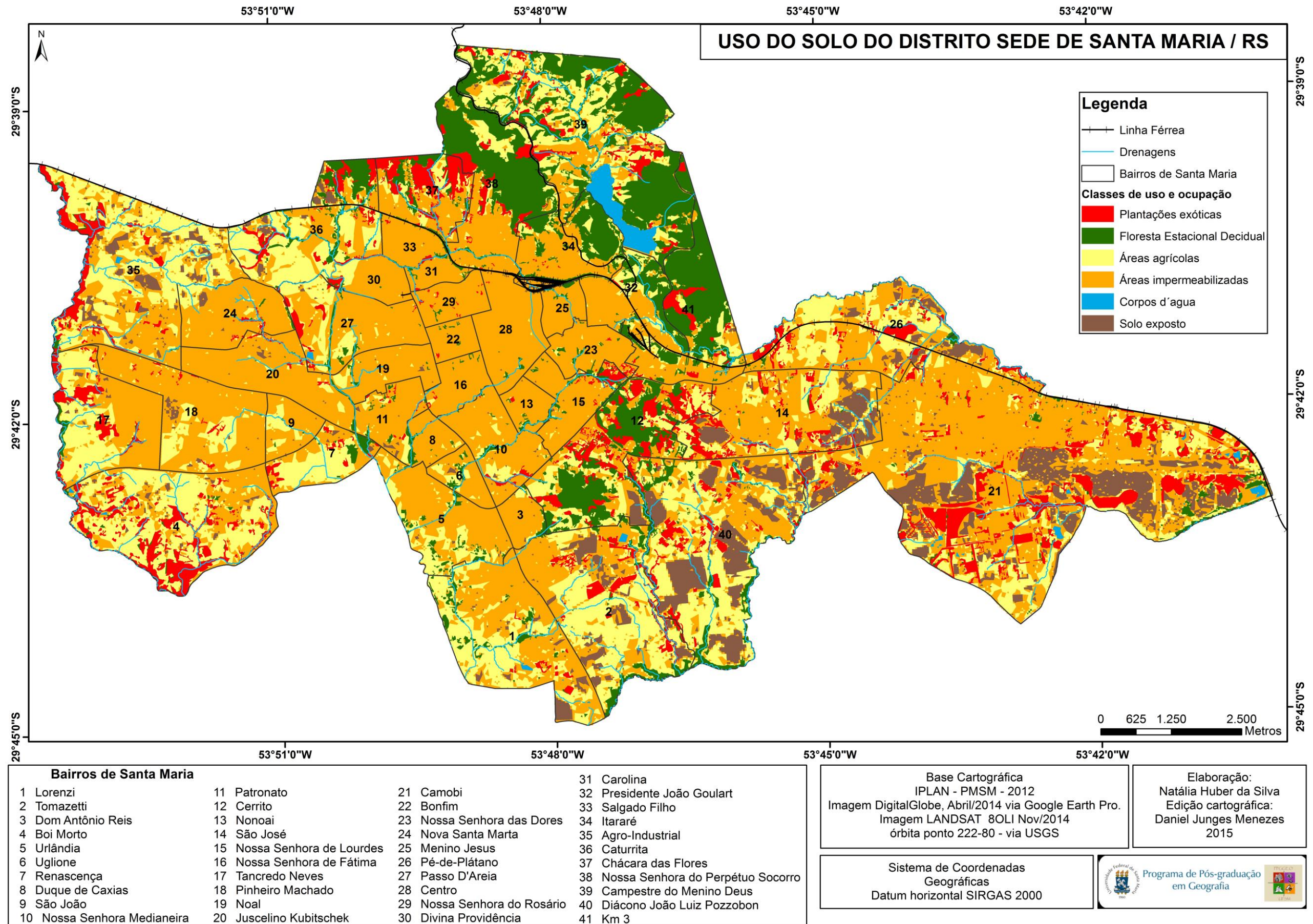


Figura 42 - Mapa de uso do solo da área de estudo.

No presente estudo, demonstrou-se que, quanto menores os fragmentos, mais arredondados são e também que, visualmente, quanto mais longes da matriz, se encontram em menor quantidade e tem menores dimensões. Essa fragmentação em ambientes extremamente urbanizados, como é o caso do Centro Urbano da cidade, é explicada pelo gráfico de Marsh (1997 *apud* CASIMIRO, 2000, p. 8) (Fig. 43).

Este gráfico demonstra que o processo de urbanização não somente modifica as formas das manchas, mas também o tamanho destes fragmentos é menor na medida em que aumenta a fragmentação. Assim, considera-se que quanto mais urbanizada for a área de estudo, os fragmentos serão menores, mais arredondados, menos frequentes e mais distantes entre si.

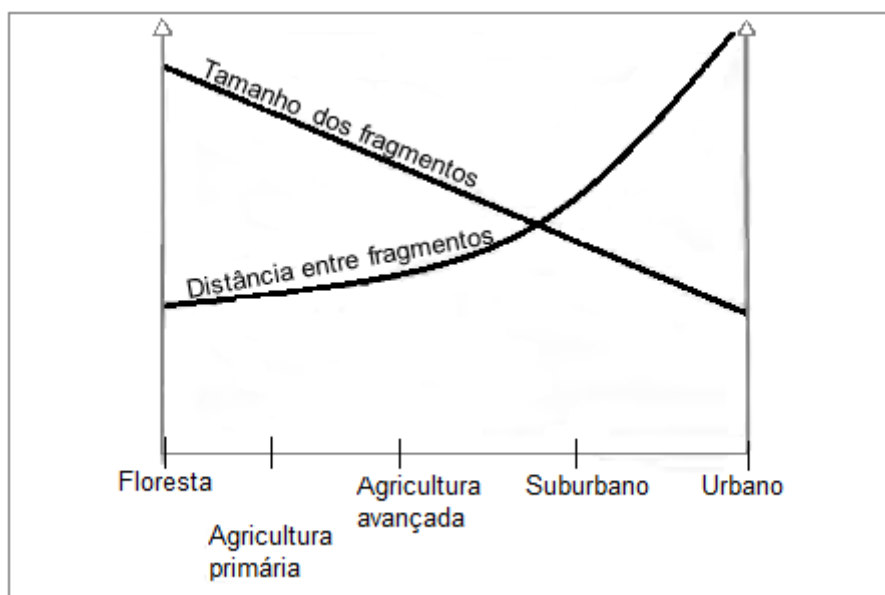


Figura 43 - Fragmentação segundo o uso do solo.

Fonte: Adaptado de Marsh (1997 *apud* CASIMIRO, 2000, p. 8).

Isto é absolutamente ratificado no mapa de uso do solo da área deste estudo, pois, na região em que há maior cobertura por áreas impermeabilizadas, menores são os fragmentos nativos. Também é confirmada nas proximidades do Rebordo do Planalto, onde predominam áreas suburbanas, agricultura e floresta, nas quais os fragmentos são maiores e a distância entre eles é significativamente menor. Porém não coincide com dados de áreas agrícolas do sul, oeste e leste da cidade, que seguem praticamente o mesmo padrão das áreas impermeabilizadas no quesito presença de fragmentos de floresta nativa.

Nota-se que o Distrito Sede de Santa Maria possui grande parte de sua área constituída por Áreas impermeabilizadas, ocupando cerca de metade da área total de estudo (Tab. 1). Porém, se os outros 50 % estivessem sido “preenchidos” por formações naturais intercalados a esta área, a qualidade de vida da cidade seria considerada ótima. Porém, essa porcentagem se divide em outros diversos usos do solo, sendo o segundo mais considerável as Áreas Agrícolas e em terceiro lugar a Floresta Estacional Decidual representante do bioma Mata Atlântica.

Dados como este devem gerar certa preocupação por parte dos administradores e tomadores de decisões da cidade, já que através deles podem ser realizadas as mudanças como exigência mínima particular de cobertura arbórea em novos projetos e outra taxa para antigos. Medidas urgentes devem ser tomadas para a decadência da qualidade de vida dos cidadãos santa-marienses ser frenada e possivelmente revertida.

Tabela 1 - Uso do Solo do Distrito Sede de Santa Maria.

Uso do solo	Área (m ²)	Frequência Relativa (%)
Plantações exóticas	10.928.110	8,7
Floresta Estacional Decidual	14.535.194	11,6
Áreas agrícolas	30.242.995	24,1
Áreas impermeabilizadas	61.348.985	48,9
Corpos D'água	665.245	0,5
Solo exposto	8.035.378	6,4
Total	125.534.041	100,0

Fonte: Elaborada pela autora.

Áreas de Floresta Estacional Decidual são muito escassas na cidade, representando menos de 12 % da área de estudo e, se considerássemos os outros distritos santa-marienses, essa taxa no mínimo cairia pela metade, já que tudo pertencente à Santa Maria fora do Distrito Sede é constituído de áreas rurais. Mesmo se somadas às Plantações exóticas, não chegaria ao mínimo de 30 % de área ocupada por cobertura vegetal arbórea, somando cerca de 20, 25 % da área de estudo (Fig. 44).

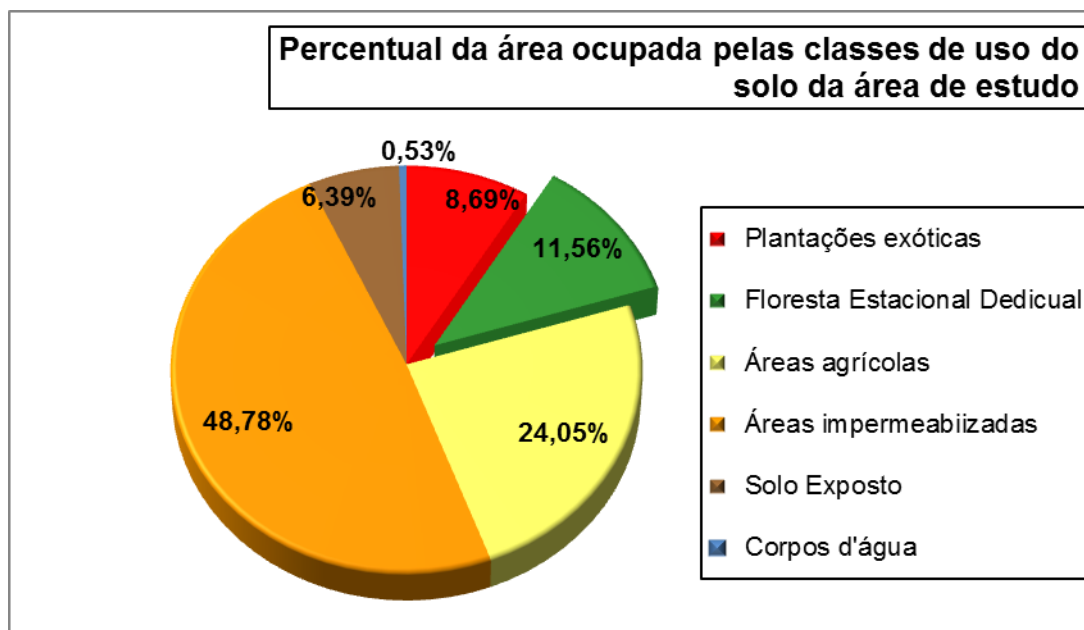


Figura 44 - Gráfico do uso do solo com destaque à classe da Floresta Estacional Decidual, ocupando somente 11,56 % da área de estudo.

Fonte: Elaborado pela autora.

A seguir, um desmembramento do uso do solo por região administrativa e seus respectivos bairros (Tab. 1.a) será descrito, assim como os valores de cobertura arbórea nativa por habitante (Tab. 1.a).

Tabela 1.a - Uso do Solo do Distrito Sede por bairro.

R.A.	Bairro	Uso do Solo (%)					
		Áreas agrícolas	Corpos d'água	Floresta Estacional Decidual	Plantações exóticas	Solo exposto	Áreas impermeabilizadas
CENTRO URBANO	Nossa Senhora de Lourdes	2,5	0,0	7,6	7,2	0,4	82,3
	Nonoai	0,9	0,0	6,6	0,9	0,1	91,5
	Bonfim	0,1	0,0	2,5	0,6	0,0	96,8
	Ns. Sra. Medianeira	9,2	0,0	2,9	3,0	0,6	84,3
	Ns. Sra. de Fátima	1,1	0,0	2,0	0,8	0,0	96,1
	Ns. Sra. do Rosário	0,2	0,0	1,4	2,5	0,0	95,9
	Centro	0,2	0,0	0,9	0,1	0,1	98,7
	Em relação à R.A.	2,9	0,0	3,3	2,5	0,2	91,1
CENTRO-LESTE	Cerrito	22,5	0,0	34,5	19,0	0,0	24,0
	Diácono João Luiz Pozzobon	35,9	0,0	7,4	7,9	21,1	27,7
	São José	21,6	0,0	1,0	11,7	15,1	50,5
	Pé de Plátano	36,4	0,1	0,9	10,7	17,5	34,4
	Em relação à R.A.	29,9	0,0	10,8	11,8	14,4	33,2
CENTRO-OESTE	Duque de Caxias	2,3	0,0	5,7	0,4	0,1	91,5
	Patronato	8,8	0,0	6,8	2,4	1,9	80,1
	Uglione	15,3	0,0	8,3	0,0	1,7	74,7
	Passo D'Areia	21,6	0,5	3,7	4,7	0,3	69,2
	Noal	6,0	0,0	3,1	0,0	0,6	90,3
Em relação à R.A.	13,6	0,2	4,9	2,4	0,8	78,1	
LESTE	Camobi	14,6	0,5	1,7	13,3	16,3	53,6
NORDESTE	Km 3	10,8	0,0	54,1	6,7	0,3	28,1
	Campestre do Menino Deus	28,6	5,6	43,5	7,2	0,7	14,4
	Itararé	8,6	0,1	38,1	0,8	0,4	52,0
	Presidente João Goulart	17,5	0,0	28,0	0,4	0,0	54,1

	Menino Jesus	0,3	0,0	5,9	0,0	0,1	93,7
	Ns. Sra. das Dores	1,8	0,0	5,2	2,3	0,2	90,5
	Em relação à R.A.	20,8	3,3	36,2	4,6	0,5	34,6
NORTE	Ns. Sra. do Perpétuo Socorro	11,0	0,0	50,1	7,9	0,4	30,6
	Caturrita	42,7	0,0	15,0	10,8	3,9	27,6
	Chácara das Flores	15,7	0,0	13,6	32,4	0,0	38,3
	Carolina	0,9	0,0	8,4	2,6	0,0	88,1
	Salgado Filho	0,4	0,0	5,2	2,0	0,1	92,3
	Divina Providência	14,2	0,0	0,9	0,7	0,0	84,2
	Em relação à R.A.	21,2	0,0	24,7	11,9	1,4	40,7
		Renascença	50,9	0,0	7,3	6,9	1,5
OESTE	Tancredo Neves	38,2	0,1	2,0	12,1	0,9	46,7
	Jucelino Kubitschek	3,7	0,0	1,2	1,9	0,9	92,3
	Nova Santa Marta	9,3	0,0	1,0	2,4	2,0	85,3
	Agro-Industrial	44,8	0,2	1,0	10,3	8,2	35,5
	Boi Morto	49,0	0,1	1,2	20,8	2,0	26,9
	Pinheiro Machado	17,1	0,0	0,1	1,6	1,8	79,4
	São João	21,5	0,0	0,6	0,0	0,4	77,5
	Em relação à R.A.	34,2	0,1	1,4	9,8	3,2	51,3
SUL	Urlândia	23,0	0,0	6,4	0,0	0,4	70,2
	Dom Antônio Reis	7,7	0,0	6,4	0,4	0,7	84,8
	Tomazetti	42,2	0,3	6,5	7,8	10,2	33,0
	Lorenzi	36,8	0,3	5,4	1,5	4,2	51,8
	Em relação à R.A.	35,1	0,3	6,1	3,7	5,8	49,0

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 1.b - Índice de cobertura arbórea nativa por habitante por bairro.

	Bairro	Cobertura arbórea (m ²)	População (indivíduos)	Cobertura arbórea por habitante (m ² /hab.)
CENTRO URBANO	Nossa Senhora de Lourdes	99.180	5.993	16,5
	Nonoai	37.994	4.169	9,1
	Bonfim	13.540	7.157	1,9
	Ns. Sra. Medianeira	46.409	9.030	5,1
	Ns. Sra. de Fátima	17.126	8.836	1,9
	Ns. Sra. do Rosário	11.521	6.769	1,7
	Centro	17.876	17.847	1,0
		Média Geométrica	3,4	
CENTRO-LESTE	Cerrito	1.389.052	1.127	1.232,5
	Diácono João Luiz Pozzobon	461.243	3.152	146,3
	São José	23.211	5.697	4,1
	Pé de Plátano	17.670	2.200	8,0
		Média Geométrica	23,0	
CENTRO-OESTE	Duque de Caxias	35.598	3.339	10,7
	Patronato	62.109	2.575	24,1
	Uglione	34.804	1.808	19,3
	Passo D'Areia	90.364	6.995	12,9
	Noal	35.494	7.582	4,7
		Média Geométrica	12,5	
LESTE	Camobi	223.028	21.822	10,2
		Média Geométrica	10,2	
NORDESTE	Km 3	1.649.596	2.504	658,8
	Campestre do Menino Deus	3.259.758	2.697	1.208,7
	Itararé	794.666	7.300	108,9
	Presidente João Goulart	438.580	6.252	70,2
	Menino Jesus	34.825	5.410	6,4
	Nossa Senhora das Dores	52.213	4.656	11,2
		Média Geométrica	87,2	
NORTE	Ns. Sra. do Perpétuo Socorro	1.851.737	6.151	301,0
	Caturrita	491.281	3.211	153,0
	Chácara das Flores	194.256	3.939	49,3
	Carolina	38.035	3.356	11,3
	Salgado Filho	37.463	9.801	3,8
	Divina Providência	7.794	1.347	5,8
		Média Geométrica	28,8	
OESTE	Renascença	92.331	1.791	51,6
	Tancredo Neves	56.570	11.456	4,9
	Jucelino Kubitschek	26.583	13.730	1,9
	Nova Santa Marta	20.171	12.722	1,6
	Agro-Industrial	28.260	224	126,2
	Boi Morto	19.910	2.561	7,8
	Pinheiro Machado	0	10.943	0,0
	São João	0	1.706	0,0
		Média Geométrica	0,01	
SUL	Urlândia	144.664	8.967	16,1
	Dom Antônio Reis	31.584	1.984	15,9
	Tomazetti	286.852	2.039	140,7
	Lorenzi	231.579	5.621	41,2
		Média Geométrica	35,9	

Média total do Distrito Sede

47,6

Fonte: Elaborada pela autora.

Somente na R.A. Centro Urbano de Santa Maria passam quatro dos seis principais rios da cidade, sendo estes o Cadena, parte de dois afluentes sendo a Sanga do Hospital e a Sanga da Aldeia e o Cancela e suas ramificações. Este índice tão baixo de arborização (3 %) e tão alto de áreas impermeabilizadas é alarmante quando se pensa no quesito qualidade da água.

Com esses dados pode-se realizar uma comparação com dados de 2011, coletados por Alves (2012), nos quais o Centro Urbano possuía aproximadamente 70 % e, atualmente, a média é 91 % de áreas impermeáveis nessa zona (Tab. 2). Não se pode negar que a diferença de 20 % entre apenas 3 anos (imagem *Digital Globe* de 2014) é discrepante, porém há uma justificativa plausível: o disparo da exploração imobiliária dos bairros centrais onde ainda existia um índice maior de cobertura arbórea: Nossa Senhora da Medianeira e Ns. Sra. de Lourdes.

Tabela 2 - Uso do Solo na R.A. Centro Urbano de Santa Maria.

Tipos de uso	Área (m ²)	Frequência Relativa (%)
Áreas agrícolas	233396,5	2,9
Floresta Estacional Decidual	266400,5	3,3
Plantações exóticas	202034,8	2,5
Solo exposto	19152,36	0,2
Áreas impermeabilizadas	7408628	91,1

Fonte: Elaborada pela autora.

Além da exploração e desmatamento de áreas ainda com cobertura vegetal arbórea ou herbácea, a verticalização do centro urbano também contribuiu para a desvalorização do verde, gerando assim, mais habitantes em menos espaço. De tal modo, a concentração populacional chega aos 9.000 hab./km² nessa região (DAL'ASTA, 2009, p. 132). Devido a dados como este que a valorização financeira dos terrenos centrais da cidade é mais alta que da periferia e, conseqüentemente, a valorização espacial também.

Conseqüentemente, os terrenos que deveriam manter áreas permeáveis em cerca de 30% do terreno, têm ocupado 100% de sua área impermeabilizada pela construção imobiliária, devido à supervalorização do lote. Essa é a principal justificativa do problema de falta de arborização privada do centro da cidade.

A situação piora quando se observa que nascentes destes quatro encontram-se no Centro Urbano de Santa Maria. Deste modo, a rede de drenagem nascente na cidade têm suas propriedades quali-quantitativas prejudicadas desde suas nascentes, através da poluição por efluentes líquidos e resíduos sólidos levados pelo escoamento superficial até os bueiros (acesso aos rios canalizados).

Essa poluição que ocorre nas nascentes canalizadas se dá somente por resíduos sólidos urbanos e de estabelecimentos comerciais. Assim, não há grandes alardes sobre contaminações desses rios canalizados por resíduos de saúde, industriais, de mineração, agrossilvopastoris ou perigosos, por não existir esse tipo de ocupação no Centro Urbano, com exceção dos de saúde e perigosos que possuem destinação adequada.

Também há raros trechos onde não ocorre a canalização destes rios, encontrando-se expostos. Nestes, a deterioração é visível tanto pelo quesito conservação das margens, que já afeta a qualidade e quantidade de água corrente, como no quesito qualitativo, por receber esgotos da zona mais populosa da cidade.

A R.A. Centro Urbano é a mais impermeabilizada da cidade e, depois da zona Oeste, é a segunda R.A. de menor média de áreas verdes por habitante, sendo esta de 3,4 m²/hab. (Tab. 2.a). No Plano Municipal de Saneamento Ambiental de Santa Maria (SANTA MARIA, 2013b), foram disponibilizados dados do ano de 2010 de população por bairro e, juntando com os dados de fragmentos de Floresta Estacional Decidual por bairro da vetorização realizada no presente estudo, pôde-se calcular o índice de áreas verdes por habitante em todos os bairros de Santa Maria, considerando somente a presença de vegetação de Mata Atlântica.

Tabela 2.a - Índice de cobertura arbórea por habitante no Centro Urbano.

	Bairro	Cobertura arbórea (m ²)	População (indivíduos)	Cobertura arbórea por habitante (m ² /hab.)
Centro Urbano	Nossa Senhora de Lourdes	99.180	5.993	16,5
	Nonoai	37.994	4.169	9,1
	Bonfim	13.540	7.157	1,9
	Nossa Senhora Medianeira	46.409	9.030	5,1
	Nossa Senhora de Fátima	17.126	8.836	1,9
	Nossa Senhora do Rosário	11.521	6.769	1,7
	Centro	17.876	17.847	1,0
		Média Geométrica		3,4

O bairro Centro possui apenas 1 m² de cobertura arbórea por habitante, enquanto o Nossa Senhora de Lourdes possui 16,5 m²/hab. Isso ocorre pois o

Centro, além de não possuir muitas áreas verdes (nem exóticas), possui uma população cerca de 3 vezes maior em uma área semelhante a do bairro Nossa Senhora de Lourdes, por exemplo. Isso não justifica a falta de verde nativo urbano em todo o Centro da cidade, com um índice cerca de quatro vezes menor do que o recomendado pela ONU e trinta vezes menor do que o proposto como mínimo ideal por Oke (*op. cit.*) e Metzger (2010).

Uma solução de atrativo público para os santa-marienses, no centro ou em outras zonas da cidade, seria a implantação de mais praças localizadas em pontos estratégicos municipais, porém com a vigilância adequada²⁶. Em estudo de Ferraz (2013), que verificou a identidade dos cidadãos com a Praça Saldanha Marinho, notou-se que a praça não é um ponto onde as pessoas passam a maior parte do tempo de lazer, mas é apenas um dos pontos de um território-rede, que gera circuitos (de lazer ou não ou alternados) em que se pode percorrer na cidade. Este padrão é percebido mais para o público jovem, já que o público idoso tende a se estabelecer em um microterritório mais tempo do que o jovem.

A praça seria o ponto central, ou seja, o nó da rede. Através desse tipo de atrativo, pode-se gerar uma aproximação das pessoas com a natureza e sua conservação. Porém deve-se pensar em espaços menos impermeabilizados e maiores que a Saldanha Marinho, com mais atividades de lazer promovidas pela prefeitura, pois esta não supre totalmente as necessidades tanto sociais quanto ambientais do centro da cidade.

Ao redor dessa praça central, que era o centro político, religioso, econômico, cultural e social da cidade no final do século XIX e início do XX, situam-se prédios históricos conservados até hoje (NETTO, 2014, p. 160). Construções como o Teatro Treze de Maio, Catedral de Nossa Senhora da Conceição, a Catedral do Mediador da Igreja Episcopal Anglicana do Brasil, o Clube Caixeiral, o antigo Fórum, atual Casa de Cultura de Santa Maria, a Sociedade União dos Caixeiros Viajantes e a Vila Belga, logo antes da Gare da Estação Férrea, são locais de grande beleza arquitetônica e permanecem com grande importância histórica para a cidade.

No lado norte da Praça, onde é situada a Avenida Rio Branco, quase nada foi modificado em sua arquitetura civil-ambiental desde sua fundação, possuindo ainda

²⁶ Microterritorialidades de álcool, droga e prostituição foram resultados do estudo de Ferraz (2013), padrão que segue para as Praças dos Bombeiros e Saturnino de Britto, pertencentes ao bairro centro da cidade.

esporádicas árvores no canteiro central, enquanto o sul da praça Saldanha Marinho encontra-se totalmente modificado pelo comércio, na Rua do Acampamento, ausente de árvores.

Todas as construções do centro urbano da cidade são regularizadas pela prefeitura e construídas em locais sem risco algum. Porém, o parâmetro da cidade não é esse. O Centro Urbano é a única zona da cidade que não possui loteamentos irregulares, sendo que estes somam um total de 85, segundo dados de agosto de 2011 do IPLAN. Estão distribuídos em todas as zonas da cidade, mas onde maior área de loteamentos irregulares é na zona Oeste da cidade.

A zona Oeste de Santa Maria abriga muitos conflitos ambientais, desde ocupações de lotes irregulares pela prefeitura até poluição do lençol freático incentivado pela prefeitura através do estabelecimento do bairro Agroindustrial logo acima da área de recarga do Aquífero Arenito Basal Santa Maria. É constituída pelos bairros Agroindustrial, Boi Morto, Juscelino Kubitschek, Pinheiro Machado, Renascença, Nova Santa Marta, São João e Tancredo Neves (Fig. 42, nº 35, 4, 20, 18, 7, 24, 9 e 17).

Nesse local a predominância é de áreas urbanas, porém grande parte (quase 50 %) é de áreas agrossilvopastoris e solo exposto. Esse resultado denota uma carência muito grande de áreas florestais não comerciais na zona Oeste que deem prioridade a espécies nativas, já que é muito rica em drenagens e abriga um aquífero subterrâneo necessitados de qualidade do solo para manter sua qualidade e quantidade de água.

Assim, índices como os apresentados abaixo (Tab. 3) seriam extintos em cidades bem planejadas e estruturadas como Santa Maria, que possui um Plano Diretor muito abrangente e otimista, porém não executado na cidade. Nele, segundo o Anexo 12 do LUOS (SANTA MARIA, 2009), grande parte da R.A. Oeste é constituída de duas Áreas de Conservação Natural - a do Aquífero Arenito Basal Santa Maria e do Arroio Ferreira -, além de muitas Áreas de Preservação Permanente (APPs) de recursos hídricos, infelizmente, não implantadas ou fiscalizadas segundo os resultados deste estudo.

Tabela 3 - Uso do solo na R.A. Oeste.

Tipo de uso	Área (m²)	Frequência Relativa (%)
--------------------	-----------------------------	--------------------------------

Áreas agrícolas	8.971.015	34,2
Corpos d'água	22.325	0,1
Floresta Estacional Decidual	366.084	1,4
Plantações exóticas	2.567.232	9,8
Solo Exposto	851.786	3,2
Áreas impermeabilizadas	13.463.673	51,3

Fonte: Elaborada pela autora.

O Nova Santa Marta é um bairro que possui oito loteamentos, sendo sete deles irregulares pela prefeitura segundo dados de 2011 (CARDOZO, 2013, p. 56) e o Conjunto Habitacional Nova Santa Marta. Neste, a confluência de nascentes dos Arroios Ferreira e Cadena é de extrema relevância quando considera-se que 85 % do bairro é impermeabilizado e urbanizado e, segundo Dal'Asta (2009, p. 157) é a unidade geoambiental que mais apresenta feições erosivas de Santa Maria. Isso é justificado pela ocupação irregular, gerando grande fragilidade natural gerada por intensos processos erosivos como ravinas e voçorocas associadas à rede de drenagem.

Além da questão de processos de voçorocamento relacionados à falta de mata ciliar das nascentes e cursos dos rios, há uma degradação ambiental elevada nestes locais. Suas margens são consideradas depósitos de lixo, por falta de educação ambiental, e alguns serviços básicos como esgotamento sanitário deixam a desejar.

Além da disposição inadequada de resíduos recicláveis em meio às margens e ao curso dos rios, animais domésticos são encontrados em meio a pouca vegetação existente, prejudicando a sobrevivência da fauna silvestre. Para a frenagem do processo de voçorocamento e até mesmo de caça, podendo restaurar-se a flora e fauna de Mata Atlântica, a solução seria um cercamento das áreas de APP desta área, podendo estender-se a todo Arroio Ferreira.

A área que é classificada como área agrícola na porção noroeste do bairro é de propriedade do exército, inviabilizando a ocupação contínua do espaço urbano (*ibid.*, p. 158). Uma grande área de solo exposto é encontrada nessa área, crendo-se ser alternada com plantações e pastagens, o que aumenta os processos erosivos de sedimentação e assoreamento dos afluentes do Ferreira nesse local.

O curso principal do Arroio Ferreira tem sua porção norte dentro da cidade localizada no bairro Agroindustrial, possuindo muitas ramificações de drenagens que

se intercalam entre zonas industriais, residenciais e rurais. Porém, a maior área deste é ocupada por plantações, principalmente de arroz e, após a colheita, são substituídas por pastagem para a pecuária bovina.

A pecuária de Santa Maria, em 2013, incluindo bovina, bubalina, suína, caprina, ovina e de galináceos, matou cerca de 300 mil cabeças, sendo mais de um terço dessas bovinas (IBGE, 2014). O lucro da exploração animal terrestre não foi divulgado pelo IBGE e a estimativa deste valor estaria na casa de quatro centenas de milhões de reais, somente para a produção bovina.

A exploração destes para produtos como leite de vaca, ovos de galinha, de codorna e lã rendeu cerca de sete milhões para os produtores. As aquiculturas de carpa, tilápia, traíra, trairão e outros peixes tiveram valores de produção divulgados pelo IBGE (2014), tendo uma produção de 143.000 Kg (90 % destes é de carpas) e lucro de mais de um milhão de reais nessa indústria no ano de 2013 (*ibidem*).

Ao longo de todo o curso do Arroio Ferreira e em outras áreas agrícolas de Santa Maria, há plantações temporárias e perenes. Entre as lavouras temporárias estão produtos como o alho, amendoim, arroz, batatas doce e inglesa, cana-de-açúcar, cebola, feijão, fumo, mandioca, melancia, melão, milho, soja, tomate e trigo. Em 2013 foram produzidas mais de 200 milhões de toneladas destes produtos, gerando lucros de cerca de 170 milhões de reais aos empreendedores (*ibidem*).

As lavouras permanentes são raras e envolvem frutas como abacate, caqui, figo, goiaba, laranja, limão, pera, pêssigo, tangerina e uva. Há frutas, como morangos e butiás, vendidas somente por pequenos produtores e outras como maracujá e kiwi sendo importadas pelos mercados. 933 toneladas destas frutas foram produzidas em 2013, gerando lucro de mais de um milhão de reais aos produtores.

Uma das grandes fragilidades dos cursos do Arroio Ferreira e seus afluentes é que a qualidade e quantidade da água vêm reduzindo, devido à poluição por agrotóxicos desses diversos tipos de produção ao longo de seu curso. Esta perda se dá principalmente pelo assoreamento dos canais que se encontra em estágio avançado, como consequência da falta de mata ripária (que agiria como filtro, se presente) como mostrado do mapa de uso do solo.

Dal'Asta (2009, p. 149) destaca que outro agravante para a perda da quantidade de água neste bairro é relacionado à captação dos empreendedores das

lavouras através de bombas d'água diretamente do rio, prática ilegal que deve ser fiscalizada e mitigada através da “produção” de água pelo isolamento e reflorestamento da mata ciliar nestas margens. É importante a conservação das mesmas para toda a bacia, pois este rio desemboca no Vacacaí-Mirim à jusante.

O Distrito Industrial deveria receber atenção especial, não só por possuir um grande potencial poluente a um aquífero (FOLLMANN, 2012), mas também por se encontrar nas encostas do rebordo. A proximidade com as florestas de mata atlântica fazem com que ocorra uma regeneração florestal mais rápida se isoladas, no mínimo as APPs ripárias. A dispersão nessa área tem mais oportunidade de sucesso, tanto por anemofilia quanto por zoocoria, pois a abundância e riqueza de espécies florestais são maiores. Deve-se lembrar de que sempre se deve fazer um controle das espécies exóticas.

A presença de grandes áreas de solo exposto no bairro Agroindustrial é justificada pelo período entressafras. Além disso, as matas-galerias datadas como nativas em estudos de Alves (2012) são muito impactadas por plantações exóticas, tendo que assim classificá-las como plantações exóticas por se encontrarem muito modificadas, sendo alguns trechos não comerciais prejudicados pela dispersão por dessas espécies exóticas invasoras.

Assim, de cerca de 20 % em que Alves (2012) denominava ser de florestas nativas em toda a zona Oeste, somente 1,4 % encontram-se em sua maioria preservada e, cerca de 10 %, em plantações arbóreas exóticas. Os outros 7,5 % foram perdidos em outras classes como solo exposto, áreas impermeabilizadas ou até mesmo corpos d'água que não estavam presentes na classificação do autor.

Para a melhoria do reflorestamento dessas áreas de arroio, é um tópico do Plano Municipal de Arborização e Reposição Vegetal de Santa Maria o reflorestamento de margens dos arroios, além do incentivo à plantação de mudas em casa (JACQUES, 2011). O Projeto “Adote uma Praça” também seria uma boa solução se houvesse fiscalização dos canteiros. Esse projeto terceirizou a responsabilidade da prefeitura pelo ajardinamento de canteiros como os do calçadão, do trevo da GARE ou do pórtico da Base Aérea para empresas conhecidas em Santa Maria, como UNIFRA, Peruzzo, Parque Hotel Morotin, entre outros. Em alguns locais esta ideia funciona, mas como se constata, essa responsabilidade é algumas vezes esquecida pela empresa ou abandonado, assim

como pessoas que adotam animais e depois se desfazem, já que não há consequência nenhuma, pois não há fiscalização nem obrigatoriedade.

Como oportunidade como área pública de lazer e interação ambiental na zona Oeste, existe a área do Jockey Clube de Santa Maria, no bairro Juscelino Kubitschek, hoje destinada para poucos eventos, como o Festival de Balonismo de Santa Maria. Se esta área fosse mais bem aproveitada, a empatia das pessoas do bairro, da região administrativa ou outras zonas da cidade poderia aumentar, servindo de estímulo ao lazer ecológico da cidade. Em contrapartida, este ainda não possui rede de coleta de esgoto (FOLLMANN, 2012, p. 74).

Nas proximidades do Arroio Ferreira, entre ele e o Cadena, há um lençol freático denominado Aquífero Arenito Basal Santa Maria, que começa ao Oeste e se estende ao Sul do Distrito Sede. Este, como o Ferreira, também é considerado Área de Conservação Natural pela LUOS (SANTA MARIA, 2009), possibilitando o uso sustentável. Ele cobre os seguintes bairros da zona Oeste: Agroindustrial, Juscelino Kubitschek, Pinheiro Machado, Tancredo Neves, Boi Morto da zona Sul: Lorenzi, Tomazetti e do Centro-Leste, chegando pequena parte ao bairro Diácono João Luiz Pozzobon. Também abrange os distritos de Santo Antão, São Valentim (área militar) e Pains e, juntamente com o bairro Boi Morto e Diácono João Luiz Pozzobon, por não serem urbanizados, não representam áreas potencialmente poluidoras da água, desde que mantem suas APPs de matas ripárias de acordo com a lei.

O único bairro citado acima que possui rede de esgoto é o Tancredo Neves, ou seja, todos os outros locais em que está incluído o aquífero não possui rede de coleta e tratamento de esgoto, segundo estudo de Follmann (2012). Além de não possuírem rede de esgoto, no Agroindustrial há atividades industriais²⁷, no Pinheiro Machado há oficinas mecânicas, no Lorenzi há esses dois usos acima mais serviços automotivos e poço de combustível, no Tomazetti há um ferro velho. Esses usos tornam esses bairros mais potencialmente poluidores que os outros ruralizados que, infelizmente, encontram-se em cima de uma área de recarga de aquífero com presença quase nula de matas nativas (1,4 %) para a filtragem dessa poluição física.

No bairro Pinheiro Machado, a área que se localiza sobre o aquífero é residencial e a destinação final dos resíduos (falta de esgotamento, com exceção do Loteamento Cipriano da Rocha) segundo Follmann (*op. cit.*, p. 90) é o que torna o

²⁷ Metalúrgica, indústria alimentícia, fábrica de implementos agrícolas, fábrica de produtos de limpeza, fábrica de artefatos de cimento, fábrica de aquecedores solares e indústria de bebidas.

uso do solo potencialmente poluidor. Além disso, como não há rede de esgotos, a oficina mecânica encontrada sob a área do aquífero não deve realizar a destinação correta dos fluidos (efluentes líquidos) derivados de petróleo ou não.

Como citado anteriormente, devem ser aproveitadas áreas de expansão urbana pela prefeitura como áreas de lazer ambiental. Foi observada uma área em potencial para um parque ou praça, observada em estudo de Follmann (*op. cit.*, p. 94) adjacente leste ao Loteamento Cipriano da Rocha, oeste do Hospital Regional. Em pesquisa realizada pela autora, a maioria dos moradores de residências próximas ao Hospital Regional, dos bairros Pinheiro Machado e Tancredo Neves, gostaria de usufruir de momentos de lazer em parques ou praças próximos às suas residências. Em 2012, esta área já estava demarcada para uma futura ocupação residencial, mas atualmente essa área encontra-se desocupada, possuindo somente maior índice de impermeabilização no terreno do hospital.

No bairro Tancredo Neves se encontra o único trecho de um afluente do Arroio Ferreira que possui parte canalizada, desde o projeto inicial da COHAB. Segundo estudo feito por Rubin (2012, p. 123), as partes do rio em que não há canalização estão poluídas por lixo e até mesmo possuem ocupações irregulares em áreas onde deveriam ser APPs ripárias. Através da ocupação irregular e desmatamento das margens, há assoreamento, gerando pequenas inundações em eventos pluviais no entorno do córrego. Com isso, novamente se reforça a presença de árvores nativas em matas ciliares, pois essas aumentam a infiltração da água no solo, gerando menos riscos de inundações.

No bairro Boi Morto, encontra-se o Campo de Instrução de Santa Maria (CISM). Por ser uma área militar, há algumas vantagens e desvantagens em relação ao uso do solo. A frenagem da urbanização é uma vantagem deste tipo de ocupação. Como desvantagens, tem-se a compactação do solo através da passagem de blindados, diminuindo a infiltração da água das chuvas e aumentando o escoamento. Como são áreas de plantação de grama, somente (e algumas florestas exóticas), os processos erosivos como voçorocamento são muito frequentes nessa área, gerando estruturas parecidas com as da voçoroca de São Valentim (Fig. 45), distrito de Santa Maria onde também está incluído o Aquífero Arenito Basal.



Figura 45 - Voçoroca em São Valentim, distrito de Santa Maria. Ocupação por pasto.

Fonte: Autora, out. 2013.

Em estudos de Pittelkow (2014) e Sant'Ana (2012), realizados nas estradas e em colinas do CISM, demonstra-se que o abandono da estrada de terra, somado à falta de arborização e carreamento de sedimentos devido ao salpicamento gerado pela chuva e a baixa permeabilidade do solo são os geradores dos processos de formação de sulcos e ravinas do CISM no bairro Boi Morto. Com isso, o aceleração e intensificação do processo de surgimento de feições erosivas nas estradas se dão pela falta de cobertura vegetal e pela compactação do solo gerado por blindados do exército.

Assim, sugere-se que, nestas áreas, além da conservação de APPs, sejam implantados 30 m de reflorestamento de arbustos e árvores do Pampa e/ou Mata Atlântica em cada lado da estrada. Com isso, o grau de infiltração do solo é aumentado e o solo fica menos suscetível a pequenos deslizamentos que aumentariam os processos erosivos das voçorocas - que seguem um caminho preferencial de água, portanto possuem quantidade de solo necessário e são férteis. Além disso, essa medida também facilitaria na conexão entre áreas ripárias, de estradas e fragmentos de Floresta Estacional Decidual se seguidos os cursos do Arroio Cadena e estendidos ao Ferreira e Cancela.

Como a média do índice de cobertura arbórea nativa por habitante na zona Oeste da cidade se encontra na segunda casa depois da vírgula (Tab. 3.a), alguns bairros não representam essa realidade. Como há somente 224 moradores no bairro Agroindustrial e, apesar de possuir uma grande área agrícola e industrializada e esparsos fragmentos florestais nativos, é o bairro que possui maior índice: 126,2 m²/hab. Por segundo encontra-se o Renascença, com 51,6 m²/hab. e em último encontram-se empatados os bairros Pinheiro Machado e São João, com nenhuma cobertura arbórea nativa para os habitantes do bairro. O São João até possui certa mata ripária em um córrego que corta o bairro de oeste a leste, porém essa se encontra demasiadamente interferida por espécies exóticas, provavelmente provenientes do sul do bairro.

Tabela 3.a - Índice de cobertura arbórea por habitante no Oeste.

	Bairro	Cobertura arbórea (m ²)	População (indivíduos)	Cobertura arbórea por habitante (m ² /hab.)
Oeste	Renascença	92.331	1.791	51,6
	Tancredo Neves	56.570	11.456	4,9
	Jucelino Kubitschek	26.583	13.730	1,9
	Nova Santa Marta	20.171	12.722	1,6
	Agro Industrial	28.260	224	126,2
	Boi Morto	19.910	2.561	7,8
	Pinheiro Machado	0	10.943	0,0
	São João	0	1.706	0,0
	Média Geométrica			0,01

Fonte: Elaborada pela autora.

O Aquífero Arenito Basal Santa Maria também se estende à zona Sul da cidade, nos bairros Lorenzi e Tomazetti. Essa Região Administrativa é composta por apenas quatro bairros: os dois citados acima, Urlândia e Dom Antônio Reis (Fig. 42, nº 1, 2, 5, 3). O índice de áreas impermeabilizadas nestes bairros é alto, chegando a quase metade da área e o índice de áreas agrícolas também é alto, chegando a 35 % (Tab. 4)

Tabela 4 - Uso do Solo da R.A. Sul de Santa Maria.

Tipo de uso	Área (m ²)	Frequência Relativa (%)
Áreas agrícolas	4.896.184	35,1
Corpos d'água	36.126	0,3
Floresta Estacional Decidual	853.401	6,1
Plantações exóticas	524.531	3,7
Solo exposto	806.238	5,8
Áreas impermeabilizadas	6.842.272	49,0

Fonte: Elaborada pela autora.

Deste modo, a fragmentação causada nestes quatro bairros é dada, principalmente no Lorenzi, Urlândia e Dom Antônio Reis, pela expansão imobiliária de construções civis particulares. Em parte do Lorenzi e na maioria da área do bairro Tomazetti, a fragmentação é consequência da expansão de áreas agrícolas. Não há cobertura as margens dos afluentes do bairro Tomazetti, gerando incompatibilidade legal de APPs, sendo ocupadas para uso agrícola, gerando contaminação das águas fluviais presentes principalmente na região central do bairro. Por meio disso, as águas já chegam contaminadas ao bairro Lorenzi, que possui pequenos fragmentos florestais nativos em suas margens mais centrais do bairro.

As margens do bairro Tomazetti que fazem fronteira com o distrito de Pains estão bem conservadas, respeitando as margens de 30 metros (exatos) em cada lado do rio, com algumas exceções que ocorrem alguns estreitamentos. Porém, nesse mesmo bairro, às margens da BR 392, encontra-se um ferro velho, unidade de uso do solo potencialmente poluidor. Deve-se considerar que a infiltração natural dessa área (sem rede de esgoto) carrega substâncias corrosivas, graxas tintas ou óleos, como citado anteriormente em caso semelhante no bairro Pinheiro Machado.

As margens do Cancela no Urlândia tem problemas semelhantes às do Ferreira no bairro Tancredo Neves. Moradores da vila Urlândia, em estudo de Werner (2012), quando questionados se a residência está ligada a alguma rede coletora de esgoto sanitário 54 % disseram possuir fossa, 40 % estão ligadas ao esgoto pluvial e 6 % disseram eliminar seu esgoto a céu aberto. Ou seja, nesse quesito a Urlândia é diferente do Tancredo Neves, porém problemas semelhantes como poluição dos córregos por resíduos e rejeitos, assim como problemas de inundação são frequentes.

Neste mesmo estudo, quando questionados sobre o que é mais importante para a melhoria da paisagem da vila, 20 % responderam que o quesito arborização e 24 % o recolhimento do lixo e esgoto sanitário. Portanto, 46 % dos moradores acham importantes questões ambientais para a melhoria de seus espaços, ficando atrás apenas do quesito pavimentação, que também contribui para uma melhor qualidade de vida dos cidadãos.

A população ainda procura por áreas verdes, comprovando que o padrão necessário a ser adotado é o mínimo de 30 % de áreas verdes em um bairro

propostos por Oke (*op. cit.*) e Metzger (*op. cit.*). Assim, devem-se ser planejadas nos bairros mais áreas verdes públicas, pois no bairro Urlândia, que supre a cota de 12 m²/hab. da OMS, os moradores ainda desejam mais áreas verdes, ou seja, a necessidade humana demanda uma empatia maior com o verde.

A média de áreas verdes por habitante na zona Sul é de 36 % (Tab. 4.a), havendo discrepâncias entre os bairros dessa R.A. O bairro Tomazetti possui a maior proporção de áreas verdes por habitante, sendo esta de 140 m²/hab., devido a quantidade razoável de mata e poucos habitantes neste local. O bairro que possuiu o menor índice supre a meta da ONU, possuindo 16 m²/hab.

Tabela 4.a - Índice de cobertura arbórea por habitante no Sul.

	Bairro	Cobertura arbórea (m ²)	População (indivíduos)	Cobertura arbórea por habitante (m ² /hab.)
Sul	Urlândia	144.664	8.967	16,1
	Dom Antônio Reis	31.584	1.984	15,9
	Tomazetti	286.852	2.039	140,7
	Lorenzi	231.579	5.621	41,2
Média Geométrica				35,9

Fonte: Elaborada pela autora.

Por todos os motivos citados acima, denota-se a importância da implementação e fiscalização da legislação que protege a área de recarga do Aquífero Arenito Basal Santa Maria. Área, essa, que se denota esquecimento dos gestores como fonte hídrica da cidade, sendo a região administrativa mais desmatada do município (mais do que o Centro Urbano). Através de dados como estes que se conclui que a prática agrícola desmata mais que instalações de construção civil em Santa Maria.

O Centro-Oeste da cidade, composto pelos bairros Duque de Caxias, Noal, Passo D'Areia, Patronato e Uglione (Fig. 42, nº 8, 13, 27, 11, 6) possui disparidades entre a ocupação de seus bairros. A fragmentação nessa região ainda é muito grande, possuindo apenas 5 % (Tab. 5) da área total da R.A. coberta por florestas nativas.

Tabela 5 - Uso do Solo do Centro-Oeste de Santa Maria.

Tipo de uso	Área (m ²)	Frequência Relativa (%)
Áreas agrícolas	872.986	13,6
Corpos d'água	13.501	0,2
Floresta Estacional Decidual	310.849	4,9

Plantações exóticas	156.003	2,4
Solo exposto	50.458	0,8
Áreas impermeabilizadas	5.006.077	78,1

Fonte: Elaborada pela autora.

Os bairros Duque de Caxias e Noal são os mais impermeabilizados, possuindo cerca de mais de 90 % de suas áreas ocupadas pela construção civil. O bairro Patronato possui cerca de 80 % da sua área impermeabilizada, sendo também este o principal motivo da fragmentação deste bairro. Os bairros Passo D'Areia e Uglione possuem índice de áreas agrícolas próximos aos 20 %, mas ainda a maior parte de sua área (cerca de 70 %) é ocupada pelo avanço central ocupacional urbano em direção ao oeste. Esses últimos dois bairros se encontram nos extremos norte e sul da região administrativa Centro-Oeste, ou seja, estão localizados mais na periferia da cidade e em regiões com áreas agrícolas, por isso o uso do solo é mais diversificado.

No entanto, essa variedade dos usos não os torna melhores no quesito qualidade de vida, já que todos os bairros possuem menos de 10 % de cobertura arbórea tanto nativa quanto exótica. Para a qualidade ambiental, menos ainda, pois a média é de menos de 5 % de áreas verdes nativas por bairro, chegando a ser quase impossível de se planejar uma conexão destas. Assim, a biodiversidade faunística nesses fragmentos é quase nula, pois além de serem muito pequenos, não possui fluxo gênico algum, gerando em extinções locais de espécies.

O bairro Patronato possui mais horizontalização em suas construções, abrigando uma população menor em uma área pequena, porém de muitas áreas verdes com mata nativa, respeitando as APPs da Sanga da Aldeia, afluente do Cadena. Já, o bairro Passo D'Areia, que possui mais do que o dobro do tamanho do bairro anterior, possui maiores áreas em extensão de Floresta Estacional Decidual, porém, em proporção à área e a população do bairro, é muito menor que o Patronato.

Assim, sem discrepâncias muito grandes entre os bairros, com exceção do Noal, a média do índice de áreas verdes para a R.A. Centro-Oeste é de 12,5 m²/hab. (Tab. 5.a). O bairro que possui o menor índice é o Noal, devido à grande quantidade de áreas impermeabilizadas em uma área tão pequena, população alta, obtém um índice de 4,7 m²/hab.

Tabela 5.a - Índice de cobertura arbórea por habitante no Centro-Oeste.

	Bairro	Cobertura arbórea (m ²)	População (indivíduos)	Cobertura arbórea por habitante (m ² /hab.)
Centro-Oeste	Duque de Caxias	35.598	3.339	10,7
	Patronato	62.109	2.575	24,1
	Uglione	34.804	1.808	19,3
	Passo D'Areia	90.364	6.995	12,9
	Noal	35.494	7.582	4,7
Média Geométrica				12,5

Fonte: Elaborada pela autora.

No Centro-Leste da cidade a realidade é muito diferenciada de todas as outras regiões administrativas da cidade, sendo este, composto por apenas quatro bairros: Diácono João Luiz Pozzobon, Cerrito, Pé-de-Plátano e São José (Fig. 42, nº 40, 12, 26 e 14). Todos os parâmetros de uso são diferentes em cada bairro, então as médias (Tab. 6) não representam cada bairro, mas o geral da região administrativa.

Tabela 6 - Uso do Solo do Centro-Leste de Santa Maria.

Tipo de uso	Área (m ²)	Frequência Relativa (%)
Áreas agrícolas	6.384.305	29,88
Corpos d'água	5.770	0,03
Floresta Estacional Decidual	2.304.392	10,78
Plantações exóticas	2.513.779	11,76
Solo exposto	3.066.030	14,35
Áreas impermeabilizadas	7.092.788	33,19

Fonte: Elaborada pela autora.

É a zona que mais possui semelhança de ocupação entre áreas impermeabilizadas, cobertura arbórea nativa e exótica e áreas agrícolas, sendo aproximadamente de 30 % para as duas primeiras classes citadas aqui e 22,5 % para a terceira. Porém, como dito, isso não representa os dados de todos os bairros (Tab. 6.a), como será mostrado a seguir.

Tabela 6.a - Frequências relativas aos usos do solo dos bairros do Centro-Leste da cidade.

Tipo de uso	Cerrito (%)	Pé-de-Plátano (%)	Diac. João Luiz Pozzobon (%)	São José (%)
Áreas agrícolas	22,5	36,4	35,9	21,6
Corpos d'água	0,0	0,1	0,0	0,0
Floresta Estacional Decidual	34,5	0,9	7,4	1,0
Plantações exóticas	19,0	10,7	7,9	11,7
Solo exposto	0,0	17,5	21,1	15,1

Áreas impermeabilizadas	24,0	34,4	27,7	50,5
--------------------------------	------	------	------	------

Fonte: Elaborada pela autora.

O bairro Diácono João Luiz Pozzobon, em estudo de Alves (2012), tinha representação de sua cobertura arbórea em 25 % da área, porém, não havia diferenciação entre florestas nativas ou plantações exóticas arbóreas. Não há dúvidas de que houve supressão da cobertura arbórea nativa, porém se acredita que essa porcentagem está dividida nos 7,4 % de Floresta Estacional Decidual, encontrada nas margens mais ao sul do bairro, 7,9 % em plantações exóticas e cerca de 20 % em solo exposto. No mesmo estudo, em 2011, os espaços construídos somavam apenas 16 % do bairro, quando atualmente somam 27,7 % da área do bairro, ou seja, esse índice comprova que os 10 % de área de cobertura arbórea perdida foi substituído por áreas impermeabilizadas neste bairro.

As áreas de solo exposto mais ao sul do bairro, mais provavelmente, são destinados ao agrossilvopastoreio, e os mais ao norte do bairro à construção de loteamentos. Neste bairro encontram-se os maiores e mais populares loteamento de Santa Maria, o Moradas Clube, ao lado de um dos mais tradicionais clubes da cidade, o Clube Recreativo Dores e o Sargento Dorneles 1, 2 e 3. Estas construções foram mais “dribles” das empresas com a prefeitura ou Fepam, na época ainda participante de esquemas de fraude. Até 2011 os loteamentos Sargento Dorneles 1, 2 e 3 ainda se encontravam em situação irregular e nada foi feito até hoje em relação a isso.

Dos quatro bairros da R.A. Centro-Leste, o Diácono João Luiz Pozzobon é o segundo mais ruralizado e os agentes causadores da fragmentação são totalmente mistos. Assim, as classes de plantações exóticas, áreas impermeabilizadas, solo exposto e áreas agrícolas contribuem para uma ocupação humana predatória, tendo como consequência um bairro totalmente fragmentado.

O bairro Pé-de-Plátano é o bairro mais ruralizado do Centro-Leste da cidade, possuindo 65 % do seu uso em áreas agrossilvopastoris/solo exposto. As áreas de solo exposto nesse bairro, certamente, representam áreas agrícolas, somando um total de 54 % desta classe de uso cobrindo a área do bairro. Comparando com estudo de Alves (2012), as áreas impermeabilizadas ganharam espaço, somando 34,4 % da área do bairro, quando em 2011 somava 19,5 %. Novamente, a taxa de cobertura vegetal arbórea de 25,7 % há quatro anos é dividida atualmente em 1 %

da área total somente representada pela Mata Atlântica e 11 % de plantações exóticas. Como se nota, novamente, a cobertura arbórea nativa do bairro foi substituída por áreas impermeabilizadas e até um loteamento (Presidente) em situação irregular com a prefeitura há até poucos anos, não sabendo a situação atual deste.

Esses dados são alarmantes, dada à proximidade do bairro Pé-de-Plátano com o rebordo. Seguindo o padrão métrico identificado neste estudo, quanto mais perto da área-fonte, em maior quantidade e dimensão seriam encontrados os fragmentos remanescentes de Mata Atlântica. Essa exceção, além de ser incitada pelos empreendedores e moradores do próprio bairro, é impulsionada pela fronteira norte do bairro, o Distrito de Arroio Grande, totalmente ruralizado, possuindo, igualmente, grande índice de desmatamento, muitas vezes, ilegal.

O Bairro São José é o mais urbanizado do Centro-Leste da cidade, possuindo 50,5 % de sua área impermeabilizada. Assim como nos bairros Pé-de-Plátano e Diácono João Luiz Pozzobon, o índice de solo exposto no São José é alto, ocupando cerca de 15% do bairro. A maior parte do solo exposto é de áreas agrícolas, sendo a única área de construção de um novo loteamento localizada entre a Vila dos Sargentos da Base Aérea e o Parque Jardim Lindoia. Este é o futuro *Viareggio - Residence Club*, uma área de condomínio fechado de alto padrão de construção.

Uma maneira de aumentar a arborização do bairro São José seria através do incentivo do preenchimento de 30 % do bairro com áreas verdes privadas, podendo ser divididas em ajardinamento dentro do lote de terreno privado e áreas de canteiros nas calçadas ou outras vias comuns de dentro dos condomínios. Como o novo condomínio já possui áreas sociais como academia, campo de futebol, playground e piscina em comum, pode-se reflorestar uma praça, arborizando-a com espécies nativas da Mata Atlântica, podendo funcionar como um futuro trampolim ecológico para pássaros silvestres, por exemplo.

Essa sugestão seria uma iniciativa não exclusiva deste bairro, podendo ser levada a outros loteamentos. O ideal é de que a(s) área(s) verde(s) central(is) dos condomínios seja(m) conectada(s) através das calçadas ou outros meios por corredores lineares arbóreos até matas ciliares de qualquer bairro e por meio de estruturas de conexão, sejam elas passagens inferiores ou superiores às rodovias.

Os cursos d'água presentes nas áreas impermeabilizadas se encontram canalizados e nas áreas agrícolas aflorados. Então, além da sugestão acima, existe a obrigatoriedade do cumprimento das exigências de APPs ripárias que devem ser respeitadas nas áreas agrícolas, pois há muitos trechos desnudos ou com menos da metade do exigido de 30 metros de cada lado do rio.

Ao nordeste do bairro, ao lado do Parque Residencial Sarandi deveria ocorrer uma preservação maior da área, já que é área de afloramento de fósseis da Sanga do Armário. Esta, atualmente, está sendo utilizada como área agrícola de lavoura e silvicultura²⁸ e estes não são usos adequados para se ocupar um sítio fossilífero devido ao grande manuseio da terra. O ideal seria a conservação desta área através de medidas mitigatórias tomadas pela prefeitura, como restrição de uso.

O bairro desta zona que possui maior índice de cobertura arbórea por habitante é o Cerrito, possuindo mais de 1.200 m²/hab. (Tab. 6.b). Um grande índice também é encontrado no bairro Diácono João Luiz Pozzobon. Não por apresentar grandes áreas de florestas ou conservação de APPs, mas por apresentar uma população pequena, no bairro, assim como o Cerrito, possuindo 146 m²/hab. A média da R.A. Centro-Leste não representa nenhum dos bairros, devido à diversidade de resultados extremos (de 4 a 1.232 m²/hab.).

Tabela 6.b - Índice de cobertura arbórea por habitante no Centro-Leste

	Bairro	Cobertura arbórea (m ²)	População (indivíduos)	Cobertura arbórea por habitante (m ² /hab.)
	Cerrito	1.389.052	1.127	1.232,5
Centro-Leste	Diác. João Luiz Pozzobon	461.243	3.152	146,3
	São José	23.211	5.697	4,1
	Pé-de-Plátano	17.670	2.200	8,0
	Média Geométrica			23,0

Fonte: Elaborada pela autora.

O Cerrito é o bairro mais arborizado da região Centro-Leste da cidade devido à presença de dois morros-testemunho ainda conservados em seus dois terços superiores: Cerro Mariano da Rocha e Cerrito. Estes dois têm seus topos protegidos pelo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012) e seus arredores indicados na LUOS como “Zona dos Morros” (SANTA MARIA, 2009).

²⁸ Interessante destacar que as plantações exóticas encontradas não são de espécies usuais madeireiras. Crê-se que seja de alguma espécie frutífera.

Essa última não faz diferença nenhuma para a cidade quando o quesito é expansão civil imobiliária no entorno dos morros e plantações exóticas localizadas muito próximas à mata nativa, comprometendo a ecologia estrutural e funcional dos ecossistemas dos morros, que já haviam sido danificados pela fragmentação. É dito isso em toda comunidade ambiental acadêmica devido ao o avanço ocupacional civil e uso do solo incorreto, incompatíveis com a lei, continuarem mesmo após a elaboração do Anexo 12, em 2005.

Isso também é corroborado pelo fato de o Morro da Alemoa também ter seu topo protegido como APP por lei municipal, mas hoje é coberto somente por áreas agrícolas (solo exausto) e plantação exótica e, em seu entorno, a Mata Atlântica foi tão perturbada pela silvicultura que (mais de 70% de sua composição florestal) que deve ser considerado estabelecimento exótico acidental. No morro Cerrito os Fósseis do Cerrito se encontram em uma área de ainda de floresta nativa, porém rodeada de espécies exóticas, sendo estas de intuito não comercial. Deste modo, os sítios fossilíferos da cidade estão se perdendo em quesitos quali-quantitativos, já que possuem plantações exóticas, o processo pode danificar fósseis e até mesmo retirá-los sem perceber na colheita.

O Cerrito é o único bairro do Centro-Leste em que a área ocupada por fragmentos de Floresta Estacional Decidual é maior do que as áreas impermeabilizadas, porém também mantém altos índices de áreas agrícolas e plantações exóticas (Tab.15). Este é o primeiro bairro citado até agora que cumpre a meta de 30 % da área destinada a cobertura arbórea em dois pontos do bairro. Porém essas áreas vêm valorizando imobiliariamente a cada ano, por se encontrarem em zonas ainda centrais e, conseqüentemente sofrendo pressão do avanço da ocupação imobiliária.

Em estudo de Alves (2012), o bairro possuía apenas 16 % de sua área impermeabilizada e hoje possui 23 %. Áreas de plantações exóticas também só tendem a expandir, já que são espécies invasoras, de fácil dispersão e adaptação. Estas se encontram - além dos arredores dos Fósseis da Alemoa e do Cerrito - em uma quadra entre o Morro do Cerrito e o e nos arredores do Mariano da Rocha.

Por dispersão e também por plantio proposital, algumas plantações de *Pinus* e *Eucalyptus* estão avançando para cima das bases do morro. Estas árvores devem

ser retiradas das proximidades dos morros, havendo urgência nessa iniciativa que deve ser feita pela prefeitura ou órgãos ambientais como Fepam ou IBAMA.

A medida deve ser urgente porque além de prejudicarem coletas de patrimônios de três sítios fossilíferos próximos ao morro (dois no bairro Cerrito e um no São José), desestruturam os ecossistemas de Mata Atlântica presente nesses morros. Após, discussões devem ser realizadas sobre a restrição do uso do solo da Zona dos Morros (AC7 do Anexo 12 do LUOS) do município de Santa Maria.

No sul e sudeste do Cerrito e no leste do Mariano, há áreas que aparecem como edificadas no mapa de uso do solo. Apesar de possuírem alguma construção civil, também possuem muito solo exposto em exaustão pela silvicultura.

Aliás, se observam degraus de extração de terra nas partes sudeste do morro Cerrito e leste do Mariano da Rocha. Estes aumentam o efeito de borda e diminuem a circularidade dos morros, impactando intensamente a biodiversidade. Além do mais, devido ao desmatamento, diminuem a estabilidade do morro e aceleram processos erosivos, aumentando a chance de deslizamentos que poderiam causar algum acidente grave nesta área localizada em um dos principais acessos do centro à UFSM (BR 287 - "Faixa Nova").

Assim, os morros-testemunho Mariano da Rocha e Cerrito estão em bom estado de conservação em seus topos de morros, o porém é de que somente a conservação de topo de morros não garante a conservação da biodiversidade. Estes morros estão envolvidos por uma malha urbana e espécies exóticas que prejudicam e muito a preservação de suas características ambientais, perdendo, além de conectividade, área e espécies (inclusive que não foram datadas ainda).

Para a conservação da diversidade biológica, o ideal seria que estes se mantivessem conectados com suas áreas-fonte, ou seja, com áreas do Rebordo do Planalto Meridional Brasileiro. Os remanescentes de Floresta Estacional Decidual mais próximos estão situadas na R.A. Nordeste.

O Nordeste da cidade está dividido em seis bairros, sendo eles: Campestre do Menino Deus, Itararé, Km 3 ("quilômetro três"), Menino Jesus, Nossa Senhora das Dores e Presidente João Goulart (Fig. 42, nº 39, 34, 41, 25, 23 e 32). O bairro que se encontra mais próximo aos morros-testemunhos do Cerrito é o Km 3 e, felizmente, é o bairro mais conservado da cidade, possuindo mais da metade de sua área coberta por Floresta Estacional Decidual.

Alguns dos bairros possuem semelhanças de uso entre si, porém discrepância entre outros da mesma R.A. Para isso, para essa zona, assim como para a Centro-Leste, serão discriminados bairro a bairro para não haver generalizações do uso do solo, diminuindo a fidelidade do presente trabalho.

A média geral de Floresta Estacional Decidual da R.A. Nordeste de Santa Maria é de 36 % da área total desta região (Tab. 7), possuindo médio índice de impermeabilização (34,6 %), porém, com boa representatividade de áreas agrícolas (20,8 %). Assim, esta zona, se considerados os dados gerais, seria mais ruralizada e conservada do que alguns bairros realmente se apresentam. É a R.A. com maior quantidade de corpos d'água do município, devido à extensão da barragem do Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS).

Tabela 7 - Uso do Solo da R.A. Nordeste de Santa Maria.

Tipo de uso	Área (m²)	Frequência Relativa (%)
Áreas agrícolas	2.993.906	20,8
Corpos d'água	482.499	3,3
Floresta Estacional Decidual	5.213.842	36,2
Plantações exóticas	665.377	4,6
Solo exposto	70.770	0,5
Áreas impermeabilizadas	4.982.195	34,6

Fonte: Elaborada pela autora.

Os bairros Nossa Senhora das Dores e Menino Jesus, que possuem menor área e fazem limite com o Centro Urbano, são os mais impermeabilizados (Tab. 7.a), tendo cerca de 90 % de suas áreas impermeabilizadas. O Itararé faz fronteira direta com o bairro Centro, porém, sua área é maior e engloba maiores áreas de florestas naturais. Este e o bairro Presidente João Goulart, que não possui contato direto com o Centro Urbano, possuem média de ocupação por construções civis de cerca de 50 %.

Tabela 7.a - Frequências relativas ao uso do solo dos bairros do Nordeste da cidade.

Tipos de uso	Km3 (%)	Itararé (%)	Pres. João Goulart (%)	Ns. Sra. Das Dores (%)	Menino Jesus (%)	Camp. do Menino Deus (%)
Áreas agrícolas	10,8	8,6	17,5	1,8	0,3	28,6
Corpos d'água	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	5,6
Floresta Estacional Decidual	54,1	38,1	28,0	5,2	5,9	43,5
Plantações exóticas	6,7	0,8	0,4	2,3	0,0	7,2
Solo exposto	0,3	0,4	0,0	0,2	0,1	0,7

Áreas impermeabilizadas	28,1	52,0	54,1	90,5	93,7	14,4
--------------------------------	------	------	------	------	------	------

Fonte: Elaborada pela autora.

Já, os bairros Campestre do Menino Deus e Km 3, que são mais periféricos e fazem fronteira com Itaara e o Distrito de Arroio Grande, são maiores e menos urbanizados. O Campestre do Menino Deus possui menor área urbana que o Km 3, porém mais áreas agrícolas, substituindo as áreas que deveriam ser de florestas naturais, que ocupam maior área no bairro Km 3.

Deste modo, o motivo da fragmentação de remanescentes florestais de Mata Atlântica em todos os bairros da R.A. Nordeste são as ocupações urbanas que impermeabilizam e desconectam os fragmentos, com exceção do Campestre Menino Deus, em que o motivo são as áreas agrícolas. Nos bairros Presidente João Goulart, Km 3 e Itararé as áreas agrícolas também ocupam certa representatividade na responsabilidade do dano, todavia não são as principais causadoras da fragmentação no bairro.

Em dados disponibilizados em 2011 pela prefeitura apresentados estudo de Cardozo (2013), a quantia de loteamentos irregulares em toda R.A. Nordeste é muito grande e a maioria está relacionada aos à ferrovia. Assim, onde deveria existir uma grande margem em formato de corredores lineares em cada lado dos trilhos, evitando riscos de acidentes por desabamento da talude de corte de 5 metros de altura em cada lado da linha férrea, há construções irregulares de baixa renda, chamadas “invasões”.

Essas invasões também se encontram em zonas de riscos ambientais relacionados à ocupação em APPs de morros, com declividades acentuadas (exigindo construções de alto padrão) e APPs ripárias. Situações como deslizamentos devido à sobrecarga e à nudez do solo, causadas por desmatamento ilegal, são realidades a serem consideradas nestes locais, além do risco constante de alagamentos.

As áreas dessa zona que possuem o maior risco de ocupação e que são estabelecidas como áreas impermeabilizadas são as do entorno do Morro do Cechella, no bairro Itararé. Essas, além de possuírem risco de solapamento do morro pela ocupação de suas próprias residências, também possuem risco de quedas de barreira pelos cortes de taludes das linhas férreas.

O bairro Itararé, por sua proximidade do bairro Centro de Santa Maria, possui muito interesse de estabelecimento da população santamariense, porém, como o bairro limita-se ao Morro do Cechella, as grandes construtoras não ocuparam essas áreas (devido a sua ilegalidade). Deste modo, o avanço em direção aos morros é horizontalizado, ilegal e de baixo padrão, aumentando mais ainda os riscos da ocorrência de catástrofes em alguma eventualidade geomorfológica.

Essas construções de baixo padrão são estabelecidas ali devido ao histórico de uso do morro, em sua vertente oeste, de que nessa área encontrava-se instalada uma pedreira de extração basáltica. Com a sua desativação na década de setenta (proibição de pedreiras em áreas urbanas), famílias de baixa renda utilizaram os materiais que ali ficaram da antiga pedreira para construção de suas residências consideradas irregulares até os dias atuais (DAL'ASTA *et al.*, 2005, p. 899), atual Vila Bela Vista.

Essas ocupações no entorno do morro substituíram áreas de Floresta Estacional Decidual por áreas impermeabilizadas nos morros, até mesmo em áreas protegidas, avançando acima do um terço legal da base, chegando a 240 metros, na meia encosta. Estas casas localizadas na meia encosta possuem risco de possíveis tombamentos de árvores e deslocamentos de blocos que podem atingi-las.

Os processos erosivos são acelerados nestas áreas devido à grande retirada de vegetação, encontrando-se raízes de árvores expostas e blocos rochosos instáveis, gerando risco do escorrendo de casas podendo atingir as do nível inferior. Além disso, há residências que sofrem risco de caírem devido ao estabelecimento desta a um metro de proximidade do talude corte de cinco metros de altura realizado para a construção da linha férrea. (*ibid.*, p. 902).

Em estudo de Silva (2013), quando questionado aos moradores da encosta leste do Morro Cechella (Vilas Ns. Sra. Aparecida e Montanha Russa) sobre que tipo de providências eles têm tomado para diminuir o risco em que sua residência é sujeitada, quase 40 % responderam que plantam árvores no entorno desta. Pouco mais de 30 % acreditam que fazer valas no entorno da residência (desestabilizando mais ainda os solos) e quase 20 % responderam fazer contenções com entulhos e rochas.

Porém, neste mesmo estudo, quando perguntado para moradores do entorno da barragem DNOS se gostariam de morar em outro lugar, 72 % responderam que

não, 10 % que sim e 18 % que sim, dependendo do lugar. Se oferecido outro lugar para morar, 61% responderam que não e 39 % sim, constatando que 10 % da população que respondeu “não” na pergunta anterior só não gostaria de morar em outro lugar por saber de suas condições financeiras.

Há muitos anos cerca de metade do platô do morro do Cechella encontra-se somente com vegetação herbácea e rasteira e há anos há projetos lançados à prefeitura pelo dono da área para a impermeabilização da mesma. O último que lançou é de um condomínio residencial de alto padrão de construção no platô, onde seriam construídas casas de luxo.

Além do impacto social que traria (pois atuais moradores do entorno no Cechella não aprovam muito a ideia²⁹), a afronta à legislação federal, estadual e municipal pelo corte dessas árvores de todo, além do impacto gerado no acesso a esse local é de ser ridicularizado pelos órgãos ambientais e responsáveis pela assinatura dos EIA/RIMA³⁰. No entanto, considerações ainda são realizadas, visando apenas interesses do capital financeiro. Deste modo, se o condomínio for estabelecido no Cechella, não há justificativas para a não ocupação de todos os outros morros da cidade de Santa Maria, assim como APPs ripárias e Reservas Legais nos outros distritos. Assim, o caos ambiental através do setor imobiliário poderia se estabelecer no município.

A média de índice de cobertura arbórea do Nordeste é de 87,2 m²/hab., sendo que no bairro Itararé (mais populoso) é de 109 m²/hab., sendo o terceiro mais florestado por habitante desta R.A (Tab. 7.b). Os maiores índices estão no Campestre do Menino Deus, possuindo mais de 1200 m²/hab. e o do Km 3, com cerca de 660 m² de cobertura arbórea nativa por habitante.

Tabela 7.b - Índice de cobertura arbórea por habitante no Nordeste de Santa Maria.

	Bairro	Cobertura arbórea (m ²)	População (indivíduos)	Cobertura arbórea por habitante (m ² /hab.)
Nordeste	Km 3	1.649.596	2.504	658,8
	Campestre do Menino Deus	3.259.758	2.697	1.208,7
	Itararé	794.666	7.300	108,9
	Presidente João Goulart	438.580	6.252	70,2
	Menino Jesus	34.825	5.410	6,4
	Nossa Senhora das Dores	52.213	4.656	11,2
	Média Geométrica			87,2

Fonte: Elaborada pela autora.

²⁹ Cf. Silva (2013, p. 92).

³⁰ Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental.

Já, a ocupação do bairro Campestre do Menino Deus se dá de forma diferente, devido a grandes áreas disponíveis de transição entre a Depressão Periférica e a escarpa do Planalto. Assim, é favorável o estabelecimento de áreas agrícolas tanto de agricultura como de pecuária, o que realmente é encontrado nas áreas de depressão que não são urbanizadas.

As áreas construídas não possuem residências de poder aquisitivo diversificado e ainda são poucas as áreas urbanizadas nesse bairro (14,4 %). A predominância de áreas de Floresta Estacional Decidual (43,5 %) é localizada nas encostas escarpadas dos morros do Rebordo do Planalto e em menor quantidade em APPs ripárias do Rio Vacacaí-Mirim e seus afluentes.

A dinâmica regressiva constatada para os outros bairros também é padrão neste, comparada ao estudo de Alves (2012). Os 60 % de cobertura arbórea e exótica datados no estudo de 2011, estão divididos em 43,5 % de Floresta Estacional Decidual e 7 % em Plantações exóticas. Crê-se que os cerca de 10 % restantes foram tomados por áreas impermeabilizadas, pois a vegetação considerada de herbácea naquele estudo, ou seja, as áreas agrícolas desta região continuam cobrindo em cerca de 30 % da área do bairro.

É de extrema importância salientar que a legislação municipal que exige Área Especial de Conservação Natural num raio de 100 m do entorno da barragem DNOS e 50 metros de projeção horizontal a partir dos limites do álveo de cada lado das margens à montante do Rio do Vacacaí-Mirim (SANTA MARIA 2009; SANTA MARIA 1989), não está sendo cumprida em sua totalidade. Alguns trechos dos 100 metros do entorno da Barragem se encontram totalmente desnudos, outros possuem estradas, sendo raros os pontos (porção sudoeste e nordeste) em que são cumpridas estas exigências das leis municipais.

Em alguns trechos do Rio Vacacaí-Mirim a montante da barragem não cumprem nem o mínimo de 30 metros de largura em cada lado exigidos por lei federal (BRASIL, 2012), muito menos os 50 metros da lei municipal. Muitos trechos se encontram fragmentados e com interferências de plantações exóticas, descaracterizando toda a biodiversidade dessas APPs.

Todos estes problemas do bairro ocorrem por falta de fiscalização da Secretaria de Agricultura de Santa Maria junto à Secretaria de Meio Ambiente. Essa fiscalização não necessita ser realizada *in situ*, pois as APPs podem ser localizadas

e mensuradas via imagens de satélite. Logo após, se e quando perceberem-se irregularidades nos padrões dessas áreas, aí sim ocorreriam visitas, avisos para reflorestamento da área com espécies nativas e se plausível, multa por crime ambiental e até detenção de um a três anos, se o crime for doloso.

O caso da R.A. Norte, apesar de ser também bastante florestada por espécies nativas, é diferente do Nordeste de Santa Maria. A principal ameaça deste bairro além da expansão de construções civil é o avanço das plantações exóticas (Tab. 8) e a dispersão destas espécies em meio à Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

Tabela 8 - Uso do Solo da R.A. Norte de Santa Maria.

Tipo de uso	Área (m²)	Frequência Relativa (%)
Áreas agrícolas	2.531.047	21,22
Corpos d'água	616	0,01
Floresta Estacional Decidual	2.948.545	24,72
Plantações exóticas	1.421.749	11,92
Solo exposto	168.564	1,41
Áreas impermeabilizadas	4.858.842	40,73

Fonte: Elaborada pela autora.

Essas plantações exóticas representam 40 % das causas da fragmentação dos remanescentes dessa zona, sendo os outros 60% representados por áreas classificadas como agrícolas no mapa de uso do solo. Uma parte dessas áreas agrícolas é de uso pecuário e a maioria são solos que estão se reestabelecendo com gramíneas para um próximo plantio de espécies arbóreas exóticas pela silvicultura. Os solos expostos presentes no extremo oeste da R.A são áreas de solos exaustos pela silvicultura comercial ³¹, encontrados neste estado há mais de 10 anos.

Esta R.A. é constituída pelos seguintes bairros: Carolina, Caturrita, Chácara das Flores, Divina Providência, Nossa Senhora do Perpétuo Socorro e Salgado Filho (Fig. 42, nº 31, 36, 37, 30, 38, 33). Estes possuem o mesmo problema da R.A. Nordeste: índices discrepantes de uso entre os bairros (Tab. 8.a).

Tabela 8.a - Frequências relativas ao uso do solo dos bairros do Norte da cidade.

	Ns. Sra. Perpétuo Socorro	Chácara das Flores	Carolina	Salgado Filho	Caturrita	Divina Providência
Áreas agrícolas	11,0	15,68	0,86	0,4	42,65	14,2

³¹ Acredita-se que tenha sido este o uso, devido à falta de fertilidade do solo.

Corpos d'água	0,0	0,00	0,00	0,0	0,02	0,0
Floresta Estacional Decidual	50,1	13,59	8,43	5,2	15,02	0,9
Plantações exóticas	7,9	32,37	2,63	2,0	10,83	0,7
Solo exposto	0,4	0,03	0,00	0,1	3,88	0,0
Áreas impermeabilizadas	30,6	38,33	88,08	92,3	27,61	84,2

Fonte: Elaborada pela autora.

Três desses bairros possuem de 84 a 90 % de áreas impermeabilizadas, sendo estes: Carolina, Salgado Filho e Divina Providência, que possuem menores áreas que os outros e maior proximidade ao Centro Urbano. Devido ao alto índice de urbanização destes bairros, possuem pouca florestamento nativo, sendo que os dois primeiros bairros possuem quase todas suas áreas não impermeabilizadas em área de Floresta Estacional Decidual.

O bairro com o pior dos índices (menos de 5%) de remanescentes de Mata Atlântica desses três é o Divina Providência, onde há apenas 0,9 % de ocupação por estas áreas. A causadora deste índice, além do desrespeito às áreas de APPs ripárias, é uma área no oeste do bairro que pode ter sido agrícola ou silvicultura, mas que tem sido mantida em vegetação baixa há mais de uma década. Com o avanço de loteamentos nesse bairro (sendo metade deles irregulares pela prefeitura), talvez utilizem esta área que ocupa 14 % do bairro para mais um loteamento, já que uma área antiga de silvicultura que ocupava cerca de 20 % da área é o Loteamento Km 2, lançado em 2012, ainda não finalizado.

O bairro Caturrita não se enquadra nem como urbanizado nem como ruralizado, pois possui cerca de um terço da sua área impermeabilizada, 26 % de sua área coberta por florestas nativas e plantações exóticas e cerca de 40 % em áreas agrícolas. A maioria dessas áreas agrícolas é da pecuária e dos solos expostos (4 %) é da silvicultura. Ou seja, nesse bairro, as áreas que não são impermeabilizadas ou de florestas nativas, destinam-se para fins rurais.

Os bairros Perpétuo Socorro e Chácara das Flores possuem uma menor proporção de área urbanizada comparada às áreas de florestas do Rebordo. Possuem cerca de 30 e 40 % de áreas impermeabilizadas, respectivamente, porém o bairro Chácara das Flores possui uma área muito maior em proporção de plantações exóticas do que todos os outros bairros do município.

Mais de um terço de sua área é ocupado pela silvicultura e, o pior, em contato direto com as florestas nativas de Mata Atlântica do Rebordo do Planalto Meridional Brasileiro. Além disso, áreas agrícolas também ocupam grande parte do bairro. A maioria dessas áreas agrícolas seria um estágio inicial ou de recuperação das áreas de silvicultura. Essa “recuperação” se dá na forma das espécies que as rodeiam, ou seja, *Pinus* ou *Eucalyptus*.

Se considerado o avanço dessas plantações, o rebordo do Planalto localizado em Santa Maria e região deve-se considerar condenado à perda de biodiversidade, modificação das interações estruturo-funcionais, além da perda de tamanho e circularidade dos fragmentos. Assim, os impactos gerados pelo homem, como diferentes tipos de poluição, através do regime de ventos, abrangem maiores áreas pelo efeito de borda, podendo causar extinção de espécies silvestres restritivas presentes nesses morros do rebordo. Deste modo, assim como no bairro Cerrito, as plantações exóticas deveriam ser proibidas em áreas de contato com a Mata Atlântica.

Os impactos dessas plantações exóticas arbóreas são considerados tão graves porque, além de modificarem a estrutura de florestas nativas, causam desqualificação e esterilidade do solo e geram maiores índices de erosão devido à falta da diversificação de estratos arbóreos³². Segundo estudo de Marques (2010), no bairro Chácara das Flores, mais precisamente na Encosta Itagiba, o solo dessa feição possui uma camada superficial mais argilosa, que diminui a permeabilidade do solo. Por isso, as áreas de encosta desse bairro devem ser compostas de matas nativas, preferencialmente, pois estas possuem uma diversidade maior de estratos vegetais, ajudando na retenção de água, causando menos erosões e menor risco de deslizamentos e enxurradas para a população do bairro.

Essas plantações exóticas ultrapassam os limites do Chácara das Flores, chegando ao maior fragmento remanescente de Mata Atlântica de Santa Maria: o morro Link. Este é localizado no bairro Nossa Senhora do Perpétuo socorro e encobre exatamente metade da área do bairro.

Neste, encontra-se em execução o projeto Parque do Morro, no qual há diversas atividades de ecoturismo sendo, agora, incentivadas pela prefeitura. O platô desse morro também é parcialmente desnudo, como o do morro do Cechella, porém

³² Devido à nudez do solo, as gotas da chuva chegam com maior energia cinética, causando ruptura.

as razões desse tipo parecem ser diferentes. Crê-se que consideradas como agrícolas e de solo exposto no platô do morro no mapa de uso do solo, sejam para o deslocamento de máquinas agrícolas, já que estão se estabelecendo algumas áreas de plantações exóticas comerciais no topo do morro.

Essas práticas são ilegais e devem ser fiscalizadas urgentemente pela prefeitura, Fepam ou IBAMA, caracterizando-as como crime ambiental doloso. Com isso, essa área pode ser recuperada e mesmo outras, devido à compensação ambiental que este empreendedor (que se crê ser o mesmo de áreas do Chácara das Flores) terá de assumir. Assim, não se entende como um Parque que foi criado pela Prefeitura com fins de lazer, preservação natural e ecoturismo, que possui frequentadores de *Mountain Bike* e *Mountain Moto-Racing*, não fiscaliza ou simplesmente deixa passar práticas como estas (plantações exóticas e até mesmo corridas) de alto impacto ambiental que estão sendo implantadas no Parque do Morro.

Ao sul do bairro Perpétuo Socorro, áreas de APP ripária de afluentes do Cadena são conservadas, porém não atingem a 30 metros em cada lado do rio em nenhum trecho. Isso ocorre devido ao fato de a ocupação da área do entorno das margens do rio já estar totalmente impermeabilizada, não deixando que a medida mínima de APP fosse cumprida. Apesar disso, nota-se que se encontram contínuas, não muito fragmentadas e em bom estado de conservação.

Assim, deve-se atentar para as áreas de desmatamento que vêm ocorrendo no Morro Link (único representante de floresta nativa no bairro) com o intuito de substituição de cobertura de Floresta Estadual Decidual por plantações exóticas. Deve-se ressaltar que, uma vez plantadas essas espécies, o solo demorará muitos anos para voltar a ser o mesmo que de uma floresta que não se pode dizer milenar - pois já ocorreram outros eventos de desmatamentos exploração madeira nativa nesse morro que se reconstituiu naturalmente³³ - mas de décadas.

Como a zona Norte da cidade possui muitas disparidades a média do índice de áreas verdes de 28,8 m²/hab. é superestimada se considerarmos bairros como o Salgado Filho, o mais populoso, porém o menor da R.A., que possui apenas 3,8 m²/hab. (Tab. 8.b) . Já, no bairro mais arborizado, maior em área e segundo mais

³³ Por não haver grandes modificações na química do solo.

populoso, o Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, há uma discrepância, com índice de cerca de 300 m²/hab.

Tabela 8.b - Índice de cobertura arbórea por habitante no Norte.

	Bairro	Cobertura arbórea (m ²)	População (indivíduos)	Cobertura arbórea por habitante (m ² /hab.)
Norte	Ns. Sra. do Perpétuo Socorro	1.851.737	6.151	301,0
	Caturrita	491.281	3.211	153,0
	Chácara das Flores	194.256	3.939	49,3
	Carolina	38.035	3.356	11,3
	Salgado Filho	37.463	9.801	3,8
	Divina Providência	7.794	1.347	5,8
	Média Geométrica			28,8

Fonte: Elaborado pela autora.

As plantações exóticas também estão tão presentes quanto às áreas agrícolas em Camobi (Tab. 9), o único bairro constituinte da R.A. Leste do município. Com sua ocupação por edificações em mais da metade do bairro, considera-se que este ainda encontra-se em processo de urbanização.

Tabela 9 - Uso do Solo de Camobi.

Tipo de uso	Área (m ²)	Frequência Relativa (%)
Áreas agrícolas	2.879.660	14,60
Corpos d'água	104.524	0,53
Floresta Estacional Decidual	335.943	1,70
Plantações exóticas	2.625.315	13,31
Solo exposto	3.211.516	16,28
Áreas impermeabilizadas	10.568.501	53,58

Fonte: Elaborada pela autora.

Camobi ainda não é totalmente contemplada com rede de esgoto, sendo recentemente a UFSM recebeu esse benefício básico. Possui um índice mínimo de representação da Floresta Estacional Decidual em matas ciliares e algumas áreas da Base Aérea de Santa Maria. A Sanga Lagoão do Ouro, área antes nua isolada e recuperada pela UFSM, principal arroio da universidade, possui vegetação ciliar, porém é tão perturbada e modificada por dispersão de *Pinus* e *Eucalyptus* que foi considerada como plantação exótica (não comercial) neste caso.

Devido ao trânsito caótico nas rodovias do bairro centro para Camobi, funcionários públicos da base aérea e da UFSM, têm estabelecido suas moradias em Camobi. Assim, a partir do início dessa década, o crescimento de edificações no

bairro tem sido exponencial, dando preferência a prédios de até 4 andares (por se encontrarem na rota dos voos. Assim, a valorização dos terrenos desse bairro e o crescimento de áreas impermeabilizadas e mais verticalizadas baixo subiram junto com os problemas de trânsito da cidade.

Ao norte da bairro, associadas novamente às linhas férreas, há invasões pela população de mais baixa renda. Além disso, há muito tempo que o bairro tem sido área de plantios de soja e mais recentemente de silvicultura. Portanto, devido à quase inexistência de matas ciliares e de redes de esgoto, os cursos d'água encontram-se bastante degradados.

Não é encontrada no mapa de uso do solo nem em imagens de satélite ou nos trabalhos de campo a Área de Conservação Natural Camobi, já que 98% do uso do solo do bairro é antropizado. Somente esses 1,7 % de área florestada no extremo leste do bairro não são suficientes para suprir as recomendações de 12 m² de cobertura arbórea por habitante, obtendo apenas 10 m²/hab. do bairro (Tab. 9.a). Ainda mais que, durante dia e noite, cerca de um quinto da população inteira da cidade frequenta a UFSM, portanto, ao invés de se considerar apenas cerca de 20 mil habitantes no bairro, deveriam ser considerados cerca de 60 a 70 mil.

Tabela 9.a - Índice de cobertura arbórea por habitante no Leste.

	Bairro	Cobertura arbórea (m ²)	População (indivíduos)	Cobertura arbórea por habitante (m ² /hab.)
Leste	Camobi	223.028	21.822	10,2
			Média Geométrica	10,2

Depois de todos os resultados citados acima, sugere-se que, para uma melhoria de qualidade de vida humana, em cada Região Administrativa tenha um grande parque ou bairro em região, preferencialmente, central a essa zona, facilitando assim acesso a áreas de lazer e gerando qualidade do ar, água e acesso a todos os serviços ambientais prestados por áreas verdes urbanas com presença de cobertura arbórea. Além desta, deve ser realizado o incentivo do aumento da cobertura arbórea em propriedades privadas em frente às residências³⁴, tanto em zonas horizontalizadas como a oeste, como verticalizadas, executando uma das propostas (“compensação ambiental”) do Plano Municipal de Arborização da Prefeitura Municipal de Santa Maria, proposto em 2011 (JACQUES, 2011).

³⁴ Barrando o material particulado proveniente de veículos automotores das rodovias e estradas.

Além disso, é imprescindível que haja fiscalização e multa a propriedades particulares que não mantiverem suas APPs com métrica regularizada. Para isso, a prefeitura também deve investir na execução de outro tópico do Plano de Reflorestamento da cidade, que seria o de “revegetação das margens de arroios” (*ibidem*), já que todos os arroios expostos dentro do Distrito Sede se encontram em risco de contaminação das águas e processos erosivos.

Para uma melhoria da conexão de espaços verdes, recomenda-se o uso de estruturas de passagem inferior ou superior, e se possível, reflorestamento de áreas, já que entre a maioria dos fragmentos urbanos não é possível conexão física com continuidade de ecossistemas arbóreos passando por cima de rodovias federais, por exemplo. Recursos como as passagens aéreas e por bueiros devem ser aproveitados e o cercamento para o direcionamento da fauna a estas estruturas é primordial para impedirem-se atropelamentos.

Metzger (2010, p. 6) destaca um padrão que pode ser relacionado ao presente estudo, no qual existiria um limiar de cobertura de habitat (no presente caso, cobertura arbórea nativa), no qual a redução populacional ou de biodiversidade encontram-se relacionados a esse limiar. Acima do limiar de 30 % (recomendado, em média) de habitats remanescentes, a perda da biodiversidade de indivíduos é consequência principal da perda de hábitat (área), enquanto em áreas abaixo desse limiar, além da área, o fator distribuição espacial (distância) contribuiria para a conservação destas espécies.

Neste mesmo estudo, o autor destaca que paisagens com menos de 30 % de habitat remanescente, tendem a possuir fragmentos pequenos e muito isolados, abrigando comunidades muito empobrecidas em diversos táxons. Isso é justificado pela falta de fluxo gênico entre estas, extinguindo várias espécies dos fragmentos, além da intensificação do efeito de borda gerado pela fragmentação, fazendo com que somente espécies generalistas tolerem viver em condições desse tipo de área.

Assim, Metzger (*op. cit.*) delimita esse limiar de 30 % de área como um limite mínimo da cobertura nativa que uma paisagem antropizada (utilizada pelo homem, seja rural distribuída em Reservas Legais ou urbanas) deveria ter. Este limiar não é tão absurdo no qual o uso econômico de uma cidade vá se sair prejudicado e, sabendo distribuir essas áreas de habitats remanescentes na cidade e no campo,

conectando-as de forma a manter o fluxo gênico, a conservação da biodiversidade é favorecida.

6.2 Análise métrica dos fragmentos florestais do Distrito Sede de Santa Maria

Um resultado visivelmente impactante a ser apresentado neste trabalho é o grau de fragmentação em que se encontra a Floresta Estacional Decidual da cidade de Santa Maria (Fig. 46). Tanto a matriz urbana, quanto rururbana não respeitam o código florestal (BRASIL, 2012), no qual a Mata Atlântica é considerada patrimônio nacional com restrições de corte.

O desmatamento histórico da cidade pode estar se repetindo de maneira mais agressiva na atualidade, já que a cidade é a 79ª melhor cidade do país para investir em imóveis, pela sua supervalorização imobiliária (ZOLIN, 2015). Essa, proveniente do grande número de estudantes e militares, da boa média de renda por também ser um polo médico regional e do dinheiro garantido dos funcionários públicos, incide na desvalorização de áreas com remanescentes de floresta nativa urbana, pondo lugar a áreas impermeabilizadas com grandes edificações residenciais.

Além da exploração imobiliária, outro fator que ameaça a conservação dos biomas da cidade são os fragmentos de plantações exóticas. Estes são definidos em silvicultura comercial ou não comercial. Foram vetorizados 780 fragmentos de monoculturas arbóreas com áreas que variam de 215m² a 502.736 m², correspondendo a 8,7% da área total do Distrito Sede, ou seja, quase um décimo da área urbana.

Estes fragmentos são plantações arbóreas exóticas como, geralmente, *Pinus sp.* e *Eucalyptus sp.*, utilizadas pela indústria madeireira santa-mariense e não consta em arquivos da prefeitura, IBGE, nem em dados disponibilizados por fornecedores se o consumo destes produtos foi local ou para exportação. No ano de 2013, a cidade produziu cerca de 200 mil m³ de madeira em lenha ou em toras, 89 toneladas de produtos da extração madeireira em forma de carvão vegetal, gerando

um lucro de cerca de 14 milhões para os empreendedores municipais naquele ano (IBGE, 2014).

Como dito, nem todas as áreas de plantação arbórea exótica da cidade são comerciais. Algumas também ocupam áreas em clubes recreativos e até mesmo a UFSM as utiliza para paisagismo funcional, já que não necessita de capinagem ou corte de gramíneas, pois a seleção das espécies que suportam esse meio é realizada pelas próprias espécies arbóreas exóticas desse tipo de monocultura.

Além disso, são raros os animais que utilizam esse tipo de espécies como habitat ou alimento, sendo assim, prejudicada a continuidade e Riqueza de espécies animais e vegetais do bioma Mata Atlântica. Uma vantagem que se dá é a diminuição da temperatura no interior dessas áreas de plantação. A média da área desses fragmentos exóticos arbóreos encontrados no Distrito Sede da cidade é de 4.561m² (Tab. 10), sendo que o maior deles possui mais de meio milhão de metros quadrados (mais de 50 ha).

Tabela 10 - Métrica dos fragmentos de plantações exóticas arbóreas do Distrito Sede de Santa Maria.

Área dos fragmentos de plantações exóticas (m²)	
Maior	502.736
Total	10.931.554
Média aritmética	14.015
Média geométrica	4.561
Mediana	3.949
Desvio padrão	34.730

Fonte: Elaborada pela autora.

A mediana de quase 4 mil m² e o desvio padrão não tão alto de cerca de 35 mil m² mostram que, além de grandes e médias plantações, também há pequenos fragmentos de *Pinus sp.* espalhados através da polinização por animais ou anemofilia. Nota-se pela disposição presente, ora em áreas agrícolas, ora em floresta nativa.

Dependendo das Regiões Administrativas (R.A.s) na cidade, os focos de fragmentação são de origens diferentes. Na R.A. Leste, na qual o único bairro que a compõe é Camobi, a floresta nativa - hoje quase inexistente -, se fragmentou devido ao avanço de edificações, por ser o bairro que abriga a Universidade. Porém, dentro da Universidade, a fragmentação dos biomas (que tanto poderiam ser Pampa quanto Mata Atlântica, no passado) sucedeu devido à ruralização da área.

As R.A.s Oeste e Leste, nas áreas que possuem cobertura arbórea, são praticamente formadas por grandes concentrações de plantações exóticas e, com exceção do Norte e Nordeste, a presença de remanescentes de mata atlântica é quase inexistente em todas as outras R.A.s (Tab. 11). Deve-se destacar que o bairro mais arborizado da cidade, ou seja, com maior área florestada nativa proporcional à sua área, é o bairro Km 3 (“quilômetro três), possuindo 54 % do seu bairro coberto por Floresta Estacional Decidual. Os menos arborizados são Pinheiro Machado e São João, com índice próximo a zero.

Tabela 11 - Área dos fragmentos de Floresta Estacional Decidual do Distrito Sede de Santa Maria por Região Administrativa e bairros mais arborizados de cada uma. Legenda: Área fragmentos: soma total da área dos fragmentos por categoria. Freq. Rel. = Frequência Relativa da soma da área dos fragmentos em relação à área total da Região Administrativa. Bairro mais arborizado = porcentagem de cobertura vegetal arbórea proporcional à área do total do bairro.

Região Administrativa (R. A.)	Área das R. A.s	Área fragmentos	Freq. Rel. (%)	Bairro mais arborizado (% de área arborizada no bairro)
Centro Urbano	8.129.611	243.647	3,0	Nossa Sra. de Lourdes (6,7)
Centro-Leste	21.235.978	1.891.175	8,9	Cerrito (34,6)
Centro-Oeste	6.409.875	258.368	4,0	Duque de Caxias (5,6)
Leste	19.774.242	223.028	1,1	Camobi (1,1)
Nordeste	17.804.342	6.229.639	35,0	Km 3 (54,1)
Norte	11.929.877	2.620.565	22,0	Nossa Sra. do Perpétuo Socorro (50)
Oeste	26.268.652	243.824	0,9	Renascença (6,5)
Sul	13.981.464	694.679	5,0	Urlândia (5,3)

Fonte: Elaborada pela autora.

A R.A. Centro Urbano de Santa Maria está em terceiro lugar como R.A. menos arborizada de Santa Maria. Esta não é uma surpresa, já que a arborização, mesmo quando implantada, é escassa na região central da cidade. As poucas praças e parques do centro da cidade, certamente, não supririam o índice de área verde por habitante sugerido pela OMS de 12 m²/hab., dada a porcentagem de 0,9% da área coberta por árvores no bairro Centro, sendo este então 99% impermeabilizado. Também não corresponderiam ao índice de Oke, que recomenda, ao menos, 30% da área de cada bairro destinado a cobertura arbórea.

O bairro Nossa Senhora de Lourdes (Fig. 46, nº 15), que possui somente 6,7% de arborização nativa, é limitado pelo Arroio Cancela, Área de Conservação Natural (AC9) segundo a L.C. 072/2009 (SANTA MARIA, 2009). A única vegetação nativa que o bairro possui é a ripária, por mais fragmentada que esteja, das margens do rio principal. Além da fragmentação dessa mata (e possivelmente consequência

desta) a degradação ambiental do Cancela é significativamente alta, devido ao lançamento de esgoto doméstico e resíduos sólidos em seu curso (SANTA MARIA, 2013b, p. 22).

Como se observa (Fig. 46), há muita interferência de plantações exóticas nos remanescentes nativos desse bairro, onde está situado o projeto do Parque São Vicente Pallotti, nos quais já foram realizadas audiências públicas quanto à sua ocupação e zoneamento. Este está com sua vegetação de Floresta Estacional Decidual em sua grande parte descaracterizada, devido a plantações exóticas no entorno deste que foram avançando em direção aos núcleos de mata nativa, vegetação ripária do Cancela. Por isso, sugere-se de que haja uma remoção das espécies exóticas e medidas mitigatórias periodicamente de remoção de mudas e sementes dessas espécies, para a manutenção e conservação da biodiversidade local deste Parque, que atualmente está descaracterizada por espécies exóticas invasoras.

Além da manutenção de praças e parques urbanos e execução de projetos já existentes, necessita-se de maiores áreas destinadas às praças e parques no centro da cidade, pois há necessidade de reintrodução da sociedade santa-mariense à cultura de lazer em parques e praças, como acontece na Praça da Redenção em Porto Alegre. Além de serem pouco frequentados por faltarem incentivos da prefeitura, como feiras de artesanato, produtos coloniais ou apresentações artísticas aos finais de semana, se encontram marginalizadas, sendo pontos de tráfico e uso de drogas.

Assim, além do incentivo através de eventos organizados pela prefeitura, esta também deveria aprimorar a segurança destas. Através deste tipo de iniciativa, a empatia com o lazer verde na cidade aumentaria, aproximando-se de uma melhoria na relação natureza-sociedade, já que, atualmente, para a maioria dos moradores, os morros são apenas mato que não trazem a si nenhuma vantagem física ou moral.

A R.A. Centro-Leste, que compreende somente quatro bairros: o Diácono João Luiz Pozzobom, São José, Pé-de-Plátano e Cerrito (Fig. 46, nº 40, 14, 26 e 12, respectivamente), têm suas disparidades dentro da região. Enquanto o Cerrito possui mais de 30% de sua área coberta por Mata Atlântica, os outros possuem índices inferiores a 6%, sendo São José e Pé-de-Plátano inferiores a 1%.

Este índice mais alto reservado ao bairro Cerrito se deve à presença de áreas de preservação permanente (APPs) de topo de morro, que seria a Zona de Morros protegida pela LUOS (SANTA MARIA, 2009). Neste bairro se encontram três morros-testemunho de Santa Maria: o Morro da Alemoa, que é sítio paleontológico fossilífero do Membro Alemoa, o Cerro Mariano da Rocha e o Cerrito.

Apesar de ser Área de Conservação Natural segundo lei municipal, a vegetação do entorno destes morros-testemunho se encontra visivelmente fragmentada (Fig. 46), sendo necessária urgente conexão destes entre si, entre seus fragmentos do entorno e até mesmo com o Rebordo do Planalto. A conexão destes entre si e com o Rebordo do Planalto é de extrema relevância devido ao Rebordo ser a área-fonte destes. Assim, todos teriam as mesmas condições de receber espécies de Mata Atlântica com iguais parâmetros de exigência de solo, vegetação, sendo condicionados principalmente pelo efeito-de-borda (insolação, padrão de ventos, poluições sonora e física).

O Centro Oeste também possui baixíssimo índice de cobertura arbórea, sendo somente 4% a média de cobertura arbórea nativa por bairro nesta R.A. O bairro que possui um total de apenas 5,6 % de área preservada é o Duque de Caxias (Fig. 46, nº 8). Essas áreas de vegetação nativa pertencem à mata ripária da Sanga do Hospital, afluente do Arroio Cadena, que se encontra no limite oeste do bairro. A canalização da Sanga ocorre de forma fechada e aberta, sendo que a vegetação da parte aberta do entorno do curso d'água se encontra conservada.

Porém, com as modificações do entorno do canal, a dinâmica do equilíbrio da drenagem ficou prejudicada. O uso residencial destas áreas incidiu em retirada da vegetação natural do restante do bairro e posterior impermeabilização dos terrenos, aumentando o escoamento superficial, incidindo igualmente em assoreamento dos canais e aumento da possibilidade de acidentes à jusante devido à alta velocidade e volume d'água que escoam pelos canais (SANTA MARIA, 2013b, p. 26).

Deste modo, riscos a jusante do curso diminuiriam se medidas mitigadoras à montante fossem incentivadas, como o reflorestamento com árvores nativas não só às margens dos cursos d'água, mas também em pátios de terrenos residenciais que já foram impermeabilizados. Assim, auxiliariam na captação do excesso de volume de água da chuva e, se igualmente plantados nas margens a jusante, dariam continuidade aos trechos de Floresta Estadual Decidual a montante, gerando

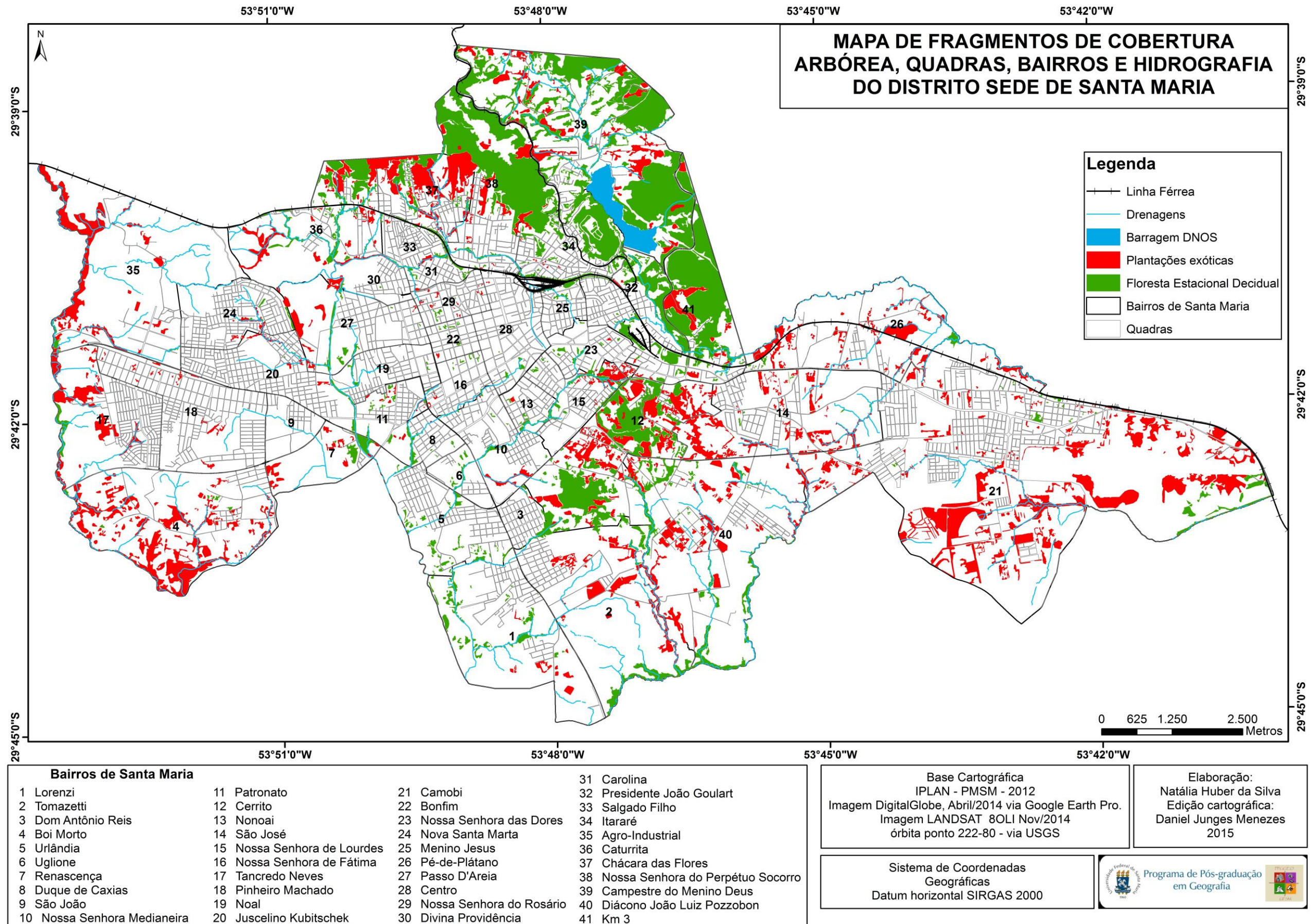


Figura 46 - Mapeamento dos fragmentos com cobertura arbórea, quadras, bairro e hidrografia da área de estudo.

vantagens à sociedade e à natureza que transcende a área de estudo.

Ao Nordeste da cidade encontra-se a maior concentração de áreas de Mata Atlântica de Santa Maria. Com índice de 35 % de área vegetada na R.A., supera o mínimo recomendado por Oke, porém a disparidade entre os seis bairros da região não a torna florestada igualmente. Os bairros Menino Jesus e Nossa Senhora das Dores (Fig. 46, nº 25 e 23) obtêm índices menores que 6 %, sendo que, as áreas verdes naturais presentes, são matas ripárias fragmentadas dos arroios Cadena, no bairro Menino Jesus e Cancela no Nossa Sra. das Dores.

A legislação de APPs ripárias deveria ser implantada e fiscalizada na cidade, pois de todos os trechos citados até agora, nenhum supre a cota indicada. O Cadena, rio que abrange 13 bairros, passando por dois terços do município, está altamente poluído e possui sua margem fragmentada devido à retirada de mata ciliar até mesmo para ocupações irregulares.

Através destas, consequências como deposição de efluentes não tratados (esgoto sanitário) e de resíduos sólidos de todos os tipos são os principais impactos da urbanização sobre a qualidade do rio. Deste modo, o reflorestamento das margens do Rio e a desocupação de suas margens seriam as principais medidas a serem tomadas para uma melhoria da qualidade ambiental envolvendo grande parte da cidade.

Os outros quatro bairros da R.A. Nordeste são o primeiro, terceiro, quarto e sexto bairros com maiores índices de Floresta Estacional Decidual do município, sendo eles, em ordem: Km 3 (54 %), Campestre do Menino Deus (43,1 %), Itararé (38 %) e Presidente João Goulart (28 %) (Fig. 46, nº 41, 39, 34, 32). A área do bairro Presidente João Goulart é bem heterogênea, sendo mais presentes os fragmentos remanescentes nativos ao nordeste do bairro. Estes remanescentes estão presentes em cotas altimétricas maiores e se encontram nas margens da jusante do rio Vacacaí-Mirim, mais para o lado leste que oeste, onde se encontra mais urbanizado.

No Km 3 temos o início do Rebordo do Planalto conectado à cadeia serrana do Norte do estado, ao norte da Vila Favarin e ao nordeste da Vila Bilibio, que avança sobre este. Este é o segundo maior remanescente presente na cidade, porém este avança os limites administrativos de Santa Maria para Itaara e, assim, considera-se como prioridade para conservação no quesito tamanho, sendo sua área contida na cidade de 1.046.924 m².

A linha férrea é um dos motivos dos recortes destes remanescentes e o morro mais prejudicado por essa via é o Cechella, morro-testemunho do bairro Itararé. Além de a linha férrea contornar grande parte do morro, constitui APP de topo de morro presente na LUOS, porém se encontra isolado, sendo seu lado norte adjacente à barragem DNOS e todos os outros lados rodeados por construções (maioria baixo padrão - irregulares).

O bairro Campestre do Menino Deus é um dos mais importantes para se preservar os remanescentes florestais nativos da cidade, pois nele se encontra toda a parte montante do Rio Vacacaí-Mirim e a Barragem DNOS deste rio. Porém, o que se nota é fragmentação de toda a mata ripária de todos os afluentes, descumprindo leis federal e inclusive municipal.

Segundo a L.M. 3131/1989, as APPs do curso principal do Vacacaí-Mirim, desde sua nascente até a Barragem do rio deveria ser de 50 m em cada lado, porém há trechos em que essas são inexistentes. Segundo esta mesma lei municipal, a Barragem deveria ter 100 m em projeção horizontal a partir da linha de contorno desta, porém há arruamentos, outras construções e áreas de solo exposto que se encontram dentro dessa faixa.

O bairro Km 3, juntamente com o Campestre do Menino Deus, formam uma categoria diferente no Anexo 12 da LUOS, que seria Área de Conservação Natural da sub-bacia do Rio Vacacaí-Mirim (SANTA MARIA, 2009). Porém a restrição de ocupação de todas estas áreas não é definida em lei, só são estabelecidas como tal.

Ao Norte da cidade encontra-se o maior fragmento de Santa Maria, no bairro Nossa Senhora do Perpétuo Socorro (Fig. 46, nº 38). Este também possui uma conexão com outras áreas verdes fora dos limites administrativos do Distrito Sede, porém o tamanho dessa área é menor que o do Km 3 devido à sua fragmentação por presença de áreas agrícolas. Este possui área de 1.428.739 m² presente no bairro e inicia-se ao sul pelo Morro Link e encontra-se na área em que o projeto “Parque do Morro” está sendo desenvolvido.

A R.A. Norte possui somente um bairro com alto índice de cobertura arbórea nativa, sendo este o Ns. Sra. do Perpétuo Socorro, com 50 % de área com fragmentos remanescentes. Interessante de ressaltar neste bairro é a presença de grandes plantações exóticas arbóreas que se encontram adjacentes à Floresta Estacional Decidual. Logo, interagem fisicamente, não sendo uma vantagem para a

conservação da ecologia estrutural e funcional da floresta, pois já se pode notar presença de indivíduos solitários de espécies exóticas que conseguiram se estabelecer no meio da Mata Atlântica neste bairro em estudo.

Os outros bairros possuem índices florestais abaixo de 13%, sendo que o bairro Divina Providência (Fig. 46, nº 30) chega a somente 0,9 %. Apesar de ter mais de 50% do perímetro do limite do bairro rodeado pelo curso principal e um afluente do Cadena, as APPs não estão presentes adequadamente e é uma região de expansão de loteamentos. Assim, estes números também podem ser considerados definidos como por um padrão da cidade: enquanto no primeiro bairro ocorrem mais morros é localizado mais ao norte da cidade, mais preservação florestal há, no entanto o último é localizado mais ao centro, não obtendo restrição de ocupação por declividade ou alguma presença de cobertura natural, há menos chances de se encontrar exemplares de fragmentos florestais.

A R.A. Oeste é a maior e menos conservada da cidade, possuindo apenas 0,9 % de toda sua área de extensão, que representa cerca de 20% do Distrito Sede. É uma área muito fértil, pois nesta, encontra-se o Aquífero Arenito-Basal Santa Maria e, infelizmente o que se constatou neste estudo foram áreas de plantação exótica exatamente em cima da área de recarga do aquífero, no bairro Boi Morto. Também na AC do Arroio Ferreira há mata ciliar constituída basicamente por plantas exóticas, resultado de todo o sistema de silvicultura presente naquela área intercalado com áreas agrícolas.

Deste modo, a efetividade de todas as ACs do município deve ser reavaliada urgentemente, pois a incompatibilidade legal está evidente. Além de não haver fiscalização, multas e proposta de recuperação das áreas já degradadas ilegalmente, os remanescentes continuam sendo ameaçados. Devem ser esclarecidos em novo LUOS o tipo de uso que poderá ser feito dessas ACs, bem como a frequência da fiscalização das áreas e uma restrição de corte como lei municipal para impedimento do avanço de quaisquer tipos de uso humano em Mata Atlântica.

A R.A. Sul possui mais homogeneidade na distribuição dos fragmentos, sendo todos os bairros com péssima qualidade ambiental. Todos os bairros possuem abaixo de 5,5 % de sua área cobertos por Mata Atlântica, sendo que são

hidrologicamente ricos, possuindo várias drenagens afluentes da jusante do Cadena cortando-os.

Estes resultados só demonstram o descaso com a questão ambiental e com o cumprimento de leis que estão presentes em todas as esferas governamentais: as APPs ripárias. Se estas fossem rigorosamente implantadas onde há canalização aberta, a conexão entre fragmentos urbanos se daria muito mais facilmente. Porém, mesmo as canalizações abertas estão com margens desnudas, poluídas e menores do que a legislação. Deste modo, além de dificultarem a conexão (não funcionando como trampolins ecológicos), também são inconvenientes com impactos na sanidade pública animal humana e não humana a serem mitigados.

Quando vetorizados os fragmentos, se pôde calcular a média de áreas que os fragmentos de Floresta Estacional Decidual ocupam por bairro. Realizando uma média do tamanho dos fragmentos na área de estudo (Tab. 12), nota-se que, em geral, são pequenos, possuindo áreas próximas a de 4 mil m², considerando a média geométrica de um fragmento no Distrito Sede. Deve-se desconsiderar a média aritmética, pois não demonstra a realidade da amostra, que possui frequência maior em fragmentos de menores tamanhos.

A mediana é um valor interessante, já que revela um valor do meio da amostra, onde comprova que realmente os valores médios da área dos fragmentos estão na maioria na faixa entre 3 e 4 mil m², com desvios padrões de cerca de 90 mil m². Isso demonstra a grande diversidade amostral, ou seja, dos 608 fragmentos vetorizados de Floresta Estacional Decidual, a maioria assume valores pequenos de área, porém alguma parte também chega a 100 m² e a minoria ultrapassa esse tamanho.

Tabela 12 - Valores assumidos de área dos fragmentos de Floresta Estacional Decidual. Legenda: Distrito Sede = dimensões da área que um fragmento remanescente assume, geralmente, na cidade. Bairros = Área que os fragmentos ocupam por bairro, em geral. Freq. Relat. Bairros = Frequência Relativa em da área que é ocupada pelos fragmentos remanescentes de Mata Atlântica em valores gerais por bairro de Santa Maria.

Tamanho dos fragmentos	Distrito Sede (m²)	Bairros (m²)	Freq. Relat. Bairros (%)
Média Aritmética	20.457	302.559	8,6
Média Geométrica	4.060	20.277	1,8
Mediana	3.337	38.035	5,0
Desvio Padrão	94.384	642.796	12,6

Fonte: Elaborada pela autora.

Se se considera a totalidade da área ocupada dos fragmentos por bairro, a média a ser considerada é entre 20 e 40 mil m² de cobertura arbórea nativa em cada bairro, sendo isso, somente de cerca de 2 a 5% da área dos bairros. Esse valor é preocupante, se considerar-se o mínimo de 30% recomendado por Oke. Considerando o desvio padrão com uma margem altíssima de 642 mil m², considera-se então que a minoria dos bairros tenha mais de 680 mil m² de cobertura arbórea nativa.

A iniciativa do presente estudo se mostra uma das pioneiras, já que o padrão é de se realizar estudos sobre fragmentos florestais é em áreas perturbadas rurais, já que áreas urbanas florestais se encontram quase inexistentes. Assim, as áreas médias não podem ser comparadas com estudos como de Nascimento *et al.* (2006) que realizou mapeamento da bacia do Rio Alegre (ES), onde a média de cada fragmento de Mata Atlântica foi próxima aos 63 mil m².

O presente estudo também se mostra muito abaixo da média comparando ao estudo de Andrade *et al.* (2012), onde a qual é 150 mil m². Este também não se pode considerar como comparativo, já que o mapeamento foi realizado em área de regeneração natural de estado médio em uma Floresta Estacional Semidecidual em Ouro Preto e Mariana, (MG). Fadel *et al.* (2012), em estudo realizado em área de vegetação nativa e APP em Araras (SP), obteve média de 320 mil m² em 108 fragmentos mapeados no ano 2000. Estas áreas ruralizadas possuem um grau muito menor de fragmentação comparado à matriz urbana e, por isso, um número muito menor de fragmentos abrangendo áreas maiores que o presente estudo.

Através, igualmente, da vetorização destes fragmentos pôde-se estimar parâmetros métricos dos fragmentos, sendo um deles, as dimensões. O total de cobertura arbórea de Mata Atlântica representam apenas 9,88% do Distrito Sede da cidade. Considerando a estimativa da população do IBGE (2014) em 274.838 habitantes e sabendo que 95 % (261.096 hab.) são urbanos e a população rural não diminuiu, tem-se a medida de 47,6 m² de cobertura arbórea nativa por habitante.

Santa Maria se assemelharia a cidades europeias como Copenhagen (Dinamarca) que possui 42,8 m² de área verde por habitante ou Vitoria-Gasteiz (Espanha), com 42 m²/hab. (PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS, 2012, p. 11), se essas áreas de cobertura arbórea fossem de domínio público, como parques ou

praças. Em Santa Maria, poucas áreas verdes públicas somadas à má distribuição da cobertura arbórea tanto pública quanto privada são um problema pois prejudicam o acesso da população a esses ambientes, enquanto, nas cidades acima citadas, isso não é um problema, mesmo Copenhagen possuindo quase o dobro da população santa-mariense em menos de um décimo da área.

Este valor está acima da estimativa da OMS para uma boa qualidade de saúde, porém, sabe-se, através dos dados apresentados anteriormente, que esta cobertura arbórea não está bem distribuída na cidade, encontrando-se mais de 80% deste total concentrados no Norte Nordeste da cidade e no bairro Cerrito. Portanto, há grandes bairros, como Camobi, Boi Morto, Renascença e Agroindustrial com péssima qualidade ambiental e outros médios (somente nos locais citados) com excelente qualidade ambiental do ar e temperatura, porém com maiores riscos de deslizamentos e alagamentos, como a Vila Montanha-Russa ou Nossa Senhora Aparecida.

Sabe-se que os fragmentos de maiores tamanhos estão nos bairros Km 3 e Nossa Senhora do Perpétuo Socorro. O primeiro é o que possui maior área com floresta natural proporcional ao seu tamanho da cidade e o segundo possui mais plantações exóticas adjacentes à Mata Atlântica que comprometem a qualidade desta floresta nesse fragmento. Neste, encontra-se o maior fragmento remanescente de Mata Atlântica dentro da área de estudo e se encontra no Rebordo do Planalto. Possui 1.428.739 m², ocupando 1,1 % da área total do Distrito Sede e 35,7 % do bairro, enquanto o segundo, encontrado no Km 3, possui também mais de um milhão de m² e ocupa 42,2 % do bairro.

Como já observado anteriormente, a maioria dos fragmentos florestais de Mata Atlântica assume valores de área muito pequenos, sendo que cerca de 60% destes possuem menos de 5 mil m² (Tab. 13). Estes possuem grande quantidade, mas ocupam parcela de somente 0,58 % do Distrito Sede de Santa Maria. A primeira categoria é a que possui os fragmentos mais arredondados, porém representa somente 5,8 % da soma da área de fragmentos de Floresta Estacional Decidual da área urbana e rururbana do município. Outra categoria além da última que se destacou em relação à área ocupada foi a dos 14 fragmentos entre 100 e 500 mil m², representando 24 % da área dos fragmentos e 2,4 % da área de estudo. Infelizmente, essa possui alta tendência a fragmentos alongados, com IC = 0,37.

Tabela 13 – Comparação perspectiva da área dos fragmentos de Floresta Estacional Decidual com suas frequências categorizadas por tamanho, resultando em dados de área média, porcentagem de área que ocupam no distrito sede e padrão de circularidade. Legenda: Área dos fragmentos = categorização dos fragmentos por tamanho. Freq. Abs. = Frequência absoluta da quantidade de fragmentos que se encontram nas categorias. Freq. Rel. = Frequência Relativa da categoria em relação ao número total de fragmentos. Soma das Áreas = soma das áreas de todos os fragmentos da categoria. Freq. Rel. Área = Frequência Relativa de cada categoria em comparação à soma total da área dos fragmentos. Área média = média da dimensão dos fragmentos em cada categoria. Freq. Rel. Distrito Sede = Frequência Relativa da categoria em relação à área total de estudo. Média IC = Índice de Circularidade médio para cada categoria.³⁵

Área dos fragmentos (m ²)	Freq. Abs.	Freq. Rel. (%)	Soma das Áreas (m ²)	Freq. Rel. Área (%)	Área média	Freq. Rel. Dist. Sede (%)	Média IC
até 5.000	367	60,46	722.023	5,81	1.967	0,58	0,68
5.001 --- 10.000	96	15,82	678.433	5,46	7.067	0,54	0,55
10.000 --- 20.000	63	10,38	856.875	6,9	13.601	0,68	0,5
20.000 --- 50.000	40	6,59	1.238.735	9,98	30.968	0,99	0,43
50.000 --- 100.000	22	3,62	1.405.077	11,32	63.867	1,12	0,38
100.000 --- 500.000	14	2,31	2.983.427	24,03	213.101	2,38	0,37
500.000 --- 1.000.000	2	0,33	1.013.861	8,16	506.930	0,81	0,24
1.000.000 --- 1.500.000	3	0,49	3.519.310	28,34	1.173.103	2,8	0,31
TOTAL	607	100	12.417.741	100	251.325	9,89	0,41

Fonte: Elaborada pela autora.

A categoria que possui maior cobertura da área de estudo, abrangendo 2,8 % desta, é a dos três fragmentos que possuem área entre 1 e 1,5 milhões de m². Porém, esses fragmentos de grandes dimensões possuem ICs classificados como alongados sendo o menos alongado situado no bairro Km 3, adquirindo IC = 0,3. Assim, sabe-se que o Km 3 é o bairro mais arborizado da cidade, tem o segundo maior fragmento da cidade (mas este fragmento é maior em área se transcender os limites administrativos) e os fragmentos são mais arredondados que os do bairro Nossa Senhora do Perpétuo Socorro.

Outro índice relevante como resultado deste estudo, é que na medida em que os fragmentos possuíam maior área, mais alongados eles se mostravam (menor IC). Para comprovação desta hipótese de quanto maior a área, menor a circularidade, foi realizado um Teste T de Student (bicaudal heterocedástico), onde as variáveis eram a Área e o IC. O teste confirmou a hipótese nula assumindo valor de $t = 0,005$.

³⁵ Como as áreas já estão categorizadas por tamanho, foram aplicadas médias aritméticas aos valores.

Como a relação entre as duas variáveis se apresentou estatisticamente significativa ($t \leq 0,05$), foi executado o Coeficiente de Correlação de Pearson para verificar qual é o grau de correlação entre as duas variáveis. O resultado deste demonstrou que a área e a circularidade são valores inversamente correlacionados ($p = - 0,64$), e que o seu grau de correlação é moderado.

Assim, comprova-se estatisticamente de que área e IC sempre serão valores correlacionados negativamente. Este resultado não é pioneiro, porém o presente estudo é o primeiro que comprova estatisticamente esta relação. Alguns trabalhos concluíram esta relação em seus resultados, como Oliveira *et al.* (2005), que mapearam fragmentos em áreas rurais de Viçosa (MG) e concluíram que fragmentos menores tendem a ter maiores valores de IC. Outros (ANDRADE *et al.*, 2012; FADEL *et al.*, 2012; LISITA, 2008; NASCIMENTO *et al.*, 2006) apresentam os dois dados mas não relacionaram as variáveis,

Estes resultados não apresentam uma vantagem para a conservação da biodiversidade do município, pois fragmentos maiores também devem possuir um IC alto. Os fragmentos mais frequentes deste estudo apresentam uma razão borda/interior mais alta de que se tivessem valores maiores de IC. Assim, as vantagens que um fragmento maior poderia obter em tamanho, que é o abrigo de espécies mais restritivas, perdem-se no efeito de borda, pois maiores fragmentos são mais alongados na área estudo, gerando um alcance maior da perturbação.

Assim, os fragmentos de mata nativa na cidade, além de serem escassos, são pequenos e não possuem tendência a serem arredondados, encontrando-se na categoria alongados, tendo sua média de IC = 0,57 (Tab. 14). Com mediana de 0,6 e desvio padrão de somente 1,7 tem-se grande maioria dos fragmentos com tendência a serem alongados ou moderadamente alongados, sendo raridade casos de fragmentos arredondados. As médias aritmética e geométrica também não diferem tanto, o que corrobora a homogeneidade dos dados e tendência desses fragmentos a obterem valores próximos ao citado.

Tabela 14 - Valores de Índice de Circularidade assumidos na área de estudo.

Índice de Circularidade (IC)	
Média Aritmética	0,601589
Média Geométrica	0,573302
Mediana	0,6
Desvio Padrão	0,17

Fonte: Elaborada pela autora.

Essa tendência não é o ideal, podendo melhorar seus valores por intermédio de políticas municipais que priorizem também o formato dos fragmentos através do estudo do IC. O ideal seria os fragmentos se tornarem todos arredondados ($IC > 0,85$) através do reflorestamento e replantio de espécies nativas nos fragmentos de Floresta Estacional Decidual que permitam este tipo de intervenção estrutural, gerando uma melhoria funcional dos habitats.

Deste modo, consegue-se diminuir o perímetro dos fragmentos em relação à área, conseqüentemente, formando áreas núcleo de fragmentos. Essas áreas-núcleo têm maiores condições de abrigar espécies restritivas, enquanto as áreas de borda abrigam mais espécies generalistas.

Como os fragmentos de Mata Atlântica menores são mais arredondados (Tab. 15) e em número alto de frequência, esses funcionariam como trampolins ecológicos (*stepping stones*) para os fragmentos maiores, desde que conectados corretamente. Não somente uma conexão estratégica deve ser analisada, mas também o estudo da composição destes trampolins, além de uma proposição de arredondamento dos maiores.

Tabela 15 - Classes de tendência a alongamento dos fragmentos de Floresta Estadual Decidual.
Legenda: IC = Índice de Circularidade.³⁶

IC	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)	Área média (m ²)	Perímetro médio (m)
0,16 a 0,65	370	61,0	7.173	636
0,66 a 0,85	195	32,1	1.751	197
0,86 a 1	42	6,9	1.344	146
Total	607	100,0	4.060	394

Fonte: Elaborada pela autora.

A média perimetral dos fragmentos de 394 m é um pouco maior que a de um campo de futebol, porém não significa que os fragmentos tenham área média de um campo. Um campo de futebol teria área próxima aos sete mil m², enquanto a média dos fragmentos é de 4.060 m². Isso é justificado pelo grau de alongamento das estruturas, dadas as reentrâncias no formato dos fragmentos, aumentando o perímetro de uma área pequena, concluindo assim que a média dos fragmentos é 42% de um campo de futebol.

³⁶ Como a métrica não se deu em relação à área nessa tabela, cálculos de média geométrica foram utilizados nestes valores.

Nota-se que a frequência de fragmentos alongados é muito maior que a de fragmentos arredondados (Tab. 14), sendo cerca de 60 % da amostra composta por esta categoria, 32 % moderadamente alongados e 7 % arredondados. A tendência de estudos que verificaram padrões como circularidade em fragmentos é de que haja uma maior frequência de fragmentos alongados (mais de 50% da amostra), padrão este que não difere do presente estudo.

No estudo de Fadel *et al* (*op. cit.*), (Araras - SP) cerca de 90 % das amostras se encontravam na categoria “alongados”, mantendo valores próximos a esse em Lisita (2008), que realizou estudo no *cerrado stricto sensu* em áreas de nove empreendimentos rurais no nordeste de Minas Gerais (nordeste de MG), com 86% e, Andrade *et al.* (*op. cit.*) (Floresta Estacional Semidecidual em Ouro Preto e Mariana - MG), com 77% dos fragmentos de padrão alongado. Em estudo de Nascimento *et al.* (*op. cit.*), 53,7 % da amostra foi categorizada como fragmentos alongados e 38 % moderadamente alongados na bacia do Rio Alegre (ES).

Os dados dos diversos estudos citados acima demonstram que são raros os fragmentos classificados na categoria “arredondados”. Por serem localizados em diferentes matrizes do país, devem ser motivo de preocupação para a biodiversidade brasileira tanto de áreas rurais, bem como em fragmentos de áreas urbanas.

Outro parâmetro a ser analisado através da vetorização dos fragmentos de Mata Atlântica é a distância entre eles. A partir da verificação de 10 % da amostra, ou seja, 61 fragmentos que foram ranqueados no Excel e selecionados no Earth, possibilitou-se quantificar os fragmentos que se encontravam em cada bairro. Porém, alguns se dividiam entre bairros, então foi decidido considerar a área dos 61 fragmentos mais próximos por bairro (Tab. 16) e verificar em qual bairro há maior cobertura de áreas de fragmentos próximos.

Tabela 16 - Comparação das áreas ocupadas pelos 61 fragmentos mais próximos da amostra e a quais bairros pertencem. Legenda: Frequência Relativa = de área de fragmentos próximos em relação à área total dos fragmentos no bairro.

Bairros	Soma da Área fragmentos mais próximos (m ²)	Área total dos fragmentos (m ²)	Frequência relativa (%)
Ns. Sra. do Perpétuo Socorro	1.428.570	1.851.737	77,15
Km 3	1.200.588	1.649.596	72,78
Pé de Plátano	7.355	17.670	41,62
Caturrita	189.587	491.281	38,59
Bomfim	4.073	13.540	30,09
Cerrito	416.105	1.389.052	29,96

Chácara das Flores	56.805	194.255	29,24
Campestre do Menino Deus	401.500	3.259.758	12,32
Ns. Sra. das Dores	2.951	52.213	5,65
Itararé	31.946	794.666	4,02
Urlândia	4.908	144.664	3,39
Presidente João Goulart	8.044	438.580	1,83

Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo esta tabela, o bairro Nossa Senhora do Perpétuo Socorro possuiria os fragmentos mais próximos, sendo 77% do total dos fragmentos do bairro incluídos no ranking. Porém, essa porcentagem é a soma de somente dois fragmentos, sendo um de tamanho grande (o maior de Santa Maria) e outro de tamanho médio. No Cerrito foram quatro fragmentos que somaram um quarto do valor de área do Perpétuo Socorro, no Pé de Plátano se encontram dois fragmentos pequenos próximos, no Km 3, sete fragmentos de todos os tamanhos e no Campestre do Menino Deus, 20 fragmentos de tamanho médio. Se fosse para propor uma conexão entre fragmentos, baseado somente na escolha da proximidade, escolheria o bairro Campestre, por possuir fragmentos próximos de tamanhos semelhantes ou o Km 3, por possuir fragmentos grandes e médios como áreas-fonte, com possibilidade dos de menor áreas desempenharem função de trampolins ecológicos.

Portanto, neste método pode ocorrer a seguinte falha, cabível ao presente trabalho: sempre que houver disparidade muito grande com relação à área dos fragmentos e à quantidade de área florestada por bairro, perde-se confiabilidade nos dados. Assim, uma solução seria realizar a contagem absoluta de fragmentos dentro de cada bairro, estipulando um valor mínimo de área de fragmento que se considere relevante para a conservação, através de análise multicritérios. Como sugestão também se pode considerar na contagem, por exemplo, somente fragmentos que tenham mais de 50 % de sua área-núcleo incluída nos limites do bairro, porém este tipo de análise não é cabível a este estudo.

As distâncias entre esses fragmentos variaram de 3 a 1.300 metros, sendo 16 metros a média geométrica de proximidade entre os 607 fragmentos de mata nativa (Tab. 17). Através dessa medida, da observação de imagens de satélite e das pesquisas em campo, nota-se que os principais causadores da fragmentação no município são os arruamentos e construções civis. Outros causadores também

listados são aberturas para passagem de máquinas e outras práticas em propriedades rurais que se podem passar despercebidas em fiscalizações em terra, como aberturas pequenas no meio da floresta nativa que levam a grandes clareiras de plantações ou pastoreio.

Tabela 17 - Valores de distância entre fragmentos de Mata Atlântica assumidos na amostra.

Distância (m)	
Média Aritmética	41,0
Média Geométrica	16,9
Mediana	15,2
Desvio Padrão	96,7

Fonte: Elaborada pela autora.

Assim, os fragmentos encontram-se a uma distância razoável um do outro, considerando a matriz da área de estudo quase totalmente urbana por qual tem de passar para atravessar de um fragmento a outro. São raras as estruturas conectivas de baixo custo que podem ser implantadas em distâncias como estas em cidades, diminuindo as possibilidades de instalação, mas não excluindo todas elas.

Considerando a mediana de 15 metros e o desvio padrão de quase 100 metros, um animal silvestre no meio da cidade teria de atravessar mais de uma quadra sem alguém capturá-lo ou caçá-lo. Numa matriz rural o animal tende a se arriscar mais, devido ao substrato, maior visibilidade, à menor presença de animais, à quase nula presença de humanos e à maior probabilidade de o próximo fragmento ter uma boa qualidade ambiental. Porém na matriz urbana essa travessia tem poucas chances de ser concretizada e, se for, não significa que essa seja vantajosa. Este dado mostra que a conexão por vias alternativas de uso somente animal deve ser realizada o mais urgente possível e a análise da qualidade biológica dos fragmentos igualmente, se visada à conservação da biodiversidade da cidade.

Até agora, há dois bairros em que se encontram os maiores fragmentos de Floresta Estacional Decidual de Santa Maria. Desses dois, o maior está no bairro Nossa Senhora do Perpétuo Socorro³⁷ e o mais arredondado (ou menos alongado, pelo IC = 0,3) está no Km 3. Desconsiderando-se o parâmetro “área” dos fragmentos e considerando-se a frequência absoluta destes nos dois bairros, foram comparados os bairros Km 3 e Nossa Senhora do Perpétuo Socorro. Entre os 61

³⁷ Deve-se ressaltar que a área do fragmento do Km 3, se extravasado os limites administrativos, é relevantemente maior do que a do Morro Link.

fragmentos mais próximos entre si de toda amostra, sete encontram-se no Km 3 e apenas dois no Perpétuo Socorro.

Portanto, finaliza-se a escolha do bairro no qual será cumprido o principal objetivo deste trabalho: a conexão entre os fragmentos remanescentes de Mata Atlântica. O bairro que combina parâmetros de maiores fragmentos, maior circularidade e maior proximidade é o Km 3.

6.3 Uso do solo e proposta de conexão entre fragmentos florestais no bairro escolhido

O bairro Km3 foi o escolhido para a conexão de seus fragmentos de Mata Atlântica encontrados neste, devido aos parâmetros de tamanho, circularidade e distância entre eles. Para maior fidelidade quanto ao uso do solo deste bairro, foi elaborado outro mapa de uso do solo, porém somente do Km 3. Este possui maior detalhamento devido à imagem de menor escala utilizado do que o de todo Distrito Sede.

Esse bairro possui cerca de dois milhões de m² em áreas nativas florestais, que ocupam mais da metade de sua área (Fig. 47). Isso demonstra que pouco avançou a ocupação por áreas impermeabilizadas, que são horizontalizadas, possuindo população total do bairro em 2700 habitantes. Conseqüentemente, com baixo índice populacional e alto índice vegetacional, o índice de cobertura arbórea por habitante se encontra em cerca de 660 m²/hab.

A presença desse alto índice de cobertura arbórea por habitante no bairro não representa que a população deste tenha uma boa qualidade de vida, por essas áreas não serem públicas e não terem uma estrutura para acesso populacional, não são aproveitadas para lazer e turismo, além do que, boa parte da população deste bairro se encontra em ocupações irregulares. Assim, no quesito poluição do ar, eles possuem, sim, uma ótima qualidade, mas no quesito riscos que se atrelam à moradia cerca do morro, da ferrovia e do jusante do Rio Vacacaí-Mirim, não, isso não traz qualidade de vida. São três ocupações irregulares presentes no bairro,

segundo dados disponibilizados pela prefeitura: a Vila Favarin, a Vila Palmares e a Vila Bilibio.

A vila Favarin é uma unidade residencial urbana que se encontra em situação irregular pela prefeitura, devido ao fato de se encontrar em uma área de risco ambiental. Limita-se, ao norte, com a jusante do Rio Vacacaí-Mirim neste bairro, portanto sofre risco de inundações constantemente e ao sul com a linha férrea Santa Maria-Porto Alegre. Seu limite sul pode presenciar eventualidades geomorfológicas na dinâmica do talude que foi feito para a instalação dessa ferrovia, portanto esse é um risco que se deve assumir nesse local. Além disso, sua principal rua chega à margem do rio, não possui APP nesse trecho que se liga à vila, que já possui histórico de extravasamento em sua margem direita.

Esta se encontra rodeada por plantações exóticas a leste e oeste, devendo ser retiradas do local, como já foi alertado anteriormente no presente estudo sobre a ameaça destas para a biodiversidade da Mata Atlântica do entorno. Então, sugere-se de que, se não forem retiradas essas plantações exóticas do local, pelo menos respeitem a APP deste rio, que seria de 30 metros em direção à vila.

Já, a Vila Palmares confronta ao norte com a linha férrea que faz ligação de Santa Maria a Porto Alegre e a oeste com um córrego d'água, afluente do Rio Vacacaí-Mirim. Esses limites citados definem os riscos desse lote, pois há certo risco de deslizamento a norte, devido ao corte do talude para construção da via férrea. Também há enxurradas, pois essa margem do rio está mais propensa a extravasamento em direção ao bairro (SANTA MARIA, 2013b), devido à descida do morro.

A vila Bilibio é ocupação irregular por se encontrar subindo as encostas do Rebordo do Planalto ilegalmente, fragmentando a Mata Atlântica e gerando risco às populações residentes pela instabilidade das instalações das construções civis do local. Essas construções se estendem a mais de meia-encosta do morro, portanto suas estradas (de terra), que se configuram em linha reta, possuem uma subida muito íngreme em que até mesmo automóveis possuem dificuldade para chegar ao fim da estrada.

À oeste desta vila encontra-se a maior área de silvicultura do bairro (Fig. 47), que, além da plantação, vem se expandindo por dispersão das sementes dessas

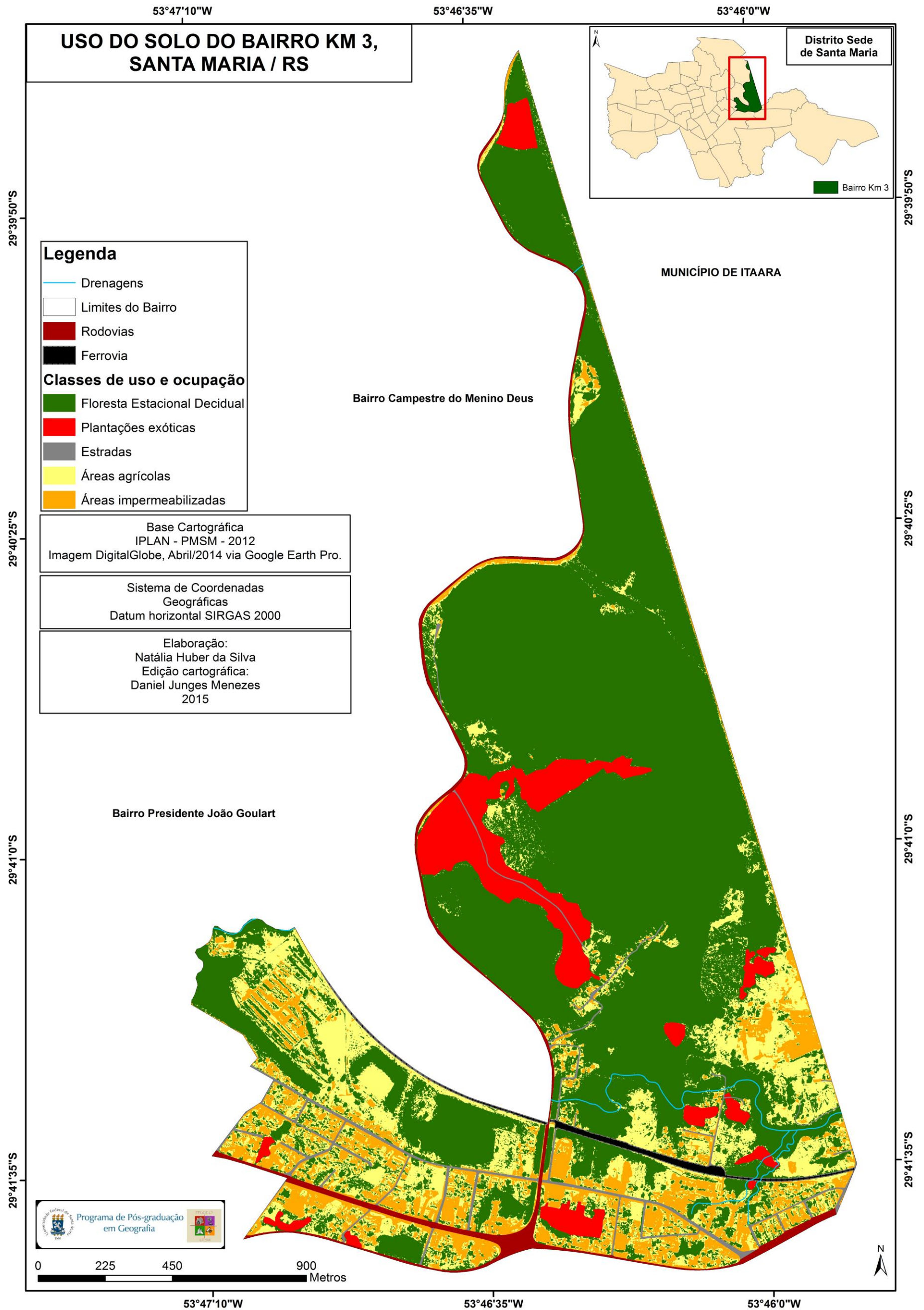


Figura 47 - Mapa de uso do solo do bairro Km 3.

árvores exóticas. Assim, mais áreas de floresta nativa vêm sendo descaracterizadas pela invasão de espécies exóticas por causas antrópicas.

O uso do solo do bairro Km 3 pela cobertura vegetal arbórea nativa aparece um pouco superestimado (+ 9,2 % de diferença) nesse mapa, por apresentar escala menor datada por um satélite diferente, datando mais áreas de cobertura verde arbórea que entraram na classificação de tipo de uso “Floresta Estacional Decidual”. Devido ao fato de que algumas árvores se encontram dispostas mais separadamente e em linha reta, como poucos casos no oeste do bairro, ou por se encontrarem esparsas demais, como na vila Bilibio, não foram datadas como “fragmentos de Floresta Estacional Decidual” e nem como “plantações exóticas” no processo de vetorização.

Assim, deve-se considerar como fragmentos remanescentes de Mata Atlântica os 1,8 milhões de m² (54,1 % da área) de Floresta Estacional Decidual (vetorizados manualmente) como valores fiéis à realidade desse bioma, e não os 2,1 milhões de m² classificados automaticamente³⁸. No entanto, pode-se concluir através deste mapa que o bairro possui cerca de 70 % de cobertura arbórea, entre indivíduos exóticos e nativos.

Em comparação com o uso do solo do distrito sede, por ter maior resolução (30 cm) na imagem *Digital Globe* do que na do *Landsat 8* (30 m), se acredita que as áreas urbanas não chegam a quase 30 % e sim, possuem cerca de 15 % de cobertura do bairro (áreas impermeabilizadas + estradas) (Tab. 18). Este é um dos únicos bairros santa-marienses que possui pequenas áreas de vegetação rasteira (principalmente *Poaceae*) e alguns indivíduos arbóreos intercalados entre elas, por isso áreas impermeabilizadas foram superestimadas pela classificação automática neste local.

Tabela 18 - Uso do solo do bairro Km 3.

Uso do Solo	Área (m ²)	Frequência Relativa (%)
Plantações exóticas	223.829	6,6
Floresta Estacional Decidual	2.144.588	63,3
Áreas agrícolas	537.313	15,9
Áreas impermeabilizadas	331.914	9,8
Estradas	151.252	4,5
Total	3.388.896	100,0

³⁸ A fidelidade quanto aos indivíduos desse porte está correta, mas a classificação de se estes eram ou não de espécies exóticas não foi realizada por não terem sido vetorizados na primeira etapa do estudo.

Fonte: Elaborada pela autora.

Uma boa parte do bairro é coberta por áreas agrossilvopastoris, chegando a 22,5 % da cobertura do solo, que são também causadoras de fragmentação e perda da qualidade ambiental dos fragmentos. Pode-se dizer que ao norte do Rio Vacacaí-Mirim no bairro Km 3, a principal causa da fragmentação são as áreas agrossilvopastoris e, ao sul, são as áreas urbanizadas.

Deste modo, as áreas que possuem maior necessidade de conexão entre seus fragmentos são as mais urbanizadas. Deve-se aproveitar a oportunidade de conexão entre estas ao rebordo devido as suas proximidades, sendo separadas por uma a três quadras, porém pelas rodovias mais movimentadas da cidade.

Para a proposta de conexão neste bairro, foram consideradas todas as estruturas de intervenções estruturais em rodovias mitigadoras do problema de fragmentação³⁹, já citadas neste estudo. Também foram consideradas passagens de migração por dentro de áreas exóticas, áreas de reflorestamento de espécies nativas e áreas de arborização, seja de espécies nativas ou exóticas.

Deve-se evitar ao máximo o plantio de espécies exóticas em áreas próximas a fragmentos nativos pelo simples fato de não se saber a interação que esta espécie terá com as outras nativas. Sabe-se que os *Pinus* (invasora) e *Eucalyptus* são espécies exóticas que se adaptam muito bem a muitos tipos de solo.

O principal motivo das espécies exóticas invasoras disporem de alto grau de sucesso de dispersão é de que matam todas as espécies ao seu redor com o tempo, devido à substâncias que suas folhas soltam no solo. Porém, outras espécies podem não possuir impecílios químicos, no entanto apresentarem alta velocidade de dispersão e proliferação, sufocando espécies de todos os estratos arbóreos nativos.

Assim, para o estabelecimento da conexão dos fragmentos de Floresta Estacional Decidual do bairro Km 3 de Santa Maria, foram propostos seis tipos de medidas mitigadoras à desconexão: Reflorestamento com espécies nativas, Arborização, Corredor de Migração, Passagem inferior com cerca direcionadora, Passagem aérea por estrato arbóreo e Bueiros Modificados (Fig. 48). Essas medidas às vezes se dão em forma de intervenção estrutural ou em forma de

³⁹ Cf. item 2.4 desta dissertação, página. 47.

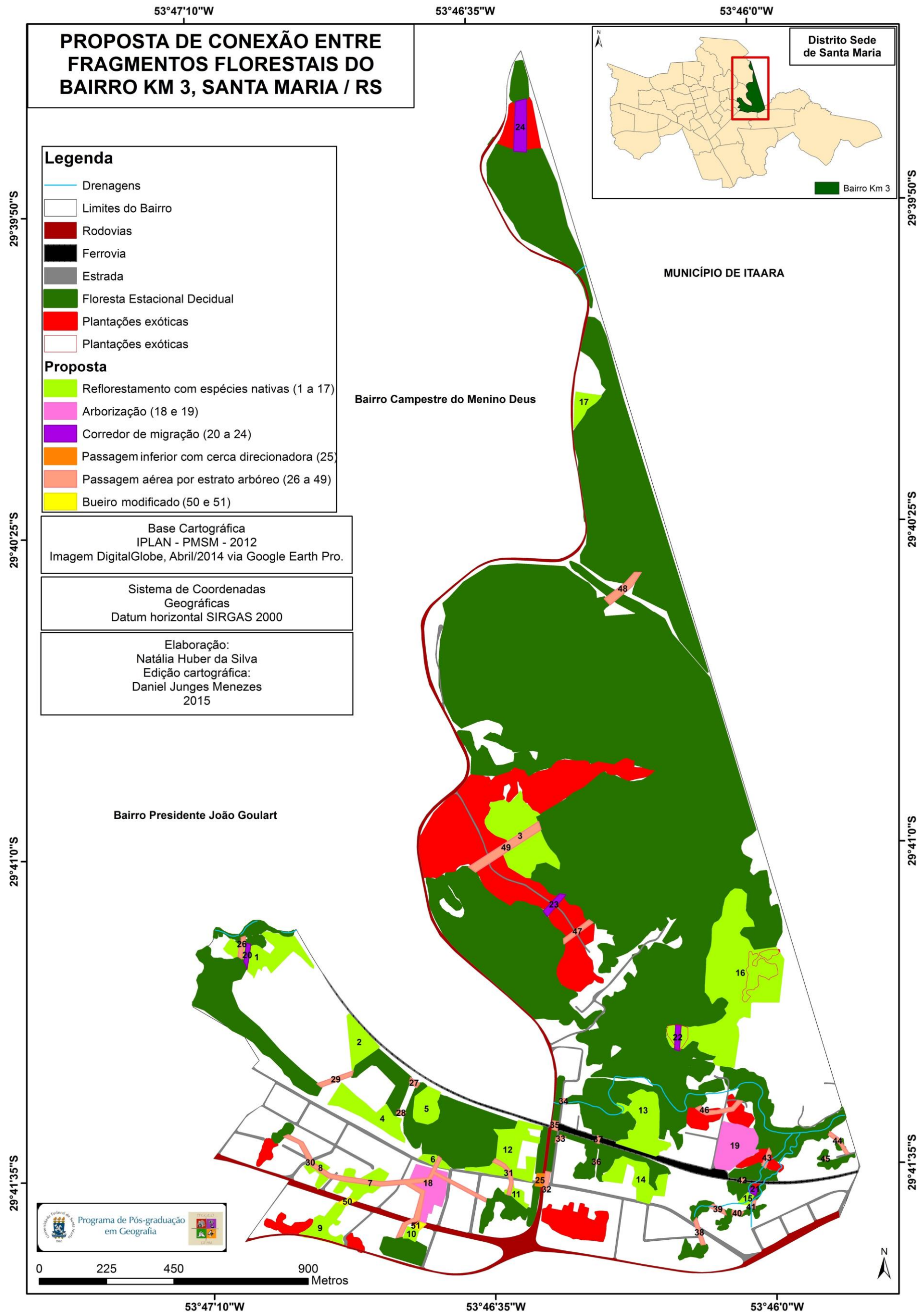


Figura 48 - Proposta de conexão de fragmentos do bairro Km 3.

aproveitamento de áreas já modificadas - que podem apresentar difícil mitigação no momento, mas que num futuro próximo talvez a intervenção estrutural seja uma alternativa.

As áreas de reflorestamento com espécies nativas (Fig. 48, nº 1 a 17) se encontram em áreas atualmente desflorestadas em que não há impermeabilização.

As áreas número 1, 2 e 4 se encontram dentro da sede na América Latina Logística (ALL), empresa de transporte ferroviário de mercadorias. Possui grande área de preservação em forma de “L” (acompanhando trilhos secundários), chamada de Bosque Dom Ivo Lorscheiter (Fig. 49, A), onde não é possível a entrada de humanos, devido ao fechamento da floresta em si possuindo diversos estratos arbóreos.

Porém a maioria de sua área é muito desmatada e os campos presentes nesta área são destinados ao pastoreio de bovino e equinos (Fig. 49, B). Por isso, a proposta de reflorestamento desta área se deu apenas naqueles dois extremos (Fig. 49, C, D), sobrando espaço suficiente para a pastagem. Além desta área de pastagem, também foi mantida a área de lazer (campinho de futebol) (Fig. 49, E) entre as áreas nº 1 e 2 que a comunidade da “Invasão do Km 3”⁴⁰ utiliza da ALL e de outro campo de futebol, em área adjacente, rodeado por fragmento de mata atlântica e pela área de reflorestamento nº 4.

⁴⁰ Chamada deste modo, mas na realidade encontra-se do outro lado dos trilhos, pertencendo ao bairro Presidente João Goulart.



Figura 49 - Áreas de proposição de reflorestamento com espécies nativas ao sudoeste do bairro.
 Legenda: A) Destaque à placa do bosque Dom Ivo, área estreita de mata bem conservada; B) Presença de uma pequena representatividade pecuária; C e D) Área de proposta de reflorestamento com espécies nativas 2 e 4; E) Campinho de futebol mostrando as goleiras ao centro da foto e, ao fundo, morros do rebordo do bairro Campestre (mais próximos) e Itararé.

Fonte: Elaborado pela autora com imagens do trabalho de campo, jan. 2015.

A área de proposta de reflorestamento com espécies nativas nº 3, localizada a oeste do bairro, se encontra em uma área que se acredita que foi desmatada anteriormente para a extração madeireira e, logo após, realizado o plantio de espécies exóticas arbóreas, como acontece em seu norte, oeste e sul. Foi proposto o reflorestamento com espécies nativas o mais urgentemente possível, devido à área encontrar-se somente com vegetação rasteira e alguns arbustos de vegetação exótica, devido aos seus arredores e esta área possuírem o mesmo histórico de uso.

Não foi proposto o reflorestamento, ainda, da área de silvicultura adjacente porque os indivíduos das plantações exóticas se juvenis, mas assim que houver a “colheita” desta plantação, o solo não deverá ser mais utilizado para esses fins, havendo de ser restringido por órgão ambiental responsável. A raspagem do horizonte “O” e “A” do solo deverá ser realizada devido às sementes ainda deixadas na área, dispersas naturalmente pelas plantações anteriores. Talvez também haja necessidade de adubação do solo, devido ao empobrecimento que essas monoculturas causam a este.

As áreas de reflorestamento nº 5, 6 e 12 encontram-se ao redor de um fragmento florestal nativo. A área nº 12 se conectaria a outro fragmento arbóreo nativo já existente a oeste da rodovia, lado leste do fragmento (Fig. 50). A área de reflorestamento nº 11 o aproximaria do mesmo.



Figura 50 - Imagem de satélite localizando alguns locais da proposta de reflorestamento com espécies nativas a sudoeste do bairro. Ao centro em área de campo não numerada, a proposta é de “arborização”, isto é, plantação de espécies nativas ou exóticas.

Fonte: adaptada da imagem do satélite *Digital Globe*, ponto central localizado a 29°41'35.33"S 53°46'43.05"O, do dia 11 de setembro de 2014.

Já, as áreas de reflorestamento nativo 7, 8 e 9, funcionarão como trampolins ecológicos entre os morros-testemunho do bairro Cerrito e o Rebordo do Planalto, área-fonte destes morros. A área nº 8 funcionaria como um trampolim de um pequeno fragmento nativo aos outros mais ao norte e à área fonte e vice-versa.

A área nº 13 faz fronteira a sudeste com a Vila Favarin. Até 2011 seu uso era agrícola (Fig. 51, A), havendo desvios do rio para a formação de um açude na parte central dessa área e até hoje a área que foi desmatada para se fazer os desvios está desnuda (sem APP). Já, em 2012, o solo encontrava-se totalmente lavrado e exposto, com seu horizonte “O” e “A” retirados (Fig. 51, B). O açude desapareceu e restou uma cicatriz na área que está presente até hoje (Fig. 51, C), mas acredita-se que não é ocupada para os mesmos fins. Assim, seria interessante isolá-la e deixar a mata atlântica se deixar naturalmente ou fazer um turno de reflorestamento desta com a comunidade da Vila Favarin.



Figura 51 - Evolução do uso da área da proposta de reflorestamento nº 13. A) 2011; B) 2012; C) 2014.

Fonte: Adaptado de imagens de diferentes satélites utilizados pelo *Google Earth* localizado a 29°41'28.89"S 53°46'15.96"O, de 16 ago. 2011, 9 jan. 2012 e 4 abr. 2014.

A área de reflorestamento nº 14 contribuiria com a conservação e possível aumento de riqueza de espécimes de pequenos animais naquela área, pois suas área e circularidade aumentariam através desta. Com esses maiores parâmetros, poderiam abrigar uma maior quantidade ou de indivíduos migradores ou que poderiam se estabelecer seus nichos neste local, como alguns passeriformes e/ou pequenos mamíferos, além da fauna não carismática (répteis, anfíbios e invertebrados).

A área de reflorestamento nº 15 localizada na vila Palmares serviria, além de aumentar o tamanho e circularidade do fragmento, para aproximação com outros fragmentos nativos trampolins ao sul desta área e para o aumento da infiltração de águas pluviais. Adjacente a essa área de proposta de reflorestamento, poderiam ser supridas as APPs do afluente do Rio Vacacaí-Mirim, que está canalizado, mas ainda contém áreas de solos permeáveis em seu trajeto em que se podem plantar árvores melhorando a qualidade da água através da filtragem da poluição.

As área de proposta de reflorestamento nº 16 encontra-se a este-sudeste do bairro Km 3 e a maioria desse solo está nu por recente colheita da silvicultura. Esta área está “encobrendo” três fragmentos exóticos em seu desenho pois todos os indivíduos desses fragmentos estão adultos e crê-se já estarem prontos para o corte e esta área. Por encontrar-se em contato com grandes altitudes de uma Floresta Estacional Decidual, essa área não deve abrigar jamais esse tipo de plantações exóticas de *Pinus* e *Eucalyptus*, tendo, assim, que ser restringido o uso do solo em áreas contínuas de Mata Atlântica por fiscalização de órgãos ambientais. Esta é uma zona de amortecimento, muito próxima à zona núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA), assim, o uso do solo deve ser mais restritivo (Fig. 52).

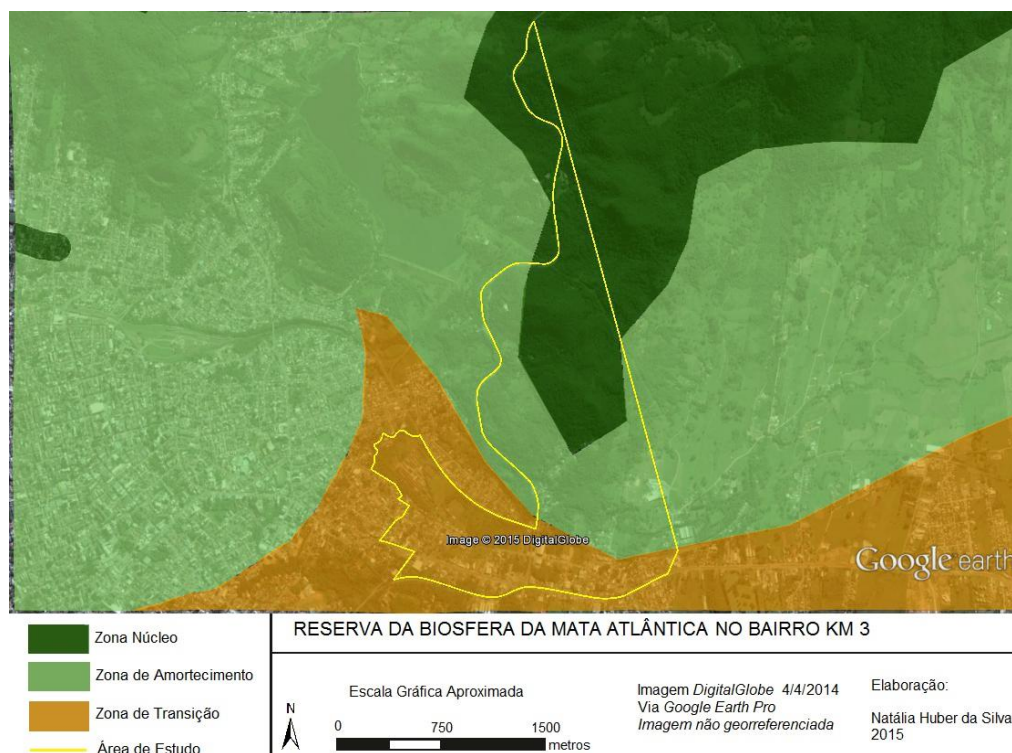


Figura 52 - RBMA do bairro Km 3.

Fonte: Adaptado de arquivo kml. nº 28 (CNRBMA, c2013) sobreposto com kml. da área de estudo no Google Earth® disponibilizada pela PMSM, localizada a 29°40'39.14"S 53°46'30.98"O.

A área de reflorestamento com espécies de mata atlântica nº 17 encontra-se em parte do estacionamento do Corujão, maior boate da cidade (Fig. 53), localizada no alto da serra e em zona núcleo da RBMA. Este local já possui algumas espécies exóticas no seu ajardinamento, como *Pinus sp.* Foi selecionada essa área devido a se encontrar em uma zona núcleo da RBMA, portanto, não deveria haver áreas de entretenimento comercial e residência no local, que cortaram. Estas provocam alto impacto sonoro, além do fluxo de carros e da alteração do regime dos ventos causado pelo recuo da floresta.



Figura 53 - Área de proposta de reflorestamento com espécies nativas, nº 17.

Fonte: Autora, jan. 2015.

Foram propostas duas áreas de arborização por espécies nativas ou exóticas, intervenções nº 18 e 19 do mapa. Ressalta-se que essas espécies exóticas citadas aqui deveriam ser estudadas primeiramente em um ensaio para verificar sua dispersão e impactos que poderiam causar no local. Ainda o mais recomendado é que sejam árvores frutíferas nativas.

A área de proposta de arborização nº 18 se encontraria como um trampolim entre o Cerrito e os fragmentos mais ao norte, portanto deve ser tão atrativa para os animais e eficiente para a biodiversidade quanto às áreas de reflorestamento nativo. Foi considerada essa área como parte da “transição”, já que se situa dentro da área de transição da RBMA.

A área de futura arborização nº 19 encontra-se no meio de três plantações exóticas, na vila Favarin, situada em zona de amortecimento da RBMA, quase na zona de transição. Essas plantações exóticas de seu entorno devem ser substituídas por reflorestamento com espécies nativas e toda a remediação do solo, já citado anteriormente deverá ser realizado, já que estas plantações são de eucalipto. Também, por encontrar-se em zona de amortecimento, o estudo de impacto dessas plantações exóticas (que não sejam *Pinus* e *Eucalyptus*) deve possuir mais meticulosidade nos ensaios experimentais do que o da área de proposta de arborização nº 18, pois, por ser mais próxima à RBMA, os possíveis efeitos dos impactos negativos se estenderão por grandes áreas.

Os corredores de migração (Fig. 48, nº 20 a 24) seriam áreas lineares de passagem de espécies por terra, ou seja, pelo substrato. Quando se menciona “migração” refere-se ao oposto de “estabelecimento” de espécies. Assim sendo, estes serviriam somente para a passagem terrestre de animais em áreas de agrícolas (nº 20), estradas de terra (nº 21), ou em áreas de plantações exóticas (nº 22, 23 e 24).

As plantações exóticas, já que desmatam e ocupam áreas nativas, deixam menos opções de alimentação para animais pequenos como roedores que habitam essas áreas, como o rato *Akodon montensis*, identificado em uma das pesquisas em campo. Assim, populações de animais maiores e de topo de cadeia, como o onívoro graxaim-do-mato (*Cerdocyon thous*), presente nesse local, igualmente prejudicado pela menor quantia de espécies arbóreas frutíferas, também possuiria menor disponibilidade da dieta carnívora.

A proposta da passagem inferior com cerca direcionadora (Fig. 48, nº 25) localiza-se abaixo da Avenida Osvaldo Cruz que passa abaixo da BR 158, que é erguida como viaduto nesta área (Fig. 54, A). Através de visita *in loco*, observou-se que os fragmentos ao norte e sul desta futura estrutura possuem suas bordas mais baixas que a pista (Fig. 54, B, C, D). Assim, geram áreas em “v” com a estrada, que acumulam água e modificam a composição florística das bordas dos fragmentos, encontrando-se espécies de áreas alagadiças como o aguapé-flexa (*Sagittaria montevidensis*), presente nos *humedales* uruguaios e argentinos (Fig. 54, E). Não é um bom sinal que esta planta se encontre nesse local, indicando alto índice de

poluição na beira da estrada, já que só cresce em áreas onde a água possui muitos nutrientes, especialmente em áreas poluídas.

Portanto, a melhor estrutura a ser instalada neste local seria uma passagem pequena inferior, devido à largura e a necessidade de altura para entrada de claridade e um degrau com rampa externa e interna à estrutura para não causar inundações e, conseqüentemente, afogamento de animais terrestres. O cercamento deste local deve ser realizado para o direcionamento do animal. Se este não ocorrer, por atropelamentos, caça por animais domésticos e até mesmo por maldade humana muitos indivíduos não conseguirão chegar ao outro lado da pista.



Figura 54 - Local da proposta de passagem inferior à rodovia com cercamento. Legenda: A) Viaduto da BR 158, Avenida Osvaldo Cruz na parte inferior deste, fragmentos de Mata Atlântica em bom estado de conservação aos lados leste e oeste da imagem, sul e norte do viaduto; B) Fragmento ao norte do viaduto; C e D) Encosta sul e norte, respectivamente, demonstrando que a estrada se

encontra mais alta que os fragmentos, sendo esta diferença de, no mínimo, um metro de altura; E) *Sagittaria montevidensis* encontrada na borda dos fragmentos.

Fonte: Elaborada com imagens do trabalho de campo realizado pela autora, jan. 2015.

Por ser a mais barata financeiramente das estruturas mitigadoras, foram propostas 24 passagens aéreas por estrato arbóreo (Fig. 48, nº 26 a 49) entre os fragmentos de mata atlântica do bairro Km 3. Ressalta-se que os extremos desta, nessa proposta, ligam somente os fragmentos de Floresta Estacional Decidual, ou seja, não ligam fragmentos a outras possíveis estruturas propostas anteriormente.

Estas passagens serviriam somente para o uso por espécies arborícolas, podendo ser utilizada por pequenos mamíferos, como os marsupiais: gambá (*Didelphis albiventris*), cuíca-de-três-listras (*Monodelphis americana*) e cuíca-de-cauda-grossa (*Lutreolina crassicaudata*), por exemplo, datados em trabalhos de campo. Essas espécies, frequentemente, são encontradas atropeladas no bairro, principalmente na BR 158.

Mamíferos arborícolas de porte médio, como os primatas, também podem utilizá-las já que espécies como bugios-ruivos (*Alouatta guariba clamitans*)⁴¹, já foram datados na Reserva Biológica do Ibicuí-Mirim (Itaara) (IUCN, 2008). Outros poucos primatas já foram observados em trabalhos de campo no Morro do Elefante (Distrito Arroio Grande, Santa Maria), segundo biólogos da cidade, porém não há nada datado em estudos nesta área.

Chama-se atenção para a passagem superior aérea nº 30, na qual une quatro fragmentos de mata nativa, ultrapassando até cinco quadras de distância (Fig. 55). Se as áreas de reflorestamento não forem estabelecidas, quase certamente não seria utilizada esta passagem, já que os mamíferos utilizam mais as passagens quando enxergam o outro extremo. Portanto, essas áreas de reflorestamento são de extrema importância de serem implantadas, pois serviriam de *stepping stones* de descanso para os animais que pretenderem realizar a travessia.

⁴¹ Estudos com estes animais já foram realizados nas florestas do CISM, porém, a população desses animais foi reduzida drasticamente com a descaracterização destas áreas, eventos de febre amarela e com a caça.



Figura 55 - Proposta de passagem aérea por estrato arbóreo ligando quatro fragmentos distantes entre eles e as possíveis áreas de reflorestamento também propostas neste estudo.

Fonte: Adaptado de imagem *Digital Globe* a 29°41'35.76"S 53°46'46.17"O, de 4 abr. 2014.

A passagem aérea por estrato arbóreo nº 32 é proposta no mesmo local na passagem inferior com cercamento (nº 25), porém está posicionada lateralmente no mapa para facilitação da visualização e interpretação. Esta conectaria as copas das árvores e se encontraria na altura inicial do viaduto.

A estrutura não pode ser instalada em altura maior que a altura da estrada do viaduto, pois ficaria muito próxima à passagem para pedestres deste, colocando animais em risco de serem incomodados por humanos. Também não possui altura inferior, pois poderia ser destruída por veículos altos. Para seu estabelecimento, toda a fiação elétrica deve ser encapada, evitando descargas elétricas nos animais, que já causou morte em macacos de Porto Alegre (Fig. 56).



Figura 56 - Local onde é proposta a passagem por estrato arbóreo nº 32.

Fonte: Autora, jan. 2015.

A passagem por estrato arbóreo nº 48 é estabelecida em uma região bem arborizada, porém que obtém uma interrupção em sua continuidade através de uma estrada residencial. Esta possui a plantação de algumas espécies exóticas que não pertencem à mata atlântica, como milho (Fig.57, A) e bananeiras (Fig.57, B), nativas do sudeste asiático.

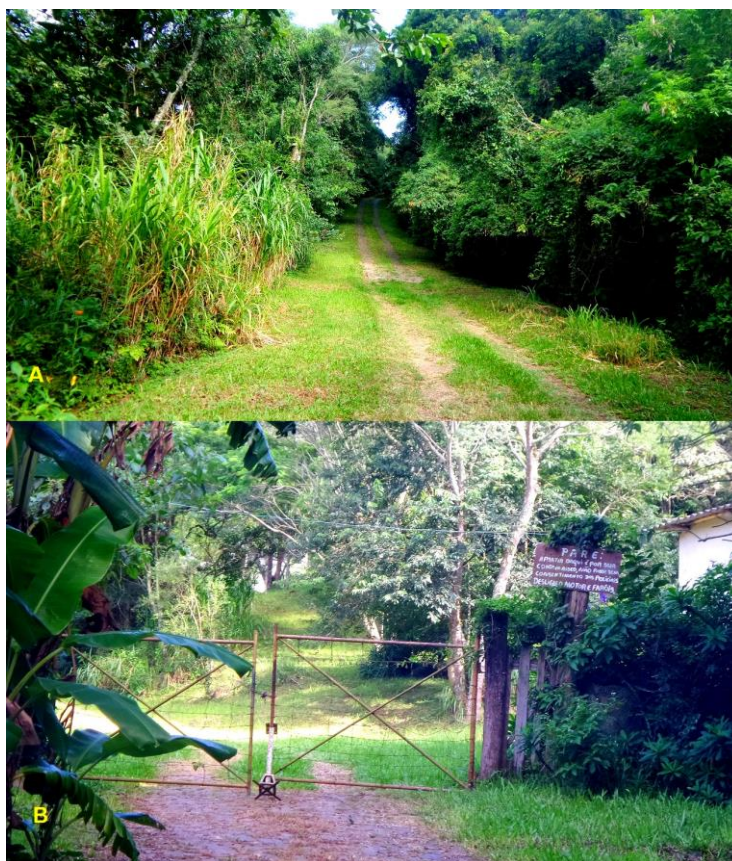


Figura 57 - Local onde é proposta a passagem aérea por estrato arbóreo nº 48. A) Destaque à esquerda da foto na plantação de milho; B) Destaque à esquerda da foto na plantação de bananeiras.

Fonte: Elaborada pela autora com imagens de trabalho de campo, jan. 2015.

As últimas estruturas propostas a este bairro são os bueiros modificados (Fig. 48, nº 50 e 51). Estes se encontram ao sul-sudoeste do bairro e passaria pelo maior e mais movimentado acesso do centro da cidade à UFSM, a BR-392 (Av. João Luiz Pozzobom). Foi escolhido este tipo de estrutura de passagem de mamíferos de hábito terrestre e de pequeno porte como modo de ligação entre áreas que atualmente estão desmatadas e o Rebordo do Planalto. Porém, ao sul destas áreas existem áreas florestadas com mata nativa, então estas facilitariam o acesso, tanto encontradas nesse mesmo bairro (nº 52), como no bairro Cerrito, onde se encontram três morros-testemunhos. Por isso, salienta-se que a área de reflorestamento nativo nº 9 também é essencial, além desses bueiros - e uma futura passagem aérea por estrato arbóreo, quando já reflorestada - para manter a conectividade entre os morros-testemunho e o Rebordo do Planalto e seus fragmentos.

Terminada a proposta, espera-se que se tenha contribuído de uma maneira prática de como se efetivar a conexão entre fragmentos de mata nativa dentro de matrizes urbanas. Também se deseja que esta proposta seja considerada pela prefeitura, pesquisadores e que estruturas e medidas como essas sejam implantadas em diversos bairros, não somente no Km 3.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transformação da paisagem pelo homem é um processo inegável pelo qual a humanidade constantemente conviverá, seja nos meios rurais, urbanos ou ainda não tão ocupados, como em comunidades ribeirinhas ou quilombolas. Por isso, deve-se considerar a paisagem como uma combinação dinâmica de elementos geográficos, físicos, biológicos e antrópicos. Tratando-se a paisagem deste modo indissociável, porém dinâmico, e não somente como elementos separados com análises específicas e disjuntas, a tendência dos estudos acadêmicos e institucionais é somente a evolução.

Santa Maria é uma cidade que sempre busca o seu desenvolvimento através do seu conhecimento no estado como “melhor” em algum aspecto. Já foi conhecida como “cidade cultura”, mais recentemente como “cidade do Xis”, é o polo universitário é seu maior feito até agora, pois é a cidade que abriga a primeira universidade federal do interior do país⁴². Porém, não dá muita importância à sua “reputação” ambiental e nunca foi citada como cidade exemplo de planejamento ambiental.

As pessoas valorizam a topografia da cidade e principalmente o entorno da cidade, como se houvesse que ter uma separação completa de: mata, cidade e campo. Ultimamente que a população tem sentido mais falta do verde urbano, porém não fazem nada para modificar isso e a tendência é de os terrenos possuírem, a cada ano, mais áreas impermeabilizadas.

A Região Administrativa mais impermeabilizada da área de estudo é a Centro Urbano, com 91 % de sua área coberta por edificações, sendo grande parte verticalizada. Essa zona possui apenas, em média, 3,4 m² de cobertura arbórea por habitante, índice muito abaixo pelo indicado pela ONU, de 12 m²/hab de áreas verdes (públicas).

Porém, como a cidade possui grandes remanescentes de mata atlântica ao Norte, Nordeste e Centro-Leste, esse índice sobe para 47,6 m²/hab. considerando a população de todos os bairros do Distrito Sede. Observou-se que a R.A. Nordeste é

⁴² Fundada em 14 de dezembro de 1960, quase perde esta conquista para a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), fundada nove dias depois.

a mais preservada da cidade, possuindo metade de sua área ocupada por remanescentes nativos de Mata Atlântica.

Em contrapartida, a R.A. que possui menos fragmentos de Floresta Estacional Decidual é a Oeste, sendo que a maioria da cobertura do seu solo não é de áreas impermeabilizadas e, sim, o uso para fins agrossilvopastoris. Através de dados como estes que se conclui que a prática agrossilvopastoril desmata mais que às práticas de construção civil em Santa Maria, avançando mais sobre as APPs do que se tivessem o entorno impermeabilizado.

Observou-se dentro da área deste estudo que, quanto mais distantes os fragmentos remanescentes de Mata Atlântica situam-se de sua área-fonte (rebordo), mais escassos e menores eles são. Além disso, foi comprovado estatisticamente que, em áreas urbanas, maiores fragmentos tendem a ter menor circularidade. Este é um parâmetro que deve ser mitigado, pois em áreas urbanas as interferências antrópicas são maiores e, somado a uma maior abrangência de efeito de borda, empobrecem os fragmentos, baixando índices de Riqueza e diversidade de espécies.

O bairro Km 3, metricamente escolhido para se realizar a proposta de conexão, possui ainda metade de sua área coberta por floresta nativa. Porém, possui fragmentos de silvicultura adjacentes a esta, o que prejudica a qualidade, além de suprimir áreas de Mata Atlântica. Por abrigar um baixo índice populacional de 2700 habitantes para mais de dois milhões de m² de mata atlântica, este bairro possui cerca de 660 m² de cobertura arbórea por habitante, altíssimo para uma área inserida do perímetro urbano.

Neste e em outros muitos bairros pertencentes à Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA) devem ser consideradas a extinção total de espécies exóticas invasoras. Se isso não for possível, sugere-se que essas plantações sejam substituídas por outras espécies que causam menos impacto na físico-química do solo e em sua dispersão do que *Pinus sp.* e *Eucalyptus sp.* provocam à biodiversidade.

Além destes, muitos outros índices e parâmetros podem ser estudados na cidade. A grande parte dos estudos de caracterização ambiental da cidade é realizada pelos programas de graduação e pós-graduação das universidades. Porém, como é recente esta temática em laboratórios de estudos acadêmicos da

Geografia e não há esta integração do social nos laboratórios da Zoologia ou Botânica, são muito raros os estudos que englobam o meio ambiente natural dentro do urbano em Santa Maria, sendo estes todos realizados por no Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFSM, monografias de especializações em Gestão Ambiental do Centro Universitário Franciscano e mais recentemente da Universidade Norte do Paraná - polo Santa Maria, que também trouxe curso de especialização em Gestão Ambiental através do ensino *latu sensu*.

Ainda há muito no que trabalhar nesta proposta e Santa Maria ainda necessita melhorar muito no quesito arborização nativa de regiões centrais e estratégicas para a conexão entre fragmentos. Ainda, igualmente, há muitos parâmetros diferentes para análise que não foram trabalhados neste estudo e que são propostas necessárias ao conhecimento ambiental de Santa Maria.

Portanto recomenda-se que os laboratórios da botânica, zoologia, bioquímica e geografia se unam em um projeto de caracterização destes fragmentos florestais nativos de Santa Maria, começando, por exemplo, pelos morros-testemunho. Nestes, índices ecológicos como de diversidade de *Shannon*, *Simpson* e *Jentsh*, Equidade da distribuição da diversidade, Similaridade *Sörensen* e *Jaccard*, Índice de Equabilidade de *Pielou* e Contágio, quando considerados mais de um fragmento na pesquisa, podem ser coletados para enriquecimento maior da caracterização qualitativa desses fragmentos na cidade. Também se podem realizar pesquisas sobre a permeabilidade da matriz, mensurando a distância (em pixels) que determinado grupo animal percorre na unidade de paisagem sob determinado coeficiente de resistência que cada paisagem impõe ao organismo ao percorrer essa distância.

Também se propõe mensurar outros parâmetros qualitativos nestes remanescentes de Santa Maria, como o Indicador de Integridade Ecológica, proposto por Maia (2008) e executados em remanescentes de vegetação natural e seminatural, que envolve a soma harmônica de parâmetros como Idade Mínima Provável, Gradiente Borda-Interior e área dos fragmentos. Este poderia ser comparado entre os trampolins, fragmentos maiores e as áreas-fonte da Mata Atlântica da cidade.

Análises da Suscetibilidade dos fragmentos aos riscos ambientais⁴³ e Fragilidade socioambiental poderiam ser realizadas nas áreas de Rebordo do Planalto e morros-testemunho da cidade. Somando a esses, a declividade e erodibilidade do solo, já utilizadas em estudo de Sartori *et al.* (2012) para a definição de áreas prioritárias à conectividade entre fragmentos florestais, do mesmo modo, se apresentam como parâmetros interessantes para a proposta de conexão. Estes não seriam os pioneiros na cidade, já que foi analisada a Fragilidade Socioambiental da Área de Proteção Ambiental do Vacacaí-Mirim que envolve o Rebordo do Planalto em estudo de Silva (2015), contudo há muitas áreas de mata atlântica no próprio Distrito Sede e em outros distritos da cidade para serem estudadas e melhor caracterizadas.

Outra metodologia interessante a ser estudada nesses fragmentos seria a de Lins (2011), no qual propôs o Grau de Favorabilidade da presença de uma determinada espécie em uma mancha. Este é decodificado através do índice de qualidade da mancha (que envolve o tamanho do fragmento e o estágio sucessional dos indivíduos), da distribuição geofísica da espécie (proximidade à rede hidrográfica, temperatura, umidade, luminosidade) e do processo de isolamento (tipo de contato de fronteira e presença antrópica).

Para fragmentos em matrizes agrícolas e APPs urbanas, pode-se considerar, através do isolamento destes (somente a fins de pesquisa), a regeneração florestal dos fragmentos como indicadores da conservação do solo e o grau de interferência da matriz aos fragmentos. Este pode ser realizado através da análise da comparação velocidade do crescimento das mesmas espécies arbóreas em mata fechada e nas outras matrizes. Igualmente pode ser realizada a comparação de parâmetros físico-químicos do solo, como acidez, presença de substâncias corrosivas ou agrotóxicas, sementes exóticas, presença de silvicultura no entorno, gado, queimadas e outros.

A demanda principal do perímetro urbano de Santa Maria seria a ampliação de áreas verdes coletivas. Em estudo de Oliveira (1996), a escolha foi realizada através do Índice de Adequação⁴⁴ e trabalhos de campo. Como dito, cada Região

⁴³ Envolve distância da cobertura florestal, da rede hidrográfica dos centros urbanos e da malha viária (MAIA, 2008, p.19).

⁴⁴ Engloba o índice de áreas verdes por habitante, percentual de áreas verdes na área de estudo, distância de área verde coletiva mais próxima, superfícies de áreas ociosas e demanda por equipamentos institucionais (OLIVEIRA, 1996)

Administrativa, principalmente o Centro Urbano - que contém um adensamento populacional maior -, deveriam investir em praças centrais e corredores lineares arbóreos com árvores nativas nas calçadas.

Essas áreas de cobertura arbórea deveriam ocupar no mínimo 30 % da área do bairro e, de preferência, terem utilização pública. Assim, deixa-se uma sugestão da realização do mapeamento de áreas verdes públicas do Distrito Sede na cidade para o cálculo perfeito do Índice de Área Verde por Habitante, através da utilização de uma escala maior do que a utilizada neste estudo. Como no Centro Urbano isso não é possível (já que mais de 90 % a área já é impermeabilizada), se deveria ao menos tentar alcançar o índice de área verde de 12 m²/hab. Se ainda isso não for possível, devem-se realizar campanhas de ajardinamento privativo, como de jardins verticais nas sacadas de prédios da cidade, explicando os benefícios que estes trariam na saúde da população, principalmente pela retenção de material particulado dos veículos.

Para isso, em todos os bairros, deveriam ser mapeadas e aproveitadas áreas ociosas em regiões estratégicas que poderiam ser reflorestadas com espécies nativas, servindo como trampolins ecológicos, ligando duas ou mais áreas maiores como se mostrou no bairro Km 3. Alguns desses terrenos ociosos, posicionadas em lugares potenciais para esse tipo de estratégia, estão categorizados como áreas de expansão urbana (que ainda não possuem projeto de ocupação na prefeitura), mas a maioria já é particular. Neste último caso, estas áreas poderiam ser compradas pela prefeitura e, se a situação destas for irregular, pode-se prover desapropriação do terreno com doação de outro que não tenha tanto potencial para esse tipo de estratégia mitigadora.

Além do reflorestamento para ampliação de áreas coletivas como Parques e trampolins ecológicos, a importância das Áreas de Preservação Permanente como corredores ecológicos lineares e como provedoras de uma melhor qualidade e quantidade hídrica, além da segurança por evitar deslizamentos, deve ser relevada. Esse tipo de ilegalidade não se pode tolerar em tempos onde a escassez hídrica é uma realidade no país, ainda mais quando se nota em vários arroios da cidade a poluição química e física do curso d'água. Outra alternativa seria o incentivo à implantação de RPPNs.

Para ocorrer o sucesso da proposta deste estudo, a prefeitura deve vetar, definitivamente, propostas de construções aos sopés de morros e muito menos em topos. As zonas dos morros do Anexo 12 (SANTA MARIA, 2009) devem ser efetivadas, assim como áreas da RBMA devem ser protegidas do corte e muitas deverão ser restauradas.

Igualmente, deve ser feita uma urgente conscientização de cidadãos de todas as faixas etárias, principalmente através da mídia, de que deve ser respeitado o espaço dos animais silvestres, sem persegui-los (causando situações de estresse e talvez morte por agir impulsivamente), tocá-los (transmitindo doenças), levá-los para casa ou caçá-los. Assim como já ocorre na capital gaúcha e em outras cidades brasileiras, eles poderão transitar nas estruturas mitigadoras e trampolins (que já causam certo estresse) naturalmente, sabendo que não sofrerão riscos maiores que os atuais, sem estrutura mitigadora nenhuma, correndo todos estes riscos citados acima, somado ao risco de atropelamento.

Propõe-se de que as áreas agrícolas da região Leste e Oeste, apesar de não se localizarem em área rural, mas se caracterizarem como zonas rurais da cidade, possuam Reserva Legal. Como a porcentagem de fragmentos nativos da última (1,4%) e o índice de cobertura arbórea por habitante (0,01 m²/hab.) são os menores do município, em uma região que apresenta a maior parte da área do Aquífero Arenito Basal Santa Maria, deveria possuir no mínimo 20 % da área de cada fazenda conectadas. Estes devem priorizar a formação de corredores ecológicos com outra Reserva Legal, com APP ou com outra área legalmente protegida e áreas de maior fragilidade ambiental, medidas, estas, incentivadas pelo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012).

Assim, espera-se ter feito alguma contribuição na disponibilização de dados ambientais para os órgãos ambientais, estudantes e técnicos profissionais da área, bem como para estabelecimento de nova proposta metodológica para a escolha de locais favoráveis à conexão de remanescentes. Esperançosamente, que esta seja a primeira de muitas propostas de conexão entre fragmentos da Mata Atlântica em Santa Maria e que tenha incentivado estudiosos do Pampa da cidade à realização de propostas similares na zona rural de Santa Maria.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A RAZÃO. UFSM terá centro para animais silvestres. **A Razão**, Santa Maria, 2 abr. 2015 . Disponível em: <<http://www.arazao.com.br/noticia/67813/ufsm-tera-centro-para-animais-silvestres/>>. Acesso em: 2 abr. 2015.

ALBERTI, M.; MARZLUFF, J. M. Ecological resilience in urban ecosystems: linking urban patterns to human and ecological functions. **Urban Ecosytems**. [S.l.], v. 7, p. 241-265, 2004.

ALVES, D. B. **Cobertura vegetal e qualidade ambiental na área urbana de Santa Maria (RS)**. 155 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

ALVES, D. B.; FIGUEIRÓ, A. S. Análise da configuração dos fragmentos de cobertura vegetal com base na definição de unidades de paisagem na área urbana de Santa Maria (RS). **Geografia Ensino & Pesquisa**. Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 209-228, set./dez. 2013.

ALVES, H. S. R. **Identificação de Bioindicadores e Planejamento de Mini-Corredores Ecológicos na Área e Proteção Ambiental Costa de Itacaré/Serra Grande, Bahia**. 127 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2007.

ANDRADE, L. S.; SILVA, E. N.; RIBEIRO, S. P. P.; PAULA, M. O. Avaliação de Fragmentos Florestais em uma região do Quadrilátero Ferrífero: municípios de Mariana e Ouro Preto. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.14, p. 1051 - 1061, 2012.

ANTUNES, R. L. S.; FIGUEIRÓ, A. S. O mapeamento de biótopos como ferramenta para identificação de conflitos ambientais: um estudo de caso na cidade de Santa Maria. **Revista Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.6, n.2, p.1-21, 2011.

ARESCO, M. J. Mitigation measures to reduce highway mortality of turtles and other herpetofauna at a north Florida lake. **Journal of Wildlife Management**, [S. l.], v. 69, n. 2, p. 549 - 560, 2005.

ARROYAVE, M. P., C. GÓMEZ, M. E. GUTIÉRREZ, D. P. MÚNERA, P. A. ZAPATA, I. C. VERGARA, L. M. ANDRADE & K. C. RAMOS. Impacto de las carreteras sobre

la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. **Revista de la Escuela de Ingeniería de Antioquía**, Antioquia, v. 5. p. 45 - 57, 2006.

ASCENSÃO, F.; MIRA, A. Factors affecting culvert use by vertebrates along two stretches of road in southern Portugal. **Ecological Research**, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 57 - 66, 2007.

BAHIA. Corredor Central da Mata Atlântica: CCMA - Bahia. Governo do Estado da Bahia, Salvador: Diretoria de Unidades de Conservação - DUC, 2007, 1 mapa, color. Escala 1:650.000. Disponível em: <www.meioambiente.ba.gov.br/mapas/Projeto%20-%20CCMA%20-%20Bahia.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2014.

BAKER, C. O.; VOTAPKA, F. E. **Fish passages through** culverts. Report FHWA-FL-90-0006. San Dimas: USDA Forest Service, 1990. 76p.

BANK, F. G.; IRWIN, C. L.; EVINK, G. L.; GRAY, M. E.; HAGOOD, S.; KINAR, J. R.; LEVY, A.; PAULSON, D.; RUEDIGER, B.; SAUVAJOT, R. M.; SCOTT, D. J.; WHITE, P. **Wildlife habitat connectivity across European highways**: Report FHWA-PL-02-011. Washington: Office of International Programs, Office of Policy Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, 2002. 38p.

BAPTISTA, L. R. M. Gustav Malme e a flora do Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente**. Santa Maria, v. 13, p. 99- 104, jul/dez 1996.

BECKMANN, J. P.; CLEVINGER A. P.; HUIJSER M. P.; HILTY, J. A.. 2010. **Safe passages**: Highways, wildlife and habitat connectivity. Washington, USA: Island Press, 2010. 396p.

BENADUCE, M. I. V.; FOLETO, E. M. Parque Itaimbé – Santa Maria/RS: gênese de um espaço público/privado. **Geografia: Ensino & Pesquisa**. Santa Maria, v. 13, n. 2, p 387-395, 2009.

BENNETT, A. F. **Linkages in the landscape**: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. 2 ed. Cambridge: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 2003. 254 p.

BISSONETTE, J. A. & P. CRAMER. **Evaluation of the use and effectiveness of wildlife crossings**: NCHRP Report 615. Washington: National Cooperative Highway Research Program, 2008. 162p.

BOAS, T. V. O Surgimento da Ecologia de Paisagens. In: ECOPAISAGEM LaBIO – Laboratório de Planejamento para Conservação da Biodiversidade. Brasília: Universidade de Brasília, 2010. Disponível em: <ecopaisagem.wikispaces.com/O+Surgimento+da+Ecologia+de+Paisagens>. Acesso em: 2 jul. 2013.

BOHRER, C. B. A.; DUTRA, L. E. D. A Diversidade Biológica e o Ordenamento Territorial Brasileiro. In: ALMEIDA, F. G.; SOARES, L. A. A (orgs.). **Ordenamento Territorial**: Coletânea de Textos com Diferentes Abordagens no Contexto Brasileiro. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. p. 115 – 155.

BOLDRINI, I. I. A flora dos Campos do Rio Grande do Sul. In: LABORATÓRIO de Ecologia Quantitativa da UFRGS. **Campos Sulinos**: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, 2009. Cap. 4, p. 65 - 79. Disponível em: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/arquivos/Livros/CamposSulinos.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2015.

BOTEGA, L. R. Urbanização e ocupações na formação da periferia de Santa Maria na segunda metade do século XX. In: RIBEIRO, J. I.; WEBER, B. T. (Orgs.). **Nova História de Santa Maria**: outras contribuições recentes. Santa Maria: Câmara Municipal de Vereadores, 2012. p. 75 - 94.

BRASIL. Decreto Nº 750 de 10 de fevereiro de 1993. "Dispõe sobre o Corte, a Exploração e a Supressão de Vegetação Primária ou nos Estágios Avançado e Médio de Regeneração da Mata Atlântica, e dá outras Providências." **Ministério do Meio Ambiente**, Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasília, DF, 1993. Disponível em: <http://www.geocities.ws/ambientche/dec_00750.html>. Acesso em: 22 jan. 2013.

_____. Resolução n. 09, de 24 de outubro de 1996. Define, regulamenta e impõe limites mínimos de largura e comprimento a “corredores entre remanescentes”. **Ministério do Meio Ambiente**, Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasília, DF, 1996. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res96/res0996.html>. Acesso em: 21 jan. 2014.

_____. Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário oficial [da] presidência da república**, Casa Civil, Brasília, DF, 2000. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em: 22. jan. 2013.

_____. Projeto Corredores Ecológicos: Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil - PPG7. **Ministério do Meio Ambiente**, Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasília, DF, 2002. Disponível em: <www.corredoresecologicos.es.gov.br/publicacoes/CE_cartilha_florestas_tropicais_Brasil_PPG7.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2014.

_____. O Corredor Central da Mata Atlântica: uma nova escala de conservação da biodiversidade. **Ministério do Meio Ambiente**, Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasília, DF, 2006a. Disponível em: <www.conservation.org.br/publicacoes/files/CorredorCentraldaMataAtlantica.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2014.

_____. Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário oficial [da] presidência da república**, Casa Civil, Brasília, DF, 2006b. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm>. Acesso em: 15 out. 2013.

_____. Catálogo de Publicações do Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil: 17 anos de atuação na Amazônia e na Mata Atlântica. **Ministério do Meio Ambiente**, Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasília, DF, 2009a. Disponível em: <www.mma.gov.br/estruturas/.../168_publicacao15102009043435.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2014.

_____. Gestão Territorial para a Conservação, Áreas Protegidas, Mosaicos, Corredores Ecológicos. **Ministério do Meio Ambiente**, Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasília, DF, 2009b. Disponível em: <www.rbma.org.br/programas/docs_programas/mosaicos_corredores_ecologicos/03_04_06.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2014.

_____. Lei n. 12.651, 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário oficial [da] presidência da república**, Casa Civil, Brasília, DF, 2012. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acesso em: 22 jan. 2013.

_____. Mosaicos e Corredores Ecológicos. In: **Instituto Chico Mendes**. Brasília: ICMBio, 2013. Disponível em: <www.icmbio.gov.br/portal/o-que-fazemos/mosaicos-e-corredores-ecologicos>. Acesso em: 19 mar. 2014.

CAIN, A. T.; TUOVILA, V. R.; HEWITT, D. G.; TEWES, M. E.. Effects of a highway and mitigation projects on bobcats in southern Texas. **Biological Conservation**, [S. l.], v. 114, n. 2, p. 189 - 197, 2003.

CARDOZO, S. B. A. **Questões socioambientais do bairro Nova Santa Marta, na cidade de Santa Maria, RS**. 90 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

CASIMIRO, P. C. Perspectivas de uma nova abordagem do estudo da Paisagem em Geografia. **Revista Geolnova**, nº 2, Lisboa, p. 45-66, 2000.

CARO, T.; JONES, T.; DAVENPORT, T. R. B. Realities of documenting wildlife corridors in tropical countries. **Biological Conservation**, Boston, v. 142, n. 11, 2009. p. 2807-2811.

CECHIN, S. Z.; MORAIS, A. B. B.; CÁCERES, N. C.; SANTOS, S.; KOTZIAN, C. B.; BEHR, E. R.; ARRUDA, J. S.; DELLA FLORA, F. A Fauna de Santa Maria. **Ciência & Ambiente**. Santa Maria, v. 38, p.113 - 144, jan/jun 2009.

CLEVINGER, A. P.; CHRUSZCZ, B.; GUNSON, K. Drainage culverts as habitat linkages and factors affecting passage by mammals. **Journal of Applied Ecology**, [S. l.], v. 38, p. 1340 - 1349, 2001.

CLEVINGER, A. P.; HUIJSER M. P. **Wildlife crossing structure handbook: Design and evaluation in North America**. Washington: Federal Highway Administration, 2011. 224p.

CLEVINGER, A. P.; KOCIOLEK, A. V. **Highway median impacts on wildlife movement and mortality: State of the practice survey and gap analysis**. Report F/CA/MI-2006/09. Sacramento: State of California Department of Transportation, 2006. 116 p.

CLEVINGER, A. P.; WALTHO, N. Factors influencing the effectiveness of wildlife underpasses in Banff National Park, Alberta, Canada. **Conservation Biology**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 47 - 56, 2000.

CNRBMA. Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. In: CONSELHO Nacional Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. São Paulo: CNRBMA, c2013. Disponível em: <www.rbma.org.br>. Acesso em 15 out. 2013.

DAL'ASTA, A. P.; RECKZIEGEL, B. W.; ROBAINA, L. E. S. Análise de Áreas de Risco Geomorfológico em Santa Maria-RS: O caso do Morro Cechela. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 11., 2005. **Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005. p. 896 - 905. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/lageolam/arquivos/paula.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2013.

DAL'ASTA, A. P. **Elaboração de Zoneamento Geoambiental para o perímetro urbano de Santa Maria - RS**. 176 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

DALMOLIN, R. S. D.; PEDRON, F. A. Solos do município de Santa Maria. **Ciência & Ambiente**. Santa Maria, n. 38, p. 59-78, jan./jun. 2009.

DAMARAD, T.; BEKKER, G. J. **Habitat fragmentation due to transportation infrastructure**: Findings of the cost action 341. Luxembourg: Office for official publications of the European Communities, 2003. 16p.

DELLA FLORA, F.; BRODT, M. S.; DA SILVA, N. H.; DOMINGUES, A. L. Relações entre Riqueza e Abundância de plântulas e comportamento de leque em Floresta Atlântica Decidual. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL. **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**. São Lourenço: Sociedade Brasileira de Ecologia, 2009. p. 1 - 4. Disponível em: <www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos_ixceb/653.pdf>. Acesso em: 4 jan. 2010.

DUTRA, V.; COLARES, A.; ADORNO, L. F. M.; MAGALHÃES, K.; GOMES, K. Proposta de estradas-parque como unidade de conservação: dilemas e diálogos entre o Jalapão e a Chapada dos Veadeiros. **Sociedade & Natureza**. Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 161-176, jun. 2008.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. Centre for Environmental Management. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)**: 2011 Update. Nottingham, [14 p.]. Disponível em: <<http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaLES/egm/Issue8a.pdf>>. Acesso em:

FADEL, N.; RAYMUNDO JR., O.; SAYEG, H. S. Caracterização e avaliação temporal de remanescentes florestais do município de Araras/São Paulo. **Holos Environment**, v. 12, n. 2, p. 215 - 124, 2012.

FARINATTI, L. A. E. Lavradores, escravos e criadores de gado: o universo agrário de Santa Maria (meados do século XIX). In: WEBER, B. T.; RIBEIRO, J. I. **Nova**

História de Santa Maria: contribuições recentes. Santa Maria: Câmara Municipal de Vereadores de Santa Maria, 2010. p. 243 - 266.

FARIAS, J. A. C.; TEIXEIRA, I. F.; PES, L.; ALVAREZ FILHO, A. Estrutura fitossociológica de uma floresta estacional decidual na região de Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 109 - 128, 1994.

FERRAZ, C. R. R. **O espaço cotidiano da praça Saldanha Marinho - Santa Maria/RS:** Um olhar sobre as formas de interações sociais. 140 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

FIGUEIRÓ, A. S. Da “natureza que nos cerca” à natureza cercada: uma introdução ao debate da conservação de florestas em áreas urbanas. **OLAM – Ciência e Tecnologia**, Ano XI, Vol. 11, n. 1, p. 171-195, jan/jun 2011.

FOLLMANN, F. M.; FIGUEIRÓ, A. S. Mapeamento de Unidades da Paisagem na Área Especial de Conservação Natural de Santa Maria/RS. **Climep - Climatologia e Estudos da Paisagem**. Rio Claro, v. 6., n. 1-2, p. 44-72, jan./dez. 2011.

FOLLMANN, F. M. **Identificação de incompatibilidade legal na Área Especial de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria, Santa Maria/RS.** 123 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. Minnessota: Wiley, 1986. 619 p.

FORMAN, R. T. T. **Land Mosaics:** the ecology of landscapes and regions. 1 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 632 p.

GAISLER, J.; ŘEHÁK, Z.; BARTONIČKA, T. Bat casualties by road traffic (Brno-Vienna). **Acta Theriologica**, [S. l.], v. 54, n. 2, p. 147 - 155, 2009.

GRACIOLI, C. R.; BOHNER, T. O. L.; REDIN, C. G.; SILVA, D. T. Arborização do campus da Universidade Federal de Santa Maria e conscientização da comunidade acadêmica. **Revista Monografias Ambientais**. Santa Maria, v.3, n. 3, p. 421– 429, 2011.

GRILO, C., ASCENSÃO, F.; SANTOS-REIS, M.; BISSONETTE J.. Do well-connected landscapes promote road-related mortality? **European Journal of Wildlife Research**, [S. l.], v. 57, n. 4, p. 707 - 716, 2011.

GRUNEWALDT, S. Santa Maria e a modernização da paisagem urbana no fim do século XIX e início do século XX. In: WEBER, B. T.; RIBEIRO, J. I. **Nova História de Santa Maria**: contribuições recentes. Santa Maria: Câmara Municipal de Vereadores de Santa Maria, 2010. p. 335 - 348.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 340 p.

GUERRA, M.D.F., SOUZA, M. J. N., LUSTOSA, J. P. G. Revisitando a Teoria Geossistêmica de Bertrand no século XXI: aporte para o GTP (?). **Geografia em Questão**. Cascavel, v. 5, n. 2, p. 28 - 42, 2012.

HELDWEIN, A. B.; BURIOL, G. A.; STRECK, N. A. O Clima de Santa Maria. **Ciência & Ambiente**. Santa Maria, n. 38, p. 43-58, jan./jun. 2009.

IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. In: MANUAIS Técnicos em Geociências, 2 ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, 2012. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_vegetacao_brasileira.pdf>. Acesso em: 29 out. 2014.

_____. IBGE Cidades @: Informações estatísticas de Santa Maria. In: INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística: Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=431690>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

IPAM. O que são Serviços Ambientais? É possível compensar economicamente a prestação destes serviços? In: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. Belém, c2014. Disponível em: <www.ipam.org.br/saiba-mais/abc/mudancaspergunta/O-que-sao-Servicos-Ambientais-possivel-compensar-economicamente-a-prestacao-destes-servicos-/40/30>. Acesso em 26 abr. 2014.

IUCN. *Alouatta guariba*. In: THE IUCN Red List of Threatened Species. International Union for Conservation of Nature, 2008. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/39916/0>>. Acesso em: 15 abr. 2015.

_____. Summary Statistics. In: THE IUCN Red List of Threatened Species. International Union for Conservation of Nature, 2014. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/about/summary-statistics#Tables_5_6>. Acesso em: 22 nov. 2014.

IUELL, B. ; BEKKER, R. ; CUPERUS, R. ; DUFEK, J. ; FRY, G. ; HICKS, C. ; HLAVÁČ, V. ; KELLER, V. ; ROSELL, C. ; SANGWINE, T. ; TØRSLØV, N. ; WANDALL, B. M. **Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions**. Brussels: European Co-operation in the Field of Scientific and Technical Research, 2003. 172p.

JACQUES, V. Prefeitura avança na questão ambiental e aprova Plano Municipal de Arborização junto ao Condema. In: SECRETARIA do Município de Meio Ambiente. Santa Maria: Prefeitura de Santa Maria, 2011. Disponível em: <<https://www.santamaria.rs.gov.br/ambiental/noticias/709-prefeitura-avanca-na-questao-ambiental-e-aprova-plano-municipal-de-arborizacao-junto-ao-condema>>. Acesso em 07. abr. 2015.

JIM, C. Y. Tree-canopy characteristics and urban development in Hong Kong. **Geographical Review**, [S.l.], v. 79, n. 2, p. 210-225. abr. 1989.

JONES, D. N. **Safer, more permeable roads: Learning from the European approach**. Brisbane: Environmental Futures Centre, Griffith University, 2010. 65p.

KALSING, J. Cientistas encontram 57 espécies diferentes em 1 m² no Pampa. **Zero Hora**, Porto Alegre, 27 fev. 2015. Disponível em: <<http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticias/planeta-ciencia/noticia/2015/02/cientistas-encontram-57-especies-diferentes-em-1-m-no-pampa-4708525.html>>. Acesso em: 27 fev. 2015.

KILKA, R. V.; LONGHI, S. J. A composição florística e a estrutura das florestas secundárias no rebordo do Planalto Meridional. In: SCHUMACHER, M. V.; LONGHI, S. J. BRUN, E. J.; KILCA, R. V. (Orgs.). **A Floresta Estacional Subtropical: Caracterização e Ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria: [s. n.], 2011, p. 53 - 83.

KOLB, S. R. **Island of secondary vegetation in degraded pastures of Brazil: their role in reestablishing Atlantic Coastal Forest**. 254 p. PhD thesis - The University of Georgia, Atlanta, 1993.

LAUXEN ; M.S. ; KINDEL, A. Medidas Mitigadoras. In: CONECTE: Guia de procedimentos para mitigação de impactos de rodovias sobre a fauna. Porto Alegre:

[S./], 2012. Disponível em: <<http://www.lauxen.net/conecte/index.html>>. Acesso em: 30. nov. 2014.

LESBARRÈRES, D. ; LODÉ, T. ; J. MERILÄ. What type of amphibian tunnel could reduce road kills? **ORYX**, Cambridge, v. 38, n. 2, p. 220 - 223, 2004.

LINS, D. B. S. **Conservação de fragmentos florestais interpretada por parâmetros espaciais relacionados a uma espécie-alvo**. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

LISITA, V. C. V. **Estudo de fragmento de cerrado *stricto sensu* em nove empreendimentos agropecuários do noroeste de Minas Gerais**. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

LONGHI, S. J.; NASCIMENTO, T. A. R.; FLEIG, F. D.; DELLA-FLORA, J. B.; FREITAS, R. A.; CHARÃO, L. W. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal no município de Santa Maria - Brasil. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v.9, n.1, p.115-133, 1999.

LUCAS, C. A. L.; ANTUNES, R. L. S; FIGUEIRÓ, A. S. Caracterização e conflitos entre vegetação urbana e Qualidade ambiental no bairro Centro da cidade de Santa Maria/RS: uma primeira aproximação. In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICA, I SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA. **Anais do V Seminário Latino-americano, I Seminário Ibero-americano de Geografia Física**. Santa Maria: Comitê Latino-Americano de Geografia Física, 2008, p. 986 – 1007.

MACEDO, J. H. S. A Guarda de Santa Maria: um foco para o surgimento da cidade de Santa Maria. In: RIBEIRO, J. I.; WEBER, B. T. (Orgs.). Nova História de Santa Maria: outras contribuições recentes. Santa Maria: Câmara Municipal de Vereadores de Santa Maria, 2012. p. 19 - 30.

MAIA, R. M. **Identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade na microrregião geográfica de Erechim, RS**. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

MALHEIROS, R. Corredores de Migração: conceito e necessidade. **Boletim Goiano de Geografia**. Goiânia, v. 18, n. 1, p. 63-71, 1998.

MARQUES, R. D. **Análise Pedológica em Topossequência através da relação entre precipitação e a perda de sedimentos na Encosta Itagiba, Zona Norte de Santa Maria - RS.** 121 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

MARTINS, M. Prédio será erguido pela BK Construções no campus da Federal. In: UNIVERSIDADE Federal de Santa Maria. Santa Maria: UFSM, 2015. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/midia/?p=25242>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica? **Conservação e Natureza**, v. 8, n. 1, *no prelo*, 2010.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**. Campinas, n.1, p. 1-9, 2001.

MMA/IBAMA. Monitoramento do Bioma Pampa: 2002 a 2008. In: MONITORAMENTO do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite: acordo de cooperação técnica MMA/IBAMA. Brasília: Centro de Sensoriamento Remoto - CSR/IBAMA, 2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatorio_tecnico_monitoramento_desmate_bioma_pampa_72.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2014.

MMA. Pampa. In: MINISTÉRIO do Meio Ambiente. Brasília: MMA, c2014. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/pampa>>. Acesso em: 29 out. 2014.

MORERA, C.; PINTÓ, J.; ROMERO, M. Paisaje, procesos de fragmentación y redes ecológicas: aproximación conceptual. In: CHASSOT, O.; MORERA, C. (Org.). **Corredores Biológicos: Acercamiento conceptual y experiencias en América.** San José: Centro Científico Tropical e Universidade Nacional da Costa Rica, 2007. p. 11-32.

NASCIMENTO, D. B. **Área de Proteção Ambiental do Vacacaí-Mirim/RS:** uma proposta para sua delimitação espacial. 92 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2012.

NASCIMENTO, D. B.; FOLETO, E. M. A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica como referência na instituição e zoneamento da Área de Proteção Ambiental do Vacacaí-Mirim/RS. In: FIGUEIREDO, L. C.; FIGUEIRÓ, A. S. (Org.). **Geografia do Rio Grande do Sul: temas em debate.** Santa Maria: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, 2010, p. 235-249.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo, a partir de imagens do satélite Ikonos II. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n.3, p. 389-398, 2006.

NETTO, A. H. **O testemunho das imagens**: A transformação da cidade de Santa Maria-RS retratada a partir do acervo dos arquivos históricos: 1885 - 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

NRCS. Corridors: An Overview. In: NATURAL Resources Conservation Service. Washington: NRCS, c2014. Disponível em: <www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs144p2_015351.pdf>. Acesso em 03 abr. 2014.

OCD. **Rete Ecologica**: Glossario 1. Torino: Osservatorio Città Sostenibili, 2008. 10 p.

ODUM, E. P. **Ecologia**. 2 ed. São Paulo: Pioneira, 1975. 201 p.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. Flora arbórea da Região Neotropical: um banco de dados envolvendo biogeografia, diversidade e conservação. In: UNIVERSIDADE Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: NeoTropTree, 2014. Disponível em: <<http://www.icb.ufmg.br/treetatlan/>>. Acesso em: 28 dez. 2014.

OLIVEIRA, C. H. **Planejamento ambiental na Cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.

OLIVEIRA, J. P.; TRICÁRICO, L. T.; PIRES, P. S.; TOMASULO, S. Estrada-Parque, Paisagem e Turismo: um estudo do litoral sul de Balneário Camboriú - SC, Brasil. **Pasos**: Turismo y Patrimonio Cultural. Santa Cruz de Tenerife, v. 10, n. 3, p. 381-392, 2012.

OLIVEIRA, M. L. R.; SOARES, C. P. B., SOUZA, A. L.; LEITE, H. G. Equações de volume de povoamento para fragmentos florestais naturais do município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 213 - 225, 2005.

PADOIM, M. M. A Viação Férrea e o desenvolvimento do comércio e da indústria de Santa Maria. In: WEBER, B. T.; RIBEIRO, J. I. **Nova História de Santa Maria**:

contribuições recentes. Santa Maria: Câmara Municipal de Vereadores de Santa Maria, 2010. p. 321 - 334.

PEREIRA, D. M.; RATTON, E.; BLASI, G. F.; PEREIRA, M. A.; KÜSTER-FILHO, W. **Dispositivos de Drenagem para Obras Rodoviárias**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2010. 37 p.

PILLAR, V. P.; BOLDRINI, I. I. Lindman e a Ecologia da vegetação campestre do Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente**. Santa Maria, v. 13, p. 87 - 97, jul/dez 1996.

PITTELKOW, G. C. **Erosão em estrada de terra no Campo de Instrução de Santa Maria (CISM)**. 115 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

PREFEITURA DE PORTO ALEGRE. Prefeitura de Porto Alegre atua na preservação de bugios. In: PREFEITURA de Porto Alegre. Porto Alegre: Secretaria Estadual de Direito dos Animais (SEDA), c2014. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/seda/default.php?reg=337&p_secao=32>. Acesso em: 30 nov. 2014.

PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS. Metas de Sustentabilidade para os Municípios Brasileiros (Indicadores e Referências). In: SECRETARIA Executiva da Rede Nossa São Paulo: São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.cidadessustentaveis.org.br/downloads/publicacoes/publicacao-metas-de-sustentabilidade-municipios-brasileiros.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2015.

QUADROS, C. Ensino superior em Santa Maria: iniciativa e trabalho de muitas pessoas. In: RIBEIRO, J. I.; WEBER, B. T. (Orgs.). **Nova História de Santa Maria: outras contribuições recentes**. Santa Maria: Câmara Municipal de Vereadores, 2012. p. 343 - 356.

RIO GRANDE DO SUL. Lei n. 9.519, de 21 de janeiro de 1992. Institui o Código Florestal do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. **Assembleia Legislativa**, Gabinete de Consultoria Legislativa. Porto Alegre, RS, 1992. Disponível em: <www.al.rs.gov.br/Legis/M010/M0100099.ASP?Hid_Tipo=TEXT0&Hid_TodasNormas=16489&hTexto=&Hid_IDNorma=16489>. Acesso em: 2 out. 2012.

_____. RS Biodiversidade: projeto conservação da biodiversidade como fator de contribuição ao desenvolvimento do Estado do Rio Grande do Sul. **Governo do Estado do Rio Grande do Sul**, Secretaria de Planejamento e Gestão. Porto Alegre, RS, 2008. Disponível em:

<www.biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/12156251430_Projeto_Conservacao_da_Biodiversidade_com_Fator_de_Contribuicao_ao_Desenvolvimento_do_Estado_do_Rio_Grande_do_Sul.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2014.

_____. Portaria nº 143, de 16 de dezembro de 2014. Reconhece o Corredor Ecológico da Quarta Colônia como instrumento de gestão territorial para promoção da conectividade entre o Parque Estadual da Quarta Colônia e demais alvos prioritários. Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Secretaria Estadual do Meio Ambiente, Porto Alegre, RS, 2014a. Disponível em: <<http://www.rcambiental.com.br/Atos/ver/PORT-SEMA-RS-143-2014/>>. Acesso em: 23 dez. 2014

_____. Quarta Colônia passa a contar com o primeiro Corredor Ecológico do RS. In: Portal do Meio Ambiente RS. Porto Alegre: SEMA, 2014b. Disponível em: http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=4&cod_conteudo=9006, Acesso em: 23 dez. 2014.

ROCHA, J. R. **Poluição do ar por material particulado no bairro centro de Santa Maria/RS**: uma análise a partir de variáveis geourbanas e geológicas. 2008. 132 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

RODRÍGUEZ, J. M. M.; DA SILVA, E. V.; LEAL, A. C. Planejamento Ambiental de Bacias Hidrográficas desde a visão da Geoecologia das Paisagens. In: FIGUEIRÓ, A. S.; FOLETO, E. (Org.). **Diálogos em Geografia Física**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011. p. 111-125.

RUBIN, G. R. **Análise dos programas habitacionais em Santa Maria**: O caso do Conjunto Habitacional Tancredo Neves. 150 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

SANT'ANA, K. D. A. **Diagnóstico ambiental do meio físico do Campo de Instrução de Santa Maria (CISM)**. 127 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

SANTA MARIA. Lei n. 0606, de 13 de novembro de 1957. Abre crédito Especial para articulação dos Serviços de Florestamento no município, conforme convênio com a União. **Prefeitura Municipal de Santa Maria**. Santa Maria, RS, 1957. Disponível em: <www.santamaria.rs.gov.br/legisis/default.aspx>. Acesso em: 8 out. 2012.

_____. Lei n. 785, de 20 de dezembro de 1958. Adota o Símbolo Heráldico de Santa Maria e dá outras providências. Prefeitura Municipal de Santa Maria, Santa

Maria, RS, 1958. Disponível em: < http://camara-municipal-da-santa-maria.jusbrasil.com.br/legislacao/549729/lei-785-58?ref=topic_feed>. Acesso em: 20 jun. 2014.

_____. Lei n. 1.370, de 30 de janeiro de 1969. Aprova o plano preliminar e as diretrizes para o plano diretor de Santa Maria. **Prefeitura Municipal de Santa Maria**, Santa Maria, RS, 1969. Disponível em: <www.santamaria.rs.gov.br/legisis/default.aspx>. Acesso em: 8 out. 2012.

_____. Lei n. 2.096, de 10 de janeiro de 1980. Institui a Lei de Uso do Solo de Santa Maria. **Prefeitura Municipal de Santa Maria**, Santa Maria, RS, 1980. Disponível em: <www.santamaria.rs.gov.br/legisis/default.aspx>. Acesso em: 8 out. 2012.

_____. Lei n. 2.437, de 17 de dezembro de 1982. Considera objeto de valor histórico uma árvore localizada na esquina da Avenida Medianeira com a Avenida Fernando Ferrari. **Prefeitura Municipal de Santa Maria**, Santa Maria, RS, 1982. Disponível em: <www.santamaria.rs.gov.br/legisis/default.aspx>. Acesso em: 8 out. 2012.

_____. Lei n. 2.539, de 13 de dezembro de 1983. Determina sobre a plantação de árvores e dá outras providências. **Prefeitura Municipal de Santa Maria**, Santa Maria, RS, 1983. Disponível em: <www.santamaria.rs.gov.br/legisis/default.aspx>. Acesso em: 8 out. 2012.

_____. Lei n. 2.799, de 06 de outubro de 1986. Cria o Pronto Socorro da Árvore. **Prefeitura Municipal de Santa Maria**, Santa Maria, RS, 1986. Disponível em: <www.santamaria.rs.gov.br/legisis/default.aspx>. Acesso em: 8 out. 2012.

_____. Lei n. 3131, de 21 de julho de 1989. Disciplina o uso do solo para a proteção dos mananciais, meio ambiente, reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse do município de Santa Maria. **Prefeitura Municipal de Santa Maria**, Santa Maria, RS, 1989. Disponível em: <www.santamaria.rs.gov.br/legisis/default.aspx>. Acesso em: 20 jun. 2013.

_____. Lei n. 3.498, de 02 de julho de 1992. Dispõe sobre a arborização obrigatória das faixas de domínio das rodovias municipais e dá outras providências. **Prefeitura Municipal de Santa Maria**, Santa Maria, RS, 1992. Disponível em: <www.santamaria.rs.gov.br/legisis/default.aspx>. Acesso em: 8 out. 2012.

_____. Lei n. 4.178, de 23 de julho de 1998. Denomina o ano de 1999 como o Ano da Arborização e do Ajardinamento e cria a Campanha de Incentivo à Plantação de Árvores e Flores. **Prefeitura Municipal de Santa Maria**, Santa Maria, RS, 1998.

Disponível em: <www.santamaria.rs.gov.br/legisis/default.aspx>. Acesso em: 8 out. 2012.

_____. Lei Complementar 033, de 29 de dezembro de 2005. Institui a Lei de Uso e Ocupação do Solo, Parcelamento, Perímetro Urbano e Sistema Viário do Município de Santa Maria. **Prefeitura Municipal de Santa Maria**, Santa Maria, RS, 2005a. Disponível em: <www.santamaria.rs.gov.br/legisis/default.aspx>. Acesso em: 12 out. 2012.

_____. Lei Complementar 034, de 29 de dezembro de 2005. Dispõe sobre a Política de Desenvolvimento Urbano e sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental do Município de Santa Maria. **Prefeitura Municipal de Santa Maria**, Santa Maria, RS, 2005b. Disponível em: <www.iplansm.net.br/planodiretor.php>. Acesso em: 20 fev. 2014.

_____. Lei Complementar 042, de 29 de dezembro de 2006. Cria unidades urbanas, altera a divisão urbana de Santa Maria, dá nova denominação aos bairros e revoga a lei municipal nº 2770/86, de 02/07/1986, artigos 2º a 25 e dá outras providências. **Prefeitura Municipal de Santa Maria**, Santa Maria, RS, 2006. Disponível em: <www.santamaria.rs.gov.br/legisis/default.aspx>. Acesso em: 12 out. 2012.

_____. Lei Complementar 072, de 4 de novembro de 2009. Institui a Lei de Uso e Ocupação do Solo, Parcelamento, Perímetro Urbano e Sistema Viário do Município de Santa Maria. **Prefeitura Municipal de Santa Maria**, Santa Maria, RS, 2009. Disponível em: <www.santamaria.rs.gov.br/docs/secretarias/ArqSec159.pdf>. Acesso em: 12 out. 2012.

_____. Lei n. 5.285, de 15 de janeiro de 2010. Dispõe sobre a criação das Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPNs – no Município de Santa Maria. **Prefeitura Municipal de Santa Maria**, Santa Maria, RS, 2010. Disponível em: <www.santamaria.rs.gov.br/legisis/default.aspx>. Acesso em: 8 out. 2012.

_____. Plano Estratégico de Desenvolvimento de Santa Maria 2014 - 2030, de 8 de novembro de 2013. **Prefeitura Municipal de Santa Maria**, Santa Maria, RS, 2013a. Disponível em: <adesm.org.br/wp-content/uploads/2013/10/Doc_Base_Plano_Estrategico_de_Desenvolvimento_SM.29.10.pdf> . Acesso em: 24 fev. 2014.

_____. Plano Diretor de Saneamento Ambiental de Santa Maria. Santa Maria, de 19 de novembro 2013. **Prefeitura Municipal de Santa Maria**, Santa Maria, RS, 2013b. Disponível em <www.santamaria.rs.gov.br/secao/psa>. Acesso em: 21 jan. 2014.

_____. Símbolos do Município. In: Santa Maria em Dados - Agência de Desenvolvimento de Santa Maria. Santa Maria: ADESM, c2014. Disponível em: <<http://santamariaemdados.com.br/1-aspectos-gerais/1-1-simbolos-do-municipio/>>. Acesso em: 20 jun. 2014.

SANTOS, J. R. Q. As Origens Missioneiras de Santa Maria. **Estudios Históricos**. Rivera: Centro de Documentación Histórica del Rio de la Plata y Brasil, n. 1, p. 1 - 16, mai. 2009.

SANTOS, L. X. **O Patrimônio Natural tombado o município de Santa Maria (RS):** problematizando questões para a educação e a gestão pública. 111 f. Monografia (Licenciatura em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

SARTORI, A. A. C.; SILVA, R. F. B.; LOPES, C. R. Combinação Linear ponderada na definição de áreas prioritárias à conectividade entre fragmentos florestais em ambiente SIG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.6, p.1079 - 1090, 2012.

SARTORI, P. L. P. Geologia e Geomorfologia em Santa Maria. **Ciência & Ambiente**. Santa Maria, n. 38, p. 19-42, jan./jun. 2009.

SCARIOT, A. Panorama da Biodiversidade Brasileira. In: GANEN, R. S. (Org.). **Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2011. p. 111-130.

SCHELHAS, J. El valor de los fragmentos del bosque: enlazando el conocimiento social y ecológico. In: CHASSOT, O.; MORERA, C. (Orgs.). **Corredores Biológicos: Acercamiento conceptual y experiencias en América**. San José: Centro Científico Tropical / Universidad Nacional de Costa Rica, 2007. p. 33-47.

SEARNS, R. M. The evolution of greenways as an adaptive urban landscape form. **Landscape and Urban Planning**, Shanghai/Evanston, v. 33, p. 65-80, 1995.

SILVA, F. **Zoneamento Ambiental da APA do Vacacaí-Mirim de acordo com a análise da Fragilidade Socioambiental**. 149 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

SILVA, R. S. **Percepção de Risco na Paisagem pelos moradores do entorno da barraem do Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), na cidade**

de Santa Maria - RS. 111 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

TAFFE, R. H. **A ambiência verde e a poluição automotiva na área urbana de Santa Maria – RS.** 87p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1989.

TAYLOR, B. D.; GOLDINGAY, R. L. Cutting the carnage: wildlife usage of road culverts in north-eastern New South Wales. *Wildlife Research*, [S. l.], v. 30, p. 529–537, 2003.

TOWNSEND, C. R; BEGON, M; HARPER, J. L. **Fundamentos em Ecologia.** 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 592 p.

TROLL, C. Landscape Ecology (Geoecology) and Biocenology – A Terminological Study. **Geoforum**, Filadélfia, v. 8. p. 43-46, 1971.

UFSM. Universidade Federal de Santa Maria - Indicadores. In: UFSM. Santa Maria: UFSM, 2014. Disponível em: <portal.ufsm.br/indicadores/index>. Acesso em: 1 abr. 2014.

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. About the Man and the Biosphere Programme (MaB). In: UNESCO. [S.l.]: UNESCO, c2013. Disponível em: <www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/man-and-biosphere-programme>. Acesso em: 15 out. 2013.

VENDRAME, M. I. Os imigrantes italianos e o município de Santa Maria (1878-1905). In: RIBEIRO, J. I.; WEBER, B. T. (Orgs.). **Nova História de Santa Maria: outras contribuições recentes.** Santa Maria: Câmara Municipal de Vereadores, 2012. p. 143 - 163.

WAETCHER, J. L. Impressões de Avé-Lallemant sobre a Província do Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente.** Santa Maria, v. 13, p. 73 - 86, 1996.

WERNER, P. V. N. **A conformação da Paisagem da Vila Urlândia - Santa Maria/RS e a percepção ambiental da população residente.** 77 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

ZOLIN, D. Santa Maria é o 79º melhor lugar do país para investir em imóveis. **Diário de Santa Maria,** Santa Maria, 02 abr. 2015. Disponível em:

<<http://diariodesantamaria.clicrbs.com.br/rs/economia-politica/noticia/2015/04/santa-maria-e-o-79-melhor-lugar-do-pais-para-investir-em-imoveis-4731245.html>>. Acesso em: 02 abr. 2015.