

Bárbara Heliodora Alves d'Acampora

**O USO DA ARQUITETURA DA PAISAGEM NO TRATAMENTO
FINAL DOS EFLUENTES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO
DE ESGOTOS EM SÃO JOSÉ/SC**

Dissertação submetida ao Programa
de Pós Graduação em Arquitetura e
Urbanismo da Universidade Federal
de Santa Catarina para a obtenção
do Grau de Mestre em Arquitetura e
Urbanismo

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Sonia
Afonso

Florianópolis
2013

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

d'Acampora, Bárbara Heliadora Alves

O uso da Arquitetura da Paisagem no tratamento final
dos efluentes de Estações de Tratamento de Esgotos em São
José/SC / Bárbara Heliadora Alves d'Acampora ;
orientadora, Sonia Afonso - Florianópolis, SC, 2013.

130 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo.

Inclui referências

1. Arquitetura e Urbanismo. 2. Arquitetura da Paisagem.
3. Estações de Tratamento de Esgotos. 4. São José/SC. I.
Afonso, Sonia. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. III.
Título.

Bárbara Heliadora Alves d'Acampora

**O USO DA ARQUITETURA DA PAISAGEM NO TRATAMENTO
FINAL DOS EFLUENTES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO
DE ESGOTOS EM SÃO JOSÉ/SC**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 01 de julho de 2013.

Prof. Ayrton Portilho Bueno, Dr.
Coordenador do programa de Pós Graduação em Arquitetura e
Urbanismo

Banca Examinadora:

Prof.^a Sonia Afonso, Dr.^a
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Ayrton Portilho Bueno, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Luciano Torres Tricárico, Dr.
Universidade do Vale do Itajaí

Prof. Paulo Renato Mesquita Pellegrino, Dr.
Universidade de São Paulo

Aos meus pais e ao meu marido.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que participaram no desenvolvimento deste trabalho, em especial aos meus pais Antônio d' Acampora e Marionete d' Acampora, e ao meu marido, Cleiton Taufemback.

Às minhas colegas de mestrado e amigas Angela Faveretto, Jacinta Gislson, Gabriela Bastos e Virgínia de Luca.

À minha orientadora Sonia Afonso, pela dedicação e todo o aprendizado durante o período de graduação e mestrado.

Aos membros da banca de qualificação e defesa Ayrton Bueno, Flávio Lapolli, Luciano Tricárico e Paulo Pellegrino pela ajuda à complementação deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio à pesquisa.

RESUMO

O crescimento populacional e a falta de planejamento são graves problemas no desenvolvimento das cidades brasileiras, que geram a deficiência de coleta e de tratamento de esgotos urbanos, causando problema de saúde pública. Por sua vez, ocasionam também a carência de espaços verdes, que apesar de possuírem áreas de vegetação, a sua qualidade não está ligada às necessidades da população, atingindo a qualidade de vida. Dentro desse enfoque, o Município de São José/SC possui uma deficiência de vegetação urbana e um único sistema de tratamento que cobre uma parte ínfima da área urbana. Portanto, esta pesquisa tem por objetivo articular as possíveis conexões entre a arquitetura da paisagem e o tratamento final de efluentes das ETEs no Município de São José/SC. O estudo possui análise espacial de campo e solução de problemas específicos para sociedade, através do tratamento de dados quali-quantitativos, revisão de material bibliográfico e documental sobre os tratamentos de esgotos urbanos, que unem-se aos espaços verdes em São José. O tratamento de esgoto com Jardins Filtrantes, utilizado como espaço verde é uma alternativa viável como solução ao complemento de tratamento de esgotos urbanos convencionais, criando uma paisagem concebida como um jardim ou parque público. Constata-se, portanto, os efeitos positivos dessa integração sobre o ambiente, a população e a economia urbana josefense, através de uma solução integrada à natureza.

Palavras-chave: Arquitetura da Paisagem. Estações de Tratamento de Esgotos. São José/SC.

ABSTRACT

Population growth and lack of planning are serious problems in the Brazilian cities' development, which generates the deficiency on collection and on treatment of urban sewage, causing public health problem. By other hand, leads also to the lack green spaces, which despite having areas of vegetation, its quality is not linked to the needs of the population, affecting the quality of life. Under this approach, the City of São José/SC has a deficiency of urban greenery and a single treatment system that covers a tiny part of the urban area. Therefore, this research aims to articulate the possible connections between landscape architecture and final treatment of effluent from the STPs in São José/SC. The study has a field's spatial analysis on troubleshooting specific for society, data processing qualitative and quantitative data, bibliography and documentary about the treatment of urban sewage, uniting the green spaces of São José. The sewage treatment by filtering gardens, used as green space is a viable alternative solution to complement conventional urban sewage treatment, creating a landscape conceived as a garden or public park. Noticing, therefore, the positive effects of such integration on the environment, population and urban economy of São José through an integrated solution to nature.

Keywords: Landscape Architecture. Sewage treatment plants. São José/SC.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição da água na natureza.....	11
Figura 2 - Índice de atendimento de rede de coleta de esgotos por estados brasileiros.....	20
Figura 3 - Número de internações por doenças gastrointestinais infecciosas.....	21
Figura 4 - Componentes do tratamento de esgoto.....	23
Figura 5 - Componentes do tratamento de esgoto: Coletor de esgoto (esq.), Coletor tronco (centro), Interceptador (dir.).....	23
Figura 6 - Tratamento Secundário: Lodo Ativado de Valo de Oxidação, Lagoa da Conceição, Florianópolis (esq.) e Lagoa de Estabilização Anaeróbia e Facultativas, Potecas, São José/SC (dir.).....	26
Figura 7 - Tratamento Terciário: Membranas (esq.) e Jardins Filtrantes (dir.).....	26
Figura 8 - Etapas Jardins Filtrantes.....	28
Figura 9 - Estação de tratamento de esgotos urbano de Honfleur, França.....	29
Figura 10 - Estações de tratamento de esgotos urbano de Presles (dir.) e Bresles (esq.), França.....	29
Figura 11 - Estação de tratamento de esgotos urbano de Alençon, França.....	29
Figura 12 - Jardins na margem do Rio Sena, Nanterre, França.....	30
Figura 13 - Irrigação de reuso, Parque do Retiro, Madrid.....	32
Figura 14 - Sistema piloto de reuso, ETE Potecas.....	32
Figura 15 - Sistema piloto de reuso, UFSC.....	33
Figura 16 - Saneamento descentralizado e centralizado.....	34
Figura 17 - Mapa Político da Espanha (esq.) e Distribuição do saneamento descentralizado na Comunidade Autónoma de Madrid, Espanha (dir.).....	37
Figura 18 - Bacias hidrográficas na Cidade de Madrid.....	38
Figura 19 - Jardins franceses: Jardins de Sabatines (esq.) e Parque do Retiro (dir.), Madrid.....	43
Figura 20 - Jardim inglês: Hyde Park, Londres.....	43
Figura 21 - Cidade Linear, Madrid.....	45
Figura 22 - Modelo de cidade-jardim.....	46
Figura 23 - Vista aérea de Radburn, New Jersey, 1930.....	47
Figura 24 - <i>Villes nouvelles</i> , Paris.....	48
Figura 25 - Passeio Público, Rio de Janeiro. Foto de Marc Ferrez.....	50
Figura 26 - Trecho da Glória, Rio de Janeiro (esq.) e Parque Municipal Américo Renné Giannetti, Belo Horizonte (dir.).....	50

Figura 27 - Parque Eduardo Guinle, Rio de Janeiro.	51
Figura 28 - Cidade-parque, Brasília. Foto de Sílvio Cavalcante.	52
Figura 29 – Parque Tanguá, Curitiba.	52
Figura 30 - <i>Emerald Necklace</i> , Boston.	61
Figura 31 - Corredores verdes em Freiburg, Rio Dreisam (esq.) e Madrid, Rio Manzanares (dir.).	62
Figura 32 - Estrada-parque <i>Blue Ridge Parkway</i> , EUA.	63
Figura 33 – Estrada-parque, Piraputanga/MS.	64
Figura 34 – Plano para o <i>Fens, Emerald Necklance</i> , Boston.	65
Figura 35 - Contenção de águas pluviais, Chicago.	66
Figura 36 - Tratamento de esgoto com plantas aquáticas, Arcata, Califórnia.	67
Figura 37 - Mapa político de Santa Catarina (em cima) e da Região da Grande Florianópolis (embaixo).	69
Figura 38 - Mapa de bairros de São José/SC.	70
Figura 39 - Mapa de tendência da expansão urbana de São José/SC. Vide o Anexo 1.	72
Figura 40 - Mapa de ruas de São José/SC.	74
Figura 41 - Mapa de integração de ruas de São José/SC.	75
Figura 42 - Mapa estruturadores viários futuros de São José/SC.	76
Figura 43 - Mapa de densidade populacional de São José/SC.	77
Figura 44 - Zoneamento e gabarito de 1985 da área urbanizada de São José/SC.	78
Figura 45 - Mapa de macrozoneamento de São José/SC.	80
Figura 46 - Mapa hipsométrico de São José/SC.	81
Figura 47 - Mapa de declividade de São José/SC.	82
Figura 48 - Mapa de rios de São José/SC.	83
Figura 49 - Ocupações nas margens do Rio Serraria (afluente do Rio Maruim). Área constantemente atingida pelas enchentes.	84
Figura 50 - Áreas alagadas no vale do Rio Forquilhas, após as chuvas, no período de 25-29/01/2004.	84
Figura 51 - Rio Cubatão, Santo Amaro da Imperatriz/SC.	85
Figura 52 - Mapa de vegetação de São José/SC.	87
Figura 53 - Mapa de distribuição das praças em São José/SC.	89
Figura 54 - Praças no Bairro Forquilha.	89
Figura 55 - Praça no Bairro Bela Vista.	90
Figura 56 - Praças no Bairro Kobrasol.	90
Figura 57 - Beira mar de São José/SC.	92
Figura 58 - Mapa de distribuição dos vazios urbanos em São José/SC.	92
Figura 59 - Mapa de interesse ambiental legal de São José/SC.	94
Figura 60 - Localização ETE Potecas.	98

Figura 61 - Sistema de esgoto de São José/SC.....	99
Figura 62 - Sistema de esgoto de São José/SC, década de 1990.	100
Figura 63 - Sistema de esgoto de São José/SC.....	100
Figura 64 - Funcionamento da ETE Potecas.....	101
Figura 65 - Pré-tratamento (esq.) e canal de distribuição dos esgotos (dir.).	101
Figura 66 - Reator com queimadores de gás.....	102
Figura 67 - Lagoa Anaeróbia.....	103
Figura 68 - Lagoa Facultativa 1 (esq.) e Lagoas Facultativas 2 e 3 (dir.).	103
Figura 69 - Efluente tratado.....	103
Figura 70 - Piezômetros.....	104
Figura 71 – Jardins Filtrantes como complementação de tratamento sanitário.....	105
Figura 72 – Modelo descentralizador de ETes em São José/SC.....	106
Figura 73 – Proposta da arquitetura da paisagem com o tratamento final de efluentes de ETes em São José/SC.....	108

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Espaços verdes públicos por bairros em São José/SC.	91
Gráfico 2 - Vazios urbanos por bairros em São José/SC.....	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Conceito sobre o tema.	8
--	---

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Métodos aplicados para o alcance dos objetivos.....	10
Tabela 2 - Doenças e formas de contágio causadas por microrganismos patogênicos.....	15
Tabela 3 - Nível, função e tipo de tratamento de esgoto.....	25
Tabela 4 - Aspectos comparativos do saneamento descentralizado e centralizado.....	35
Tabela 5 - Espaços verdes na área urbanizada de São José.....	88
Tabela 6 – Situação irregular na área urbanizada de São José/SC.....	96

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária
ASLA - American Society of Landscape Architects
CASAN – Companhia Catarinense de Água e Saneamento
CEDAE - Companhia Estadual de Água e Esgoto
CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO – Demanda Química de Oxigênio
EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
FGV - Fundação Getúlio Vargas
FUNASA - Fundação Nacional de Saúde
IBGE - Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia
OMS – Organização Mundial de Saúde
ONU – Organização das Nações Unidas
OPS - ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE
PMSJ – Prefeitura Municipal de São José
PLANASA – Plano Nacional de Saúde
SABESP – Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SUDESUL - Superintendência de Desenvolvimento da Região Sul
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	JUSTIFICATIVA.....	1
1.2	PERGUNTA DE PESQUISA	3
1.3	OBJETIVO.....	3
1.3.1	Objetivo geral	3
1.3.2	Objetivos específicos.....	4
1.4	ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO TRABALHO ..	4
2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	7
3	A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA, SUA QUALIDADE E	
	CONSERVAÇÃO	11
3.1	ESGOTO URBANO	14
3.2	TRATAMENTO DE ESGOTOS URBANOS	16
3.2.1	Evolução histórica	17
3.2.2	Situação atual do tratamento de esgoto no Brasil.....	19
3.2.3	Componentes do tratamento de esgoto.....	22
3.2.4	Métodos de tratamento de esgoto.....	24
3.3	TRATAMENTO TERCIÁRIO DE ESGOTOS – JARDINS	
	FILTRANTES.....	27
3.4	REUSO DO EFLUENTE TRATADO.....	30
3.5	MODELO DE SANEAMENTO CENTRALIZADO E	
	DESCENTRALIZADO	33
4	ESPAÇOS VERDES	39
4.1	ARQUITETURA DA PAISAGEM	41
4.2	A RELAÇÃO ENTRE O VERDE E O URBANO NO	
	BRASIL.....	49
4.3	BENEFÍCIOS DOS ESPAÇOS VERDES	54
4.4	CARACTERIZAÇÃO TIPOLÓGICA.....	55

4.5	CRITÉRIOS E ESTRATÉGIAS PROJETUAIS	58
4.6	SISTEMA DE CORREDORES VERDES.....	59
4.7	SISTEMA DE ESPAÇOS VERDES COMO SOLUÇÃO DE ESGOTOS URBANOS	64
5	CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ/SC	69
5.1	MORFOLOGIA E DRENAGEM.....	81
5.2	ESPAÇOS VERDES.....	86
5.3	TRATAMENTO DE ESGOTOS URBANOS	97
5.4	A ARQUITETURA DA PAISAGEM E O TRATAMENTO FINAL DE EFLUENTES DE ETES EM SÃO JOSÉ/SC	105
6	CONCLUSÕES	111
6.1	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	115
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
8	REFERÊNCIAS DAS FIGURAS	127

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o crescimento da população e as tendências urbanísticas que vão remodelando as cidades ao longo dos tempos, o planejamento atual faz pensar na atuação da natureza para resolver as questões urbanas, antes solucionadas isoladamente. Isso leva-nos a procurar meios e estratégias de planejamentos integrados para resolver os problemas urbanos. Esses meios e estratégias dizem respeito aos tratamentos de esgotos urbanos, que se unem aos aspectos dos espaços verdes, como solução à problemática urbana que se instala nas principais cidades brasileiras.

No Brasil, um aspecto insatisfatório é a coleta e o tratamento de esgotos urbanos. Esse causa problema de saúde pública que atinge a qualidade de vida da população, por expor os habitantes ao risco de contrair doenças pela falta de saneamento básico. Outra característica importante no desenvolvimento das cidades, muitas vezes negligenciado, é o cuidado com os espaços verdes. Há cidades que apesar de possuírem grandes áreas compostas por vegetação, a sua qualidade não está ligada às necessidades da população.

Desse modo, este trabalho propõe-se a estudar sobre a possibilidade de articular a arquitetura da paisagem com o tratamento final de efluentes das Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) no Município de São José/SC. A pesquisa teve início no Trabalho de Conclusão de Curso da graduação de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), quando foi realizado um estudo sobre a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Potecas, pertencente à Companhia Catarinense de Água e Saneamento (CASAN). Localizada no Município de São José, nos Bairros Forquilhas e Potecas, a ETE produz maus odores e ocupa uma extensa área de esgoto a céu aberto, prejudicando as habitações no seu entorno.

1.1 JUSTIFICATIVA

O crescimento populacional aliado à falta de planejamento são graves problemas no desenvolvimento das cidades brasileiras. Um aspecto urbano, de difícil solução, é a falta de tratamento de esgoto sanitário que, além de ocasionar problema de saúde pública, degrada a paisagem e o ambiente. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (2008) e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, SNIS (2010), aproximadamente, metade das cidades

brasileiras não possuem sistema de tratamentos de esgotos. Nas cidades que coletam o esgoto, apenas 28% tratam o esgoto coletado (IBGE, 2008). O Estado de Santa Catarina é considerado como um dos piores em atendimento de coleta de esgoto a nível nacional e o pior da Região do Sul do País (SNIS, 2010).

De acordo com a Organização da Nações Unidas (ONU), 3,7% de todas as mortes são atribuídas a doenças relacionadas à água, ou seja, mais do que as guerras. O risco de doenças é decorrente de contágios de água contaminada pela falta de coleta e tratamento de esgoto ou por sistemas convencionais que, normalmente, não são acompanhados pelo tratamento adequado. Apesar de os atuais sistemas de tratamento de esgotos terem como objetivo minimizar os problemas da saúde pública e diminuir os danos ambientais, em grande parte não se aliam às condições ambiental, social e econômica de cada cidade. Além de tratar o esgoto, a reutilização do efluente tratado livre de patógenos é essencial para evitar o desperdício da água. Segundo Hespanhol (2002), a reutilização das águas residuárias serve para o uso urbano, exceto o doméstico, principalmente para os espaços verdes das cidades. Contudo, há um longo caminho a ser percorrido para que o País dê conta de suas carências na infraestrutura de saneamento.

A vegetação é outro problema grave no meio urbano. De acordo com Macedo e Sakata (2003), a carência de vegetação é imensa e a demanda está longe de ser convenientemente atendida. Apesar de haver cidades que disponibilizam espaços onde os habitantes possam ter contato com a natureza, muitas não os possuem de forma organizada, sendo apenas espaços residuais no meio urbano. Para a formalização de tais espaços, Macedo (1996) salienta a importância da sua localização, do seu porte, da forma de acessibilidade e sobre qual suporte físico se instalam.

Os espaços verdes têm sua relevância a partir do momento em que o urbanismo possui uma necessidade de resposta à melhoria das condições de vida nas cidades. A vegetação contribui para a humanização, a estabilidade física e o equilíbrio ecológico da cidade, para a existência de um ambiente saudável (FADIGAS, 2006). Além da criação de espaços verdes para a preservação do meio em que vivemos, vale ressaltar sua importância como forma de melhorar a vida, além de trazer benefícios econômicos para a cidade. Tais preocupações propiciam o surgimento de um razoável número de parques públicos em algumas cidades brasileiras, embora escassos em muitas outras.

O Município de São José possui uma deficiência de vegetação em áreas urbanas. Possui somente 5,29% de cobertura vegetal dentro da mancha de ocupação urbana, segundo os dados da Prefeitura Municipal

de São José (PMSJ, 2004), não suprimindo as necessidades populacionais em quantidade e qualidade ambiental. Quanto ao esgoto sanitário, a região possui um único sistema de tratamento, que cobre apenas 15% da área urbana de São José e parte continental de Florianópolis (PMSJ, 2004).

Contudo, a integração dos tratamentos de esgotos urbanos com os espaços verdes pode minimizar a degradação da paisagem e do ambiente, trazendo vantagens e benefícios ambientais, sociais e econômicos para a Cidade. Portanto, é importante a conscientização da preservação da vegetação no meio urbano para a manutenção do equilíbrio ambiental, com espaços de relaxamento e recreação para a população, assim como o desenvolvimento de técnicas, junto à natureza, para que o tratamento de esgoto gere em uma solução integrada com o meio ambiente.

O sistema de Jardins Filtrantes, empregado como um espaço verde, cabe de exemplo a ser utilizado no tratamento final dos efluentes de ETEs, como solução ao complemento de tratamento convencional de esgotos, de forma descentralizada. Através desse procedimento, cria-se uma paisagem concebida como um jardim ou parque público, com técnicas simples e econômicas (PHYTORESTORE, 2012). Portanto, é uma alternativa viável para ser utilizada na Cidade de São José.

1.2 PERGUNTA DE PESQUISA

É possível articular a arquitetura da paisagem com o tratamento final dos efluentes das ETEs no Município de São José/SC?

1.3 OBJETIVO

São estes o objetivo geral e os objetivos específicos.

1.3.1 Objetivo geral

Articular as possíveis conexões entre a arquitetura da paisagem e o tratamento final de efluentes das ETEs no Município de São José/SC.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Estudar as tecnologias de tratamento de esgotos urbanos para integrá-las aos espaços verdes;
2. Identificar os padrões de espaços verdes no meio urbano que considerem à presença dos rios e córregos;
3. Caracterizar os aspectos ambientais, sociais e econômicos do Município de São José/SC;
4. Articular a possibilidade de conexão entre a arquitetura da paisagem e o tratamento final de efluentes das ETEs no Município de São José/SC.

1.4 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO TRABALHO

O seguinte trabalho foi organizado em 7 capítulos, apresentados a seguir:

Capítulo 1, Introdução: neste capítulo foi realizada uma breve apresentação do tema proposto, seguidos da justificativa, da exposição da pergunta de pesquisa e dos seus objetivos.

Capítulo 2, Procedimentos metodológicos: neste capítulo será apresentada a metodologia empregada no desenvolvimento da pesquisa sobre a possibilidade de articular a arquitetura da paisagem com o tratamento final de efluentes das ETEs no Município de São José/SC.

Capítulo 3, A importância da água, sua qualidade e conservação: neste capítulo serão expostos, como fundamentação teórica, sobre tratamento de esgotos urbanos. Será instituído sobre a importância da água e as características do esgoto urbano. Como aprofundamento sobre o tratamento de esgoto será evidenciado a sua evolução histórica, a situação atual do tratamento de esgoto no Brasil, os componentes e os métodos dos tratamentos de esgoto urbano utilizados. Para submeter o tratamento de esgoto com espaços verdes, será feita uma análise sobre o tratamento terciário de Jardins Filtrantes, a importância do reúso do efluente tratado e os tipos de modelo de saneamento centralizado e descentralizado.

Capítulo 4, Espaços verdes: neste capítulo, também como fundamentação teórica, será mostrado sobre os aspectos da arquitetura da paisagem, a relação entre o verde e o urbano no Brasil, os benefícios que trazem os espaços verdes para as cidades e seus habitantes, sua caracterização tipológica e projetual, definição sobre os corredores verdes

e exemplificações de sistemas de espaços verdes como solução de esgotos urbanos.

Capítulo 5, Caracterização socioambiental do Município de São José/SC: neste capítulo pretende-se estudar o Município, como estudo de caso, a partir dos aspectos sociais, da morfologia e drenagem, dos espaços verdes e do tratamento de esgotos urbanos. A seguir, analisa-se a possibilidade de articular a arquitetura da paisagem com o tratamento final de efluentes das ETEs no Município.

Capítulo 6, Conclusões: por fim, serão apresentadas as conclusões finais desta pesquisa, suas considerações com as respostas para a pergunta de pesquisa, a avaliação da metodologia empregada, assim como recomendações para a continuidade deste trabalho.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

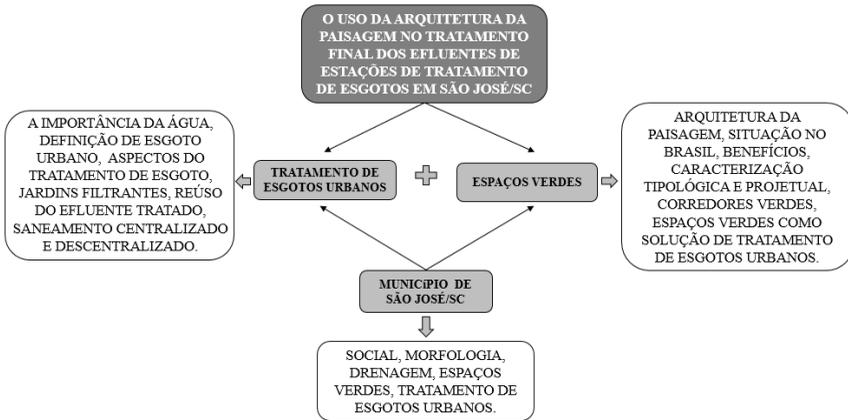
Este trabalho foi desenvolvido dentro da linha de pesquisa 2, cujo tema aborda o comportamento ambiental do espaço urbano e das edificações. A linha de pesquisa consiste no desenvolvimento de estudos relativos ao comportamento ambiental do espaço urbano e das edificações quanto ao conforto ambiental e a sustentabilidade. Essa busca aprofundar a interface entre o ambiente natural e o construído, incluindo o desenvolvimento de ferramentas de avaliação dos impactos ambientais, provenientes da ação humana sobre o meio natural; assim como alternativas sustentáveis para as cidades, em resposta às grandes questões acerca da necessária mudança do paradigma energético, como instrumento de preservação da vida urbana (PÓSARQ/UFSC, 2013).

O corpo da dissertação possui análise espacial de campo e relação aplicada dirigida à solução de problemas específicos para sociedade. Tem um tratamento de dados quali-quantitativos e compreende material bibliográfico e documental sobre tecnologias de tratamentos de esgotos urbanos que integram-se aos espaços verdes e a identificação dos padrões dos espaços verdes no meio urbano que considerem a presença dos rios e córregos.

Para articular a possibilidade de conexão entre a arquitetura da paisagem e o tratamento final de efluentes das ETEs, foi realizada uma pesquisa de estudo de caso sobre os aspectos ambientais, sociais e econômicos do Município de São José/SC. Yin (1989) ressalta que a preferência pelo uso do estudo de caso deve ser dada a estudos de eventos contemporâneos, em situações onde os comportamentos relevantes não podem ser manipulados, com a possibilidade de fazer observações diretas. O estudo que envolve o município de São José se encaixa, portanto, como exemplo relevante para esta pesquisa.

Para tanto, foi elaborado o Quadro 1, que visa responder a pergunta de pesquisa, sobre a possibilidade de articular a arquitetura da paisagem com o tratamento final de efluentes das ETEs no Município de São José/SC.

Quadro 1 – Conceito sobre o tema.



Fonte: Autora, 2013.

Para os estudos de viabilidade de planejamento que integram as questões urbanas, no que se referem aos tratamentos de esgotos urbanos e os espaços verdes no Município de São José/SC, foi realizada a revisão de literatura e o estudo de caso, cujo os temas e principais autores são apresentados a seguir:

1. Revisão de literatura - tratamento de esgotos urbanos:
 - 1.1. A análise sobre a importância da qualidade da água, a definição de esgoto urbano e os componentes e métodos de tratamento de esgotos apoiou-se no material de Motta (1988), Von Sperling (1995), FUNASA (2004) e nas Leis Federais CONAMA nº 430/2011, Lei das Águas nº 9.433/1977, Portaria nº 2.914/2011 e a Lei do Saneamento Básico (nº 11.445/2007);
 - 1.2. A evolução histórica do tratamento de esgotos urbanos relacionou-se aos autores Benévolo (1989), Sitte (1992) e Andrade (1992);
 - 1.3. A situação atual do tratamento de esgoto urbano no Brasil foi definida pelos dados do IBGE (2008), Instituto Trata Brasil e FGV (2010).
 - 1.4. Os Jardins Filtrantes, que são tratamento de esgoto através de espaços verdes, fundamentou-se através dos estudos e práticas da Phytorestore Brasil (2012);
 - 1.5. O reúso do efluente tratado e modelo de saneamento centralizado e descentralizado, através de Philippi (2008).

2. Revisão de literatura - espaços verdes:
 - 2.1. Os conceitos e definições, caracterização tipológica e projetual foram definidos através dos autores Fadigas (2006), Macedo (1996), Cormier e Pellegrino (2008), e da aplicação das Leis Federais do Parcelamento do Solo nº 6.766/1979 (alterada pela Lei nº 9.785/1999), da Lei do Código Florestal nº 4.771/1965 (alterada pela Lei nº 12.651/2012), da Resolução CONAMA nº 303/2002 e da Resolução CONAMA nº 369/2006;
 - 2.2. O histórico foi dado por Conway (1989), Choay (2000), Sorya y Mata (1984), Howard (1996) e Gibberd (1972);
 - 2.3. A relação entre o verde e o urbano no Brasil, através de Terra (2000), Macedo e Sakata (2003);
 - 2.4. As definições e importância dos corredores verdes foram definidos através dos autores Fink e Schwartz (1993), Frischenbruder e Pellegrino (2006), Little (1990). Os principais modelos foram empregados por Frederick Law Olmsted em 1878 (HERZOG, 2008), Philip Lewis em 1964 (LITTLE, 1990), Ian McHarg em 1969 (MCHARG, 1992). A situação no Brasil por Ayres et al (2005), Pellegrino (2003), Soriano (2006) e pela Lei nº 9.98/2000.
 - 2.5. O sistema de espaços verdes como solução de esgotos urbanos, através dos exemplos de Spirn (1995), Hough (1998) e Lyle (1999).
3. Estudo de caso - Município de São José/SC:
 - 3.1. Os aspectos ambientais, sociais e econômicos do Município foram desenvolvidos através do breve histórico, densidade, zoneamento, hidrografia e espaços verdes pelos mapas e coleta dados da PMSJ, 2004;
 - 3.2. A coleta e tratamento de esgoto foi aplicada através de dados do SNIS (2010), da CASAN (2004) e dados e mapas da PMSJ (2004). A visita exploratória à ETE Potecas deu-se em dezembro de 2011, acompanhada com um funcionário da CASAN, com intuito de descrever o funcionamento da única estação do Município.

Assim, foram definidos os métodos aplicados para atingir os objetivos, representados através da Tabela 1.

Tabela 1 - Métodos aplicados para o alcance dos objetivos.

OBJETIVOS	MÉTODOS
Estudar as tecnologias de tratamento de esgotos urbanos para integrá-las aos espaços verdes.	Definições e conceitos: Motta (1988), Von Sperling (1995), FUNASA (2004), Phytorestore Brasil (2012), Philippi (2008); histórico: Benévolo (1989), Sitte (1992) e Andrade (1992); dados do IBGE (2008), Instituto Trata Brasil e FGV (2010).
Identificar os padrões dos espaços verdes no meio urbano, que considere a presença dos rios e córregos.	Definições e conceitos: Fadigas (2006), Macedo (1996), Fink e Schwartz (1993), Frischenbruder e Pellegrino (2006), Little (1990); histórico: Conway (1989), Choay (2000), Sorya y Mata (1984), Howard (1996) e Gibberd (1972); relação do verde e o urbano no Brasil: Terra (2000), Macedo e Sakata (2003).
Caracterizar os aspectos ambientais, sociais e econômicos do Município de São José/SC.	Dados da Casan (2004), SNIS (2010) e dados e mapas da PMSJ (2004); histórico: PMSJ (2004); Visita exploratória à ETE Potecas.
Articular a possibilidade de conexão entre a arquitetura da paisagem e o tratamento final de efluentes das ETES no Município de São José/SC.	Relação dos itens citados que possibilitam a integração dos tratamentos de esgotos urbanos com os de espaços verdes no Município de São José/SC.

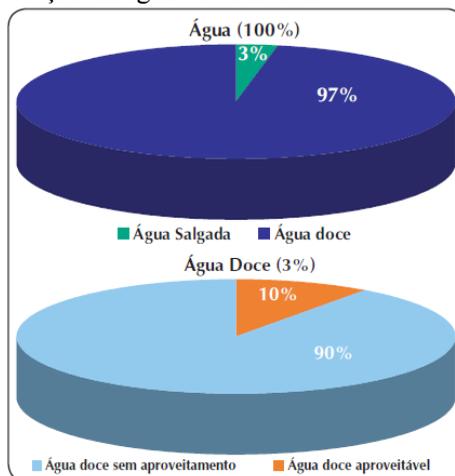
Fonte: Autora, 2013.

Por fim, após a análise sobre a possibilidade de conexão entre a arquitetura da paisagem e o tratamento final de efluente das ETES no Município de São José, verificou-se os efeitos positivos sobre o ambiente, a população e a economia urbana.

3 A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA, SUA QUALIDADE E CONSERVAÇÃO

A água é fundamental para a sobrevivência dos seres vivos e abrange 4/5 da superfície terrestre. Como mostra a Figura 1, desse total, 97% corresponde à água salgada e 3% de água doce, conforme diz a Fundação Nacional de Saúde, FUNASA (2004). Em água doce, apenas 0,3%, aproximadamente, é aproveitável, pois a maior parte encontra-se presente na neve, gelo ou em lençóis subterrâneos situados abaixo de uma profundidade de 800m, tornando-se inviável ao consumo humano (FUNASA, 2004). Contudo, sua utilização como fonte de vida, tem ocasionado diversos problemas e está relacionado à falta de conhecimento e recursos.

Figura 1 - Distribuição da água na natureza.



Fonte: FUNASA, 2004.

As fontes de água disponíveis em todo o mundo estão esgotando e este problema é agravado pela velocidade que a população está aumentando, especialmente nos países em desenvolvimento, como o Brasil. Com as crescentes pressões de mudanças globais, como a urbanização, juntamente com fatores de não-sustentabilidade e o modo convencional urbano de gestão, as cidades dos países em desenvolvimento têm dificuldades em gerir de forma eficiente, tornando a água mais escassa, e resultando menos recursos hídricos confiáveis (KHATRI; VAIRAVAMOORTHY, 2007).

O Brasil tem a maior reserva de água doce do Planeta, com 12% do total mundial, mas com distribuição não uniforme. A região Amazônia detém a maior bacia fluvial do mundo e é pouco habitada. Porém, o maior problema de escassez se encontra no Nordeste do país, onde a falta de água tem provocado a migração da população para os centros urbanos, como São Paulo e Rio de Janeiro (GOMES, 2011). Portanto, com o aumento da população e a ausência do desenvolvimento de planejamento e gestão sustentável, vem comprometendo ainda mais o problema da escassez de água.

De acordo com Tucci (2001), a qualidade da água depende das condições geológicas e geomorfológicas da cobertura vegetal da bacia de drenagem, do comportamento dos ecossistemas terrestres e, principalmente, das ações do ser humano. As ações humanas que mais podem influenciar na qualidade da água são: lançamento de cargas nos sistemas hídricos, alteração do uso do solo rural e urbano, e modificações no sistema fluvial (TUCCI, 2001). Nesse sentido, a qualidade da água está diretamente ligada a sua fonte poluidora, que altera a sua natureza, prejudicando o seu uso.

Para a avaliação da qualidade da água é necessária à quantificação das cargas poluidoras ao corpo d'água. De acordo com Motta (1988), as principais informações a serem obtidas de uma bacia hidrográfica são:

1. Dados físicos da bacia: aspectos geológicos, precipitação pluviométrica e escoamento, variações climáticas, temperatura e evaporação;
2. Informações sobre o comportamento hidráulico dos corpos d'água: vazão máxima, média e mínima; volumes de reservatórios; velocidades de escoamento; e profundidade;
3. Diagnóstico da situação atual da qualidade da água: características físicas, químicas e biológicas;
4. Uso e ocupação do solo: tipos, densidades, perspectivas de crescimento, distritos industriais;
5. Caracterização socioeconômica: demografia e desenvolvimento econômico;
6. Usos múltiplos das águas. Usos dos recursos hídricos pretendidos pela sociedade para o corpo d'água;
7. Requisitos de qualidade para o corpo d'água. Parâmetros de qualidade da água que são prioritários para atender aos usos pretendidos;
8. Localização, quantificação e tendência das principais fontes poluidoras;

Os requisitos para a qualidade da água são estabelecidos em função do seu uso. O uso da água se dá com a finalidade de abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação, dessedentação de animais, agricultura, preservação da fauna e flora, recreação e lazer, harmonia paisagística, geração de energia elétrica, navegação, diluição de despejos. Os dois primeiros usos (abastecimento doméstico e industrial) estão associados a um tratamento de água com qualidades mais exigentes (VON SPERLING, 1995). A agricultura absorve uma média maior mundial de 70% das provisões de água, e também uma média de 20% para a indústria e 10% para usos domésticos (VICTORINO, 2007).

A qualidade da água também altera-se de acordo com o ciclo da sua utilização. Inicialmente a água é captada dos corpos d'água, tendo uma determinada qualidade e, após, é modificada de acordo com sua utilização, gerando o esgoto bruto. Visando remover os poluentes, o esgoto bruto é tratado, e por fim, retorna ao corpo d'água, ou ainda, submete-se ao reuso (VON SPERLING, 1995).

Quanto à percepção da população, os fatores sociais e culturais possuem relevante significado no processo qualitativo da água. De acordo com Silva (1984), a disponibilidade de água potável pode ser considerada o principal fator para a sobrevivência e a melhoria da qualidade de vida das populações em áreas rurais, sobretudo nas regiões áridas e semiáridas. Porém, o desconhecimento sanitário e ambiental referente ao seu valor, prática e atitude, leva ao descaso obtendo o desperdício da água.

Contudo, para estabelecer os padrões desejados de água, faz-se principalmente por meios de suporte legal. Essas medidas devem ser cumpridas pela força da legislação e pelas entidades envolvidas com a água a ser utilizada:

1. A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 430/2011 estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e classifica os corpos d'água de acordo com seus respectivos usos (CONAMA, 2011);
2. A Lei das Águas nº 9.433/1977 tem como fundamento a compreensão de que a água é um bem público (não pode ser privatizada), sendo sua gestão baseada em usos múltiplos (abastecimento, energia, irrigação, indústria) e descentralizada, com participação de usuários, da sociedade civil e do governo. O consumo humano e de animais é prioritário em situações de escassez (BRASIL, 1997);
3. A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde aplica-se à água destinada ao consumo humano, proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água,

onde deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água (BRASIL, 2011).

Para manter os requisitos de qualidade de água, deve-se, portanto, destinar educação sanitária e ambiental à população, respeitando a legislação vigente. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), sugere-se também o monitoramento, a vigilância e estudos especiais, visando estabelecer os padrões adequados para cada uso.

3.1 ESGOTO URBANO

Os esgotos de uma cidade são oriundos de três fontes distintas: industriais (resultante dos processos industriais, com composição variada, dependendo da indústria); pluviais (provenientes da água de chuva); e domésticos (para a higiene e necessidades fisiológicas humanas). Em alguns países, as três fontes são tratadas num mesmo sistema de tratamento, chamado sistema combinado. No Brasil, adota-se o sistema separador de esgotamento sanitário, onde os separam em canalizações de drenagem independentes (VON SPERLIN, 1995).

Os esgotos industriais, no caso de geração de efluentes muito tóxicos, geralmente são tratados previamente em unidades das próprias indústrias (HAMMER & HAMMER, 1996).

Quanto ao esgoto pluvial, é originário da água de chuva, que no contato com o solo, carrega substâncias alterando sua qualidade. A água leva partículas finas do terreno por onde passa e dá turbidez à mesma: como organismos (algas), que modificam o seu odor e gosto, além de liberar toxinas; ou ainda, sujeito ao contato com fezes humanas, levando em suspensão microrganismos patogênicos (FUNASA, 2004).

O esgoto doméstico inclui as residências, instituições e comércio. Esse possui 99,9% de água e devido ao 0,1% restante, é necessário tratar os esgotos, que varia conforme o clima, situação social e econômica, e hábitos da população (VON SPERLING, 1995). Possui grande quantidade de matéria orgânica (proteína, carboidrato e gordura), nutrientes (nitrogênio e fósforo) e microrganismos, num total de 70%. Os outros 30% são de substâncias inorgânicas (areias e substâncias minerais dissolvidas) (FUNASA, 2004).

A matéria orgânica do esgoto doméstico é representada quantitativamente em termos de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), a qual se mede a quantidade de oxigênio necessária para degradar bioquimicamente a matéria orgânica, numa ordem de ± 300 mg/L de DBO de esgoto bruto; e DQO (Demanda Química de Oxigênio),

a qual se mede a quantidade de oxigênio necessária para degradar quimicamente a matéria orgânica, numa ordem de ± 600 mg/L de DQO de esgoto bruto (FUNASA, 2004).

A quantificação do esgoto doméstico é feito em termos de cargas, de massa por unidade de tempo, podendo ser calculada dependendo do tipo de problema em análise, da origem do poluente e dos dados disponíveis. Normalmente, a vazão doméstica de esgoto é calculada em função da população e um valor atribuído para um consumo médio diário de água por indivíduo (150 l/hab. dia), denominado *Quota per Capita* (150 – 300 l/hab. dia, para cidades > 250.000 hab.) (VON SPERLING, 1995).

No esgoto doméstico, os principais microrganismos presentes são as bactérias, fungos, protozoários, vírus e helmintos. Alguns desses são patogênicos, provenientes de indivíduos com doenças intestinais. A Tabela 2 mostra as principais doenças e as formas de contágios causadas por microrganismos patogênicos.

Tabela 2 - Doenças e formas de contágio causadas por microrganismos patogênicos.

DOENÇAS	FORMAS DE CONTÁGIO
Cólera, febre tifoide, amebíase, leptospirose, giardíase, hepatite infecciosa e diarreia.	Ingestão de água contaminada com urina ou fezes, humanas ou animais.
Escabiose, pediculose (piolho), tracoma, conjuntivite bacteriana aguda, salmonelas, tricuriase, enterobiase, ancilostomíases, ascaridíase.	Contato de água contaminada na pele ou nos olhos.
Esquistossomose, dengue, malária, febre amarela, filarioses e oncoses.	Através de insetos com ciclos de vida na água.

Fonte: OPS, 2011.

Outro fator decorrente do esgoto nos corpos d'águas é a eutrofização. Define-se pelo crescimento excessivo das plantas aquáticas, tanto planctônicas (plantas que se movem livremente com a água), quanto aderidas (plantas fixas), a níveis tais, que sejam consideradas como causadoras de interferências com os usos desejáveis do corpo d'água (THOMANN E MUELLER, 1987). O principal fator de estímulo é o nível

excessivo de nutrientes no corpo d'água, principalmente nitrogênio e fósforo (VON SPERLING, 1995).

A partir dos esgotos produzidos numa cidade e seu consequente impacto ambiental são necessárias medidas de tratamento para atingir a qualidade da água desejável ao seu uso, evitando, portanto, a degradação do meio ambiente e o risco de saúde da população por contágio de água contaminada.

3.2 TRATAMENTO DE ESGOTOS URBANOS

A implantação do tratamento de esgoto urbano tem por objetivo a remoção dos poluentes presentes nas águas, retornando-as ao corpo d'água sem alteração de sua qualidade.

Segundo a FUNASA (2004), sob o aspecto sanitário, o tratamento de esgoto urbano visa, fundamentalmente, aos seguintes objetivos:

1. Evitar a poluição do solo e dos mananciais de abastecimento de água;
2. Evitar o contato de vetores com as fezes;
3. Propiciar a promoção de novos hábitos higiênicos na população;
4. Promover o conforto e atender ao senso estético.

Já sob os aspectos econômicos, os objetivos do tratamento do esgoto urbano são (FUNASA, 2004):

1. Aumentar a vida média do homem, pela redução da mortalidade em consequência da redução dos casos de doença;
2. Diminuir as despesas com o tratamento de doenças evitáveis;
3. Reduzir o custo do tratamento de água de abastecimento, pela prevenção da poluição dos mananciais;
4. Controlar a poluição das praias e locais de recreação com o objetivo de promover o turismo;
5. Preservação da fauna aquática, especialmente os criadouros de peixes.

Nos subcapítulos a seguir, serão vistos a evolução histórica, a situação atual do tratamento de esgoto no Brasil, os componentes e os métodos dos tratamentos de esgoto urbano.

3.2.1 Evolução histórica

A evolução histórica do saneamento no mundo remete a milênios, sempre relacionada com o crescimento das cidades. Na antiguidade, uma das formas mais eficientes construídas para a captação de esgoto foi há aproximadamente 4.000 anos na Índia. Grandes tubos feitos de argila levavam as águas residuais e os detritos para canais cobertos. Esses canais corriam através das ruas e desembocavam nos campos, adubando e regando as colheitas (ROCHA, 2004). Algumas cidades da antiga Grécia e a maioria das cidades Romanas, segundo Rocha (2004), dispunham de sistemas de esgoto, onde a população obtinha latrinas comunitárias para as necessidades fisiológicas. A cidade de Roma, durante seu apogeu, foi dotada de extensa rede subterrânea de esgoto, ligada às diversas casas, através de tubulação de cerâmica (LANDI, 1993).

Na Idade Média, houve um retrocesso em vários aspectos, onde os conceitos de higiene não fizeram exceção e talvez tenham sido os que mais sofreram (LANDI, 1993). Segundo o mesmo autor, a solução para a eliminação dos dejetos era simples, todo o material coletado durante a noite ou dia era jogado pela janela. De acordo com Rocha (2004), o lixo de todo tipo se acumulava nas ruas, facilitando a proliferação de ratos e criando sérios problemas de saúde pública. Um dos mais graves foi a epidemia da peste bubônica, que somente na Europa, causou a morte de cerca de 25 milhões de pessoas.

Já a Idade Moderna foi marcada por descobertas tecnológicas no campo da engenharia. O crescente número de habitações evidenciava uma necessidade de infraestrutura, principalmente no combate à falta de higiene, com um sistema de tratamento de esgoto adequado. Benévolo (1989, p.96) exemplifica o caso parisiense através da seguinte citação:

“O centro da antiga cidade era cada vez mais claramente incapaz de suportar o peso de um organismo tão crescido; as ruas medievais e barrocas não eram suficientes para o trânsito, as velhas casas pareciam inadequadas face às exigências higiênicas da cidade industrial.”

O intenso processo de urbanização através do mercantilismo e, posteriormente, da revolução industrial, desde os séculos XVII e XVIII, particularmente na Inglaterra, produzia riqueza, aumentando o poder aquisitivo. Ao mesmo tempo, os avanços modernos tecnológicos criavam soluções para as cidades. Segundo Benévolo (1989), entre 1830 e 1848 foi então reconhecida a necessidade da intervenção pública em relação

aos problemas de infraestrutura das moradias, que beneficiavam também as classes desprivilegiadas. Com isso, gradativamente, os sistemas de infraestrutura pública se estabeleciam, havendo uma nova cultura tecnológica, pois os costumes se adequavam aos novos equipamentos (LANDI, 1993). Tal processo visava à garantia de condições básicas de higiene, melhorando a qualidade de vida da população.

No Brasil, A história do saneamento está relacionada à chegada da família real ao Rio de Janeiro, em 1808, quando a população cresceu rapidamente, fazendo com que a disposição de dejetos aumentasse. O esgotamento era efetuado através dos escravos, que à noite carregavam toneis de excreta das habitações até o mar (MARQUES, 1995). Com isso, ocorreram várias doenças, como por exemplo, a varíola, o tifo, além da febre amarela, trazida do exterior para o Brasil, causando verdadeiros surtos e mortes (SILVA, 2002). Com todas essas epidemias, houve o início das intervenções de saneamento na cidade do Rio de Janeiro. Essa foi considerada a terceira cidade do mundo a ser dotada de rede de esgotos, em 1862, precedida por Londres (1815) e Hamburgo (1842) (CEDAE, 2013). Porém, de acordo com SILVA (2002), a qualidade dos serviços apresentados deixava a desejar e não estavam acompanhando o ritmo com que a cidade crescia, causando grande insatisfação, sendo taxados de serviços caros e ineficientes.

No início do século XX, destacou-se o planejamento e execução de intervenções feitas por Saturnino de Brito em diversas cidades brasileiras. Sua consagração veio em 1905, quando foi contratado para solucionar o saneamento da cidade de Santos. Os objetivos principais de intervenção urbanística de Brito eram: sanear e embelezar, tornar a cidade sadia e formosa (ANDRADE, 1992). Brito via que um aspecto importante para as cidades era considerar o desenho estético urbano, como no exemplo de Santos, onde valorizou o conjunto de praças, jardins e edifícios. Essa visão utilitária e estética refere-se às contribuições de Camilo Sitte (SITTE, 1992, p.15) ao fazer a análise das cidades antigas e medievais:

“Apenas em nosso século matemático, é que os conjuntos urbanos e a expansão das cidades se tornaram uma questão quase puramente técnica, e assim parece importante lembrar que, com isso, apenas um aspecto do problema é solucionado, enquanto o outro, o artístico, deveria ter no mínimo, a mesma importância.”

Em vista disso, Brito justifica a importância de planejar a cidade sem perder a visão artística aliada ao saneamento. De acordo com Andrade (1992), esse aspecto demonstrava uma modernidade europeia no seu urbanismo, onde o desenho incorporava o futuro da cidade.

Com essa nova configuração, desdobraram-se os processos de mudança do tecido urbano das principais cidades brasileiras. Porém, a partir da década de 1950, com a grande concentração populacional nos centros urbanos, os sistemas de saneamento não supriam a demanda da população. Foi então na década de 1970 que acontece no Brasil a criação do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) e é também neste período que surgem as Companhias Estaduais de Saneamento que passaram a prestar serviço aos municípios. O PLANASA é considerado a política mais incisiva aplicada no país e até hoje define o modelo institucional dominante no setor.

A partir do PLANASA, foi criado um aparato tecnológico e uma forma de intervenção no espaço urbano adequada para permitir um acesso bastante amplo da população a esses serviços (Costa, 2003). Contudo, esse acesso não atingiu a grande parte da população brasileira que atualmente continua enfrentando sérios problemas de escassez de tratamento e coleta de esgoto urbano nas cidades.

Atualmente percebe-se a importância do cuidado da água, não apenas para manutenção de saúde pública, como para a manutenção ecológica dos sistemas hídricos. Portanto é necessário estabelecer medidas de conservação e alternativas de utilização da água.

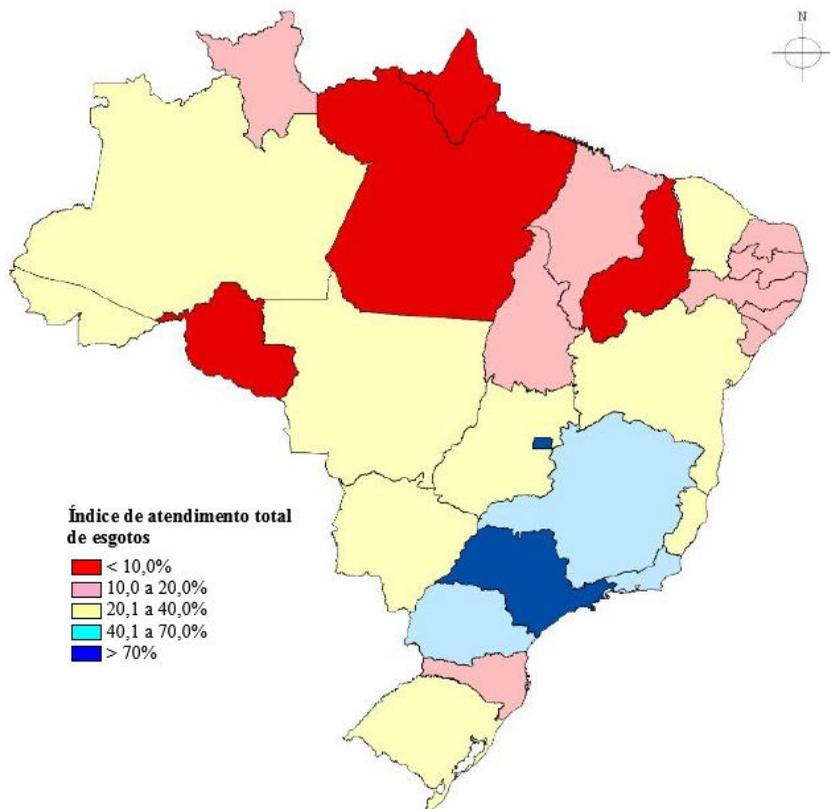
3.2.2 Situação atual do tratamento de esgoto no Brasil

Segundo o IBGE (2008), 55,2% dos domicílios brasileiros têm acesso à rede de esgoto. Nas cidades que coletam esgoto, apenas 28% tratam o esgoto coletado (IBGE, 2008). Já o SNIS (2010), traz outras informações e indicadores referentes ao esgotamento sanitário de todo o País. O Diagnóstico gerou informações em 2.734 municípios, que correspondem a 85,3% da população urbana do país. Apurou-se também o atendimento com redes coletoras de esgotos a um contingente de população urbana, cujo índice médio no País foi de 53,5%; já o tratamento dos esgotos gerados chegou a uma média nacional de 37,9%. Em termos de esgotamento sanitário, são 225 mil quilômetros de redes, às quais se conectam 22,5 milhões de ramais prediais.

As estatísticas do IBGE são distintas das do SNIS. Isso se dá porque o dado colhido pelo IBGE refere-se a uma declaração do entrevistado sobre o que ele acredita ser o seu sistema de esgotamento sanitário. No caso do SNIS, as informações são fornecidas pelos responsáveis pelo saneamento nos municípios que apontam o número exato de ligações de residências à rede geral de coleta de esgoto, o que implica maior precisão e detalhamento técnico (INSTITUTO TRATA BRASIL; FGV, 2010).

A visualização espacial do índice de atendimento de rede de coleta de esgotos distribuídos por faixas percentuais, segundo os estados brasileiros, é apresentada na Figura 2.

Figura 2 - Índice de atendimento de rede de coleta de esgotos por estados brasileiros.

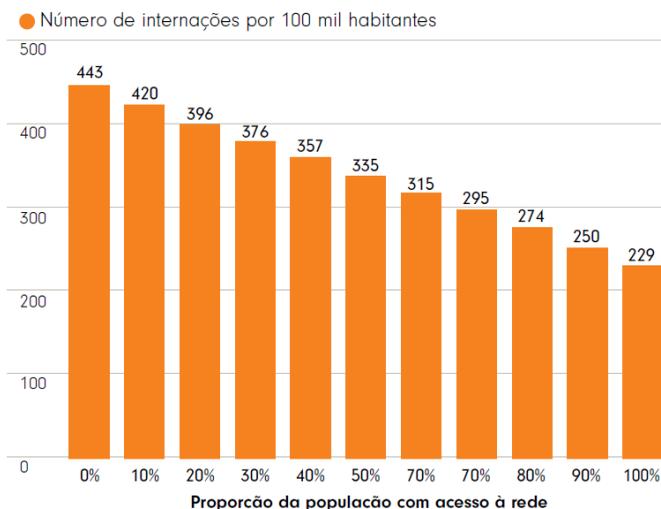


Fonte: SNIS, 2010.

Os dois casos com melhores índices (> 70%) é o Estado de São Paulo e o Distrito Federal, enquanto que na pior faixa (< 10%) situam-se 4 estados: Rondônia, Pará, Amapá e Piauí. Percebe-se que Santa Catarina está na faixa de 10 a 20%, como o pior atendimento de coleta de esgoto da região do sul do País.

As péssimas condições sanitárias encontradas pelo País têm relacionamento direto com a saúde da população, como demonstra a Figura 3.

Figura 3 - Número de internações por doenças gastrointestinais infecciosas.



Fonte: INSTITUTO TRATA BRASIL; FGV, 2010.

Revela-se que a implantação do tratamento de esgoto reflete positivamente na qualidade de vida, pois nos municípios com maior acesso, é significativamente menor a incidência de infecções gastrointestinais.

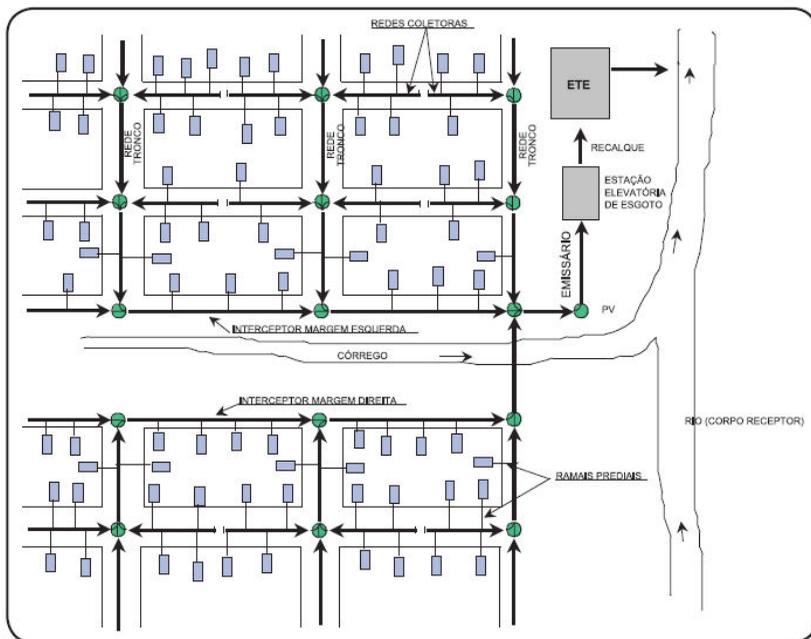
De acordo com os dados demonstrados, nota-se a importância de estabelecer e desenvolver medidas como a implantação de sistema de coleta e o tratamento de esgoto adequado à região, juntamente com o cumprimento da Lei do Saneamento Básico nº 11.445/2007, que prevê a universalização dos serviços de tratamento da rede de esgoto (BRASIL, 2007). Com isso, visa garantir a saúde pública da população brasileira, modificando o panorama dos atuais dados do tratamento de esgoto no Brasil.

3.2.3 Componentes do tratamento de esgoto

As canalizações que transportam os esgotos domésticos das edificações até o tratamento são denominadas componentes do sistema de tratamento de esgoto. Vide a Figura 4 e a Figura 5. São divididos, de acordo com a FUNASA (2004), em:

1. Ramal predial: transporta os esgotos das casas até a rede pública de coleta;
2. Coletor de esgoto: recebe os esgotos das casas e outras edificações, transportando-os aos coletores tronco;
3. Coletor tronco: recebe apenas a contribuição de esgoto de outros coletores;
4. Interceptor: corre nos fundos de vale margeando cursos d'água ou canais. É responsável pelo transporte dos esgotos gerados na sub-bacia, evitando que os mesmos sejam lançados nos corpos d'água. Geralmente possui diâmetro maior que o coletor tronco, em função de maior vazão;
5. Emissário: é similar ao Interceptador, diferenciando apenas por não receber contribuição ao longo do percurso;
6. Poços de visita: são câmaras, cuja finalidade é permitir a inspeção e limpeza da rede;
7. Elevatória: Bombeia os esgotos para um nível mais alto, quando a profundidade das tubulações torna-se demasiadamente elevada devido à baixa declividade do terreno ou à necessidade de se transpor uma elevação. A partir desse ponto, os esgotos podem voltar a fluir por gravidade;
8. Estação de Tratamento de Esgotos: remove os poluentes dos esgotos, os quais viriam causar uma deterioração da qualidade dos cursos d'água;
9. Disposição final: após o tratamento, os esgotos podem ser lançados ao corpo d'água receptor ou, eventualmente, aplicados no solo. Em ambos os casos, há que se levar em conta os poluentes eventualmente ainda presentes nos esgotos tratados, especialmente organismos patogênicos e metais pesados. As tubulações que transportam estes esgotos são também denominadas de Emissário.

Figura 4 - Componentes do tratamento de esgoto.



Fonte: BARROS et al., 1995.

Figura 5 – Componentes do tratamento de esgoto: Coletor de esgoto (esq.), Coletor tronco (centro), Interceptador (dir.).



Fonte: SABESP, 2013.

As canalizações do transporte do esgoto doméstico desde a origem até o lançamento final constituem, portanto, o fundamento básico do sistema de esgoto de uma população.

3.2.4 Métodos de tratamento de esgoto

Antes de iniciar a concepção e o dimensionamento do tratamento de esgoto, deve-se definir o objetivo do tratamento, assim como o nível e o tipo do mesmo, e os estudos do impacto ambiental no corpo receptor. A decisão do tratamento a ser adotado varia entre critérios técnicos e econômicos, passíveis de aplicação na situação em análise, com méritos quantitativos e qualitativos de cada alternativa (VON SPERLING, 1995).

Para a implantação do tratamento de esgoto, Von Sperling (1995) considera os elementos fundamentais, tais como:

1. Estudos populacionais, em que a população contribuinte é aquela situada dentro da área de projeto. Para o projeto de implantação da estação de tratamento é necessário o conhecimento da população, bem como a evolução ao longo do tempo;
2. Determinação do período de projeto e das etapas de implantação. O período de projeto deve ser curto, inferior a 20 anos. O projeto deve ainda ser dividido em etapas na ordem de 5 a 10 anos, sendo economicamente positivo por transladar para o futuro uma parte dos investimentos, onde podem ser revistos os parâmetros do projeto e contínuo acompanhamento da evolução tecnológica. Quanto maior a taxa de crescimento populacional, menor a duração das etapas, porém evitar etapas muito curtas pelos transtornos nas etapas de construção;
3. Pré-dimensionamento das alternativas necessárias à elaboração de *layouts*, com a dimensão das principais unidades, área ocupada, volume de corte e aterro, equipamentos principais, energia a ser consumida;
4. Estudos econômicos das alternativas. Varia com a característica do esgoto, processo adotado, clima, critérios de projetos, condições locais, mão de obra, materiais, terreno e energia. Deve compreender os custos da implantação e anuais de operação.

Os tratamentos de esgoto dividem-se em: operações físicas unitárias (método de aplicação por forças físicas), processos químicos unitários (a remoção ou conversão de contaminantes ocorre pela adição de produtos químicos ou devido a reações químicas) e processos biológicos unitários (a remoção de contaminantes ocorre por meio de atividade biológica). A integração desses compõem os tratamentos de

esgotos e dependendo do processo a ser utilizado, vários mecanismos podem atuar separada ou simultaneamente na remoção dos poluentes (VON SPERLING, 1995).

Quanto ao nível, função e tipo de tratamento de esgotos mais utilizados no Brasil, observa-se a Tabela 3, e alguns exemplos de tipos de tratamento, nas Figura 6 e Figura 7.

Tabela 3 - Nível, função e tipo de tratamento de esgoto.

NÍVEL	FUNÇÃO	TIPO TRATAMENTO
Preliminar	Remoção de sólidos grosseiros. Sua finalidade é proteger as unidades subsequentes como as bombas, tubulações e os corpos receptores, e facilitar o transporte do líquido.	Grades e Caixas de Areia.
Primário	Remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica.	Decantação Simples.
Secundário	Remoção de matéria orgânica e de nutrientes (nitrogênio e fósforo).	Lagoas Anaeróbias, Lagoas Facultativas, Tanques Sépticos, Filtros Anaeróbios, Reatores Anaeróbios com Manta de Lodo e Fluxo Ascendente (UASB), Filtros Biológicos e Lodos Ativados.
Terciário	Remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário.	Jardins Filtrantes, Filtração, Desinfecção, Membranas, Adsorção, Processos Oxidativos Avançados (POA), Destilação.

Fonte: VON SPERLING, 1995, modificada pela autora.

Figura 6 - Tratamento Secundário: Lodo Ativado de Valo de Oxidação, Lagoa da Conceição, Florianópolis (esq.) e Lagoa de Estabilização Anaeróbica e Facultativas, Potecas, São José/SC (dir.).



Fonte: CASAN, 2012.

Figura 7 - Tratamento Terciário: Membranas (esq.) e Jardins Filtrantes (dir.).



Fontes: FURTADO, 2010 e PHYTORESTORE BRASIL, 2012; respectivamente.

No Brasil pouco se utiliza o nível terciário, indo geralmente até o secundário, obtendo uma capacidade limitada de remoção de poluentes. Porém, a utilização dos níveis de tratamento de esgoto completo: preliminar, primário, secundário e terciário torna-se essencial para se atingir um nível ideal de qualidade de água.

3.3 TRATAMENTO TERCIÁRIO DE ESGOTOS – JARDINS FILTRANTES

O tratamento terciário de esgotos com o uso de Jardins Filtrantes, também conhecido como fitorestauração, fitorremediação ou *wetlands* contruído, como ideia de vegetação adaptada à área úmida, na qual incluem os pântanos, é feito por meio de uma sequência de jardins, formados por tipos de plantas aquáticas. Segundo o Dicionário Aurélio, o prefixo fito significa referente à vegetal, planta; e restauração ou remediação significa reparação, conserto, correção (FERREIRA, 2013). Portanto, as raízes das plantas aquáticas são capazes de filtrar resíduos, reparando a qualidade da água, promovendo assim, uma etapa do processo de despoluição. É necessária a utilização de plantas que possuam uma boa capacidade de absorção, sistema radicular profundo (conjunto de raízes com alta profundidade), acelerada taxa de crescimento, fácil colheita e que apresentem uma grande resistência ao poluente (COUTINHO, 2007).

O processo foi difundido na França pelo engenheiro, arquiteto, urbanista e horticultor Thierry Jacquet, que faz a criação da arquitetura da paisagem concebida como um jardim, com manutenção similar de um espaço verde. Criou a empresa Phytorestore, especializada em fitorrestauração: tecnologia onde as plantas são o principal agente de tratamento de poluição, com o objetivo de restauração paisagística e ecológica, sempre se apoiando na biodiversidade local (PHYTORESTORE BRASIL, 2012). A empresa se iniciou no Brasil em 2009, trazendo uma solução sustentável, estabelecendo cinco princípios fundamentais:

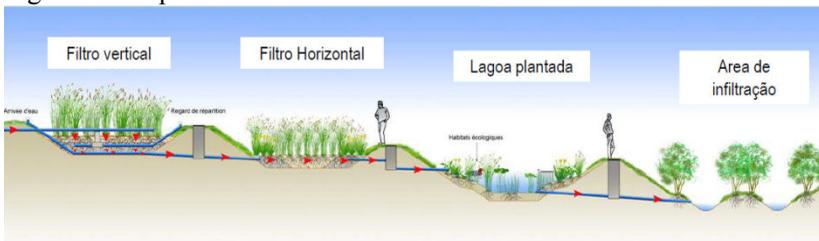
1. Princípio de tratamento: o jardim filtrante é antes de tudo uma estação de tratamento de poluentes. O jardim é dimensionado e as plantas são escolhidas em função da poluição e dos dejetos a serem tratados;
2. Princípio paisagístico: é uma criação da paisagem única, concebida como um parque ou jardim público acessível a todos;
3. Princípio da biodiversidade: é concebido como objetivo de favorecer a biodiversidade criando áreas de conservação para a fauna e a flora. As espécies escolhidas fazem parte do meio ambiente local;
4. Princípio econômico: é fabricado com a ajuda de técnicas simples e econômicas por empresas locais. Representa uma solução menos onerosa do que as normalmente praticadas;

5. Princípio de gestão: é um espaço que necessita de manutenção similar à de um espaço verde. Ao fim de um período de 10 anos será necessária uma limpeza.

De acordo com Khatri e Vairavamorthy (2007), o tratamento é considerado conveniente por ser mais rentável e exigir baixo custo de construção, de trabalho e de manutenção. Requer menos energia do que os sistemas convencionais e os dispositivos mecânicos utilizados são limitados, reduzindo assim os custos de manutenção. Além disso, verificou-se que são geralmente eficazes para a remoção da maior parte dos poluentes.

Os Jardins Filtrantes permitem tratar tanto os esgotos de uma zona urbana, como os efluentes industriais, sendo utilizado com uma complementação do tratamento de esgoto convencional (PHYSTORESTORE BRASIL, 2012). O efluente passa por uma série de filtros plantados, onde várias reações se produzem, estimuladas pela atividade das plantas e dos micro-organismos da rizosfera (região onde as raízes se desenvolvem), como mostra a Figura 8.

Figura 8 - Etapas Jardins Filtrantes.



Fonte: PHYSTORESTORE BRASIL, 2012.

De acordo com a Phytorestore, ao final da última etapa do processo, restará uma água tratada, porém, não potável. Essa água poderá ser usada em irrigação, formação de lagoas e em processos industriais. Existem diversas aplicações bem sucedidas dessa tecnologia. Entre elas, podemos citar como destaque da perfeita harmonia entre o tratamento de esgoto urbano e jardim público, a estação de tratamento urbano de Honfleur, na França. Essa utiliza os Jardins Filtrantes como um tratamento complementar (tratamento de nível terciário), com cerca de 11.000m² de jardins, com 10.000 unidade de plantas, como mostra a Figura 9.

Figura 9 - Estação de tratamento de esgotos urbano de Honfleur, França.



Fonte: PHYTORESTORE BRASIL, 2012.

Outras aplicações de estações de tratamento urbano com sistemas de Jardins Filtrantes podem ser vistas também nas cidades de Presles, Bresles e Alençon, na França, de acordo com a Figura 10 e a Figura 11.

Figura 10 - Estações de tratamento de esgotos urbano de Presles (dir.) e Bresles (esq.), França.



Fonte: PHYTORESTORE BRASIL, 2012.

Figura 11 - Estação de tratamento de esgotos urbano de Alençon, França.



Fonte: PHYTORESTORE BRASIL, 2012.

Na margem do Rio Sena, na cidade de Nanterre, na França, também utiliza o mesmo processo de Jardins Filtrantes, como uma demonstração de purificação do Rio, transformando à sua margem em um grande jardim com acesso ao público. Vide a Figura 12.

Figura 12 - Jardins na margem do Rio Sena, Nanterre, França.



Fonte: PHYTORESTORE BRASIL, 2012.

Os Jardins Filtrantes, por terem facilidade de execução e tecnologia simples, alcançam custos acessíveis e o tratamento paisagístico pode ser apropriado pela população. Portanto, podem auxiliar no tratamento de esgoto convencional. A partir disso, obtém-se um efluente de qualidade, próprio para o reuso

3.4 REUSO DO EFLUENTE TRATADO

Devido à busca de água cada vez mais escassa pelo crescimento populacional e especialmente pela poluição dos mananciais, as águas de qualidade inferior, tais como os esgotos urbanos (principalmente os domésticos e pluviais) devem, sempre que possível, ser consideradas como fontes alternativas para o reuso. Essas são importantes para os usos menos restritivos, liberando as águas de melhor qualidade para usos mais nobres, como o abastecimento doméstico (HESPANHOL, 2002).

De acordo com Hespagnol (2002), os maiores potenciais de reuso de efluente tratado, são empregados para:

1. Irrigação de parques e jardins públicos, centros esportivos, campos de futebol, quadras de golfe, jardins de escolas e universidades, gramados, árvores e arbustos decorativos ao longo de avenidas e rodovias;

2. Irrigação de áreas ajardinadas ao redor de edifícios públicos, residenciais e industriais;
3. Reserva de proteção contra incêndios;
4. Controle de poeira em movimentos de terra;
5. Sistemas decorativos aquáticos tais como fontes e chafarizes, espelhos e quedas d'água;
6. Descarga sanitária em banheiros públicos e em edifícios comerciais e industriais.
7. Lavagem de trens e ônibus públicos.

Para Firme (2007), o uso de efluente de esgoto tratado na agricultura apresenta-se como uma alternativa viável por se tratar de uma fonte de umidade e de nutrientes minerais aos sistemas agrícolas, embora precise de tratamento para remoção completa dos patógenos.

De uma maneira geral, o reuso de efluentes tratados promove as seguintes vantagens (BERNARDI, 2003):

1. Propicia o uso sustentável dos recursos hídricos;
2. Minimiza a poluição hídrica nos mananciais;
3. Estimula o uso racional de águas de boa qualidade;
4. Permite evitar a tendência de erosão do solo e controlar processos de desertificação, por meio da irrigação e fertilização de cinturões verdes;
5. Possibilita a economia de dispêndios com fertilizantes e matéria orgânica;
6. Gera aumento da produtividade agrícola;
7. Gera aumento da produção de alimentos;
8. Permite maximizar a infraestrutura de abastecimento de água e tratamento de esgotos pela utilização múltipla da água aduzida.

Diversos países da Europa, assim como os países industrializados da Ásia, localizados em regiões de escassez de água exercem, extensivamente, a prática de reuso urbano para uso não potável (HESPANHOL, 2002). Como no exemplo de Madrid (vide a Figura 13), essa é considerada a principal cidade em tratamento de esgoto da Europa, sendo a Espanha o segundo país mais irrigado do mundo, com reutilização tanto para áreas agrícolas como para os espaços verdes urbanos, de acordo com a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, ABES (2003). Num total de 68% do total do reuso é voltado para irrigação e o restante com destinação urbana, industrial e refrigeração (ABES, 2003). Também, na

Espanha, foi estabelecida a proibição da reutilização das águas residuais para o consumo humano, exceto em situações catastróficas ou de emergência com caráter transitório (ALFONSO, 2002).

Figura 13 - Irrigação de reuso, Parque do Retiro, Madrid.



Fonte: Autora, 2012.

As possibilidades e formas potenciais de reuso do efluente tratado dependem de determinadas condições ambientais, sociais e econômicas de cada região. Os custos variam de acordo com a escala de aplicação, como mostra a Figura 14 e a Figura 15 com exemplos pilotos para o reuso.

Figura 14 - Sistema piloto de reuso, ETE Potecas.



Fonte: PHILIPPI, 2008.

Figura 15 - Sistema piloto de reuso, UFSC.



Fonte: PHILIPPI, 2008.

É também importante salientar o reaproveitamento de água de chuva para consumo não potável. De acordo com Tomáz (2003), além de proporcionar economia de água potável, contribui para a prevenção de enchentes causadas por chuvas torrenciais em grandes cidades, onde a superfície tornou-se impermeável impedindo a infiltração da água. Para tanto, é necessário estudar os índices pluviométricos de cada região e sua distribuição durante os meses do ano.

O produto final, efluente resultante do tratamento de esgoto doméstico e pluvial, não é facilmente reconhecido como um produto de valor pela população, devendo mudar a forma como se pensa a respeito da gestão da água. Para isso, é necessária a conscientização das pessoas para que o processo gere um sistema de reaproveitamento.

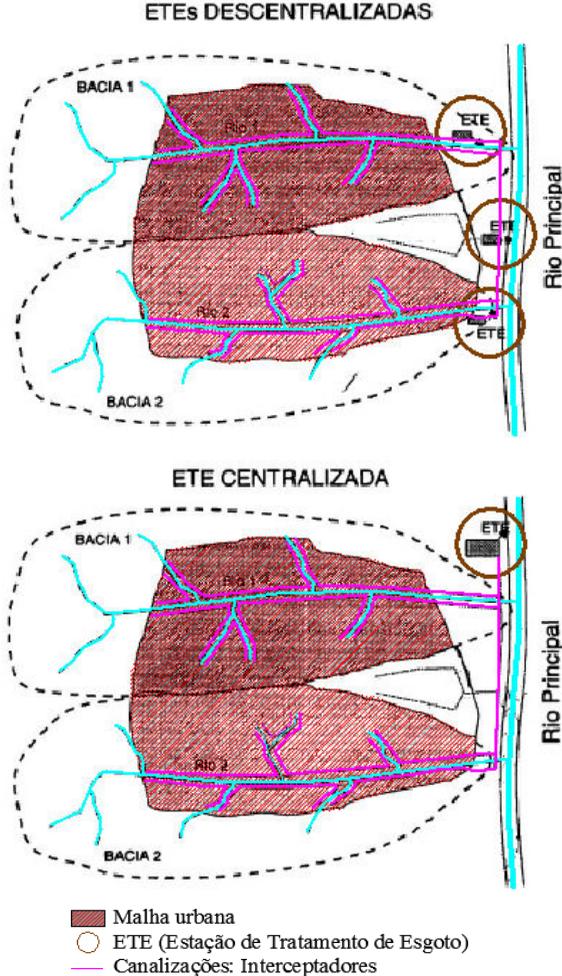
3.5 MODELO DE SANEAMENTO CENTRALIZADO E DESCENTRALIZADO

No Brasil o modelo de saneamento é fundamentado na concepção clássica, centralizadora. É baseado na construção de grandes estações de tratamento e extensas redes coletoras, com a transposição dos esgotos de várias micro-bacias hidrográficas para uma única (PHILIPPI, 2008).

A decisão, quanto à adoção de estações descentralizadas (bacias hidrográficas separadas) ou centralizadas (várias bacias), influi na seleção do processo de tratamento. Cada sistema deverá ser analisado

individualmente, dotando da melhor alternativa técnica e econômica (VON SPERLING, 1995). Vide a Figura 16.

Figura 16 - Saneamento descentralizado e centralizado.



Fonte: VON SPERLING, 1995, modificada pela autora.

Cabe salientar que a localização de cada ETE situa-se nos pontos de altitude mais baixa da bacia hidrográfica, pois facilita transposição do efluente tratado pela gravidade, através dos interceptadores que correm nos fundos de vale margeando os cursos d'água ou canais.

A Tabela 4 elenca os aspectos comparativos em graus alto e baixo do saneamento centralizado e saneamento descentralizado.

Tabela 4 - Aspectos comparativos do saneamento descentralizado e centralizado.

ASPECTOS	CENTRALIZADO	DESCENTRALIZADO
Nível de administração tecnológica.	Baixo	Alto
Capacidade de inovação tecnológica	Baixo	Alto
Dimensão dos projetos de estação de tratamento e rede coletora.	Alto	Baixo
Nível de tecnologia adequada às condições ambientais e sociais.	Baixo	Alto
Quantidade de mecanismo externo de controle.	Baixo	Alto
Custo de implantação e operação.	Alto	Baixo
Índice de problemas em uma unidade que causam colapso em todo o sistema.	Alto	Baixo
Índice de auto suficiência na construção, operação e manutenção dos sistemas.	Baixo	Alto
Quantidade de reutilização dos efluentes.	Baixo	Alto
Nível de atendimento às populações carentes, em áreas isoladas e rurais.	Baixo	Alto
Nível de participação comunitária	Baixo	Alto
Quantidade de programas de educação sanitária e ambiental.	Baixo	Alto

Continua na próxima página

ASPECTOS	CENTRALIZADO	DESCENTRALIZADO
Quantidade de dirigentes com mandato próprio.	Baixo	Alto
Quantidade de gerência política.	Baixo	Alto
Índice de problemas sanitários e ambientais.	Alto	Baixo
Quantidade de municípios incluídos no processo de tratamento.	Baixo	Alto
Nível de integração com outros setores (saúde, educação, meio ambiente).	Baixo	Alto
Índice de desenvolvimento de potencialidades locais (sistemas de tratamento podem ser projetados, operados e monitorados pelos profissionais locais, ampliando o campo de trabalho).	Baixo	Alto

Fonte: PHILIPPI, 2008, modificada pela autora.

Para alcançar total eficiência, o saneamento descentralizado possui desafios onde é necessário: melhorar a eficiência dos sistemas utilizados; desenvolver novas alternativas tecnológicas; desenvolver novas pesquisas para os sistemas compactos; melhorar o gerenciamento dos sub-produtos (lodo) formados; e incorporar conceitos sustentáveis, como segregação dos esgotos, reuso, redução do consumo de água e consequente produção de esgotos (PHILIPPI, 2008).

Na Comunidade Autônoma de Madrid, é mostrado o exemplo de saneamento descentralizado, num total de 146 estações de tratamento urbano, dispostos pelas bacias hidrográficas, em uma área de 8.030 km², como pode-se verificar na Figura 17. Em períodos de enchurradas, o excesso é dirigido às outras estações de tratamento, evitando, portanto as enchentes (ABES, 2003).

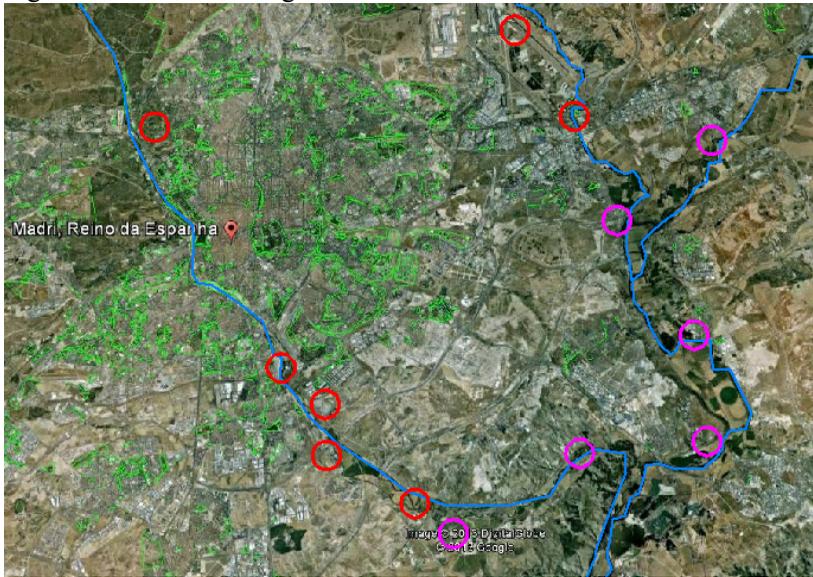
Figura 17 – Mapa Político da Espanha (esq.) e Distribuição do saneamento descentralizado na Comunidade Autónoma de Madrid, Espanha (dir.).



Fonte: WIKIPÈDIA, 2013 e CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO, 2013, modificada pela autora.

Na Cidade de Madrid (área de 607 km²) situam-se duas bacias hidrográficas, como observa-se na Figura 18: bacia do Rio Manzanares (esquerda) e Bacia do Rio Jarama (direita). Na primeira, dentro do perímetro da Cidade, existem 5 estações de tratamento de esgotos e na segunda, 2 estações.

Figura 18 – Bacias hidrográficas na Cidade de Madrid.



- Espaços verdes
- ETE Cidade de Madrid
- ETE nos arredores da Cidade de Madrid

Fonte: GOOGLE EARTH, 2013, modificada pela autora.

O modelo de saneamento descentralizado mostra-se, portanto, como uma solução viável para tratar os esgotos urbanos. Contudo, há necessidade do modelo incorporar-se no âmbito de programas municipais. O sistema permite também que comunidade reflita sobre suas práticas e atitudes em relação ao meio ambiente, atendendo ao princípio da participação da sociedade como um instrumento de mudança social.

4 ESPAÇOS VERDES

Os espaços verdes são definidos como espaços livres de edificação, revestidos de vegetação, que desempenham funções de conservação ambiental, de integração paisagística ou arquitetônica, e de lazer (FADIGAS, 2006). Para Macedo (1996), o conceito de espaços verdes designa toda área ocupada por vegetação que tenha um valor social em termos de produção de alimentos, conservação ou preservação do ecossistema, valor estético, cultural e destinação ao lazer. Nucci (2008) afirma que para uma área ser identificada como espaço verde, deve haver a predominância de áreas plantadas, cumprir três funções (estética, ecológica e lazer) e apresentar uma cobertura vegetal e solo permeável que deve ocupar pelo menos 70% da área.

De acordo com Freitas-Lima e Cavalheiro (2003), as diferentes definições do termo de espaços verdes dificultam uma análise comparativa entre os índices desses espaços para as diferentes cidades. Porém, tal índices não têm valor algum se não estiverem vinculados à distribuição e acessibilidade para cada lugar (MACEDO, 1996). Além de quantificados, esses espaços devem possuir um significado no ambiente urbano, ou seja, os índices devem representar a quantidade de espaços verdes reais que exercem funções significativas para a população e não somente a dimensão da cobertura vegetal nas cidades (CAPORUSSO; MATIAS, 2008).

Os problemas ambientais são muito discutidos no Brasil e no mundo, onde os espaços verdes tornam-se os principais alvos de defesa do meio ambiente. Percebe-se, principalmente, sua degradação devido aos processos de urbanização acelerados. Há uma demanda crescente nas cidades para acomodar diversos usos como moradias, indústrias, serviços públicos, áreas de recreação, infraestrutura (tratamento de água e esgoto, produção de energia) e construção das malhas de transporte, colocando sob crescente pressão paisagens culturais e naturais (COSTA, 2010).

De acordo com Costa (2010), a maioria das cidades possui instrumentos de planejamento que influenciam na quantidade e na qualidade dos espaços verdes, como os planos diretores. Porém, em muitos casos faltam, entretanto, concepções, visões abrangentes e estratégias apropriadas, que venham a combinar o desenvolvimento e a gestão desses espaços com as políticas mais globais para o desenvolvimento urbano (COSTA, 2010). Para tanto, faz-se uma análise dos principais dispositivos legais sobre os espaços verdes:

1. A Lei do Parcelamento do Solo nº 6.766/1979 (alterada pela Lei nº 9.785/1999) é o principal instrumento de estruturação do espaço urbano. Os novos loteamentos são obrigados a ofertar infraestrutura, equipamentos urbanos, dentre os quais se destacam os espaços livres destinados à implantação dos espaços verdes na cidade. Determinam quais são os equipamentos urbanos e, conseqüentemente, quais espaços da cidade podem ser classificados como espaços verdes para uso público. De acordo como são definidos em seu artigo 22, os espaços destinados à implantação de vias e praças, os espaços livres e as áreas destinadas a edifícios públicos e outros equipamentos urbanos, após o registro do loteamento, passam a integrar os bens de domínio público (BRASIL, 1999);
2. A Lei do Código Florestal nº 4.771/1965 (alterada pela Lei nº 12.651/2012) estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, Áreas de Preservação Permanente e as Áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais (BRASIL, 2012);
3. A Resolução CONAMA nº 303/2002 dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente (CONAMA, 2002);
4. A Resolução CONAMA nº 369/2006 dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente (CONAMA, 2006).
5. O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), Lei nº 9.98/2000, estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Definido pelo artigo 2 da mesma Lei, os corredores ecológicos devem ter ligação das unidades de conservação que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais (SNUC, 2000).

Os conceitos referentes aos espaços verdes, dados pela literatura e sua preservação através da legislação brasileira, servem de subsídio e referência para a manutenção da vegetação no meio urbano. Porém, é necessária a integração dessas concepções, atribuídas ao poder público, evitando, assim, sua degradação.

4.1 ARQUITETURA DA PAISAGEM

A arquitetura da paisagem abrange diversos conhecimentos, além de apenas o planejamento ambiental. Utiliza-se de diversas áreas, tal como a arquitetura, a engenharia civil e o planejamento urbano, para através deles projetar com relações estéticas e funcionais num determinado sítio. O termo arquitetura da paisagem possui uma definição abrangente que se caracteriza na arte e na ciência da análise, planejamento do projeto, gerenciamento, preservação e reabilitação do território (ASLA, 2013).

A noção da arquitetura da paisagem que temos hoje está diretamente ligada às origens históricas da humanidade, que remete ao tratamento dos espaços verdes nos ambientes exteriores, que fazem a integração das pessoas com o ambiente natural. O uso do espaço verde urbano constitui-se em um dos espelhos do modo de viver dos povos que o criaram nas diferentes épocas e culturas (LOBODA; DE ANGELIS, 2005). Há, portanto, uma relação direta do ambiente natural com o ser humano, onde é possível, então, traçar um perfil de sua evolução histórica.

Na história, o jardim provém de uma representação ordenada do mundo natural, segundo imagem do mundo real e com origens em arquétipos mitológicos-religiosos que tem bases na ideia de Paraíso ou Éden, presente em todas as culturas e religiões (TERRA, 2000). É destinado ao prazer e ao deleite, enquanto seu *layout* e organização parecem derivar do cultivo da antiga prática de irrigação (LAURIE, 1975).

Os usos dos espaços verdes surgiram de modo independentemente em dois lugares: Egito e China. A tradição da jardinagem egípcia foi transmitida pelos gregos, persas, romanos, árabes, italianos e franceses (LOBODA; DE ANGELIS, 2005). Seu jardim foi reproduzido por meio de sistemas de irrigação utilizado na agricultura, em pequena escala, cuja função primeira era amenizar o calor excessivo das residências. Já a China é considerada pelos seus jardins de função religiosa, devido a sua inserção na natureza, onde exerceu forte influência sobre os japoneses (LOBODA; DE ANGELIS, 2005).

A Grécia antiga é considerada como o país em que, pela primeira vez, os espaços livres assumem função pública ao serem considerados como locais de passeio, conversa e lazer da comunidade (LOBODA E DE ANGELIS, 2005). Esse conceito foi atribuído à Roma antiga, onde um jardim privado, propriedade da nobreza, é convertido em espaços para usufruto de todos (LOBODA; DE ANGELIS, 2005).

Nas culturas judaico-cristã e islâmica esses espaços foram sempre associados à ideia de paraíso e de terra prometida, pois para essas sociedades, que viviam no deserto ou na aridez mediterrânica, a água e o microclima ameno, eram considerados privilégios (FADIGAS, 2006).

A Idade Média, como consequência das invasões bárbaras, instalou na Europa uma involução no mundo da cultura, proporcionando a estagnação, por determinado período, das manifestações artísticas. De acordo com Laurie (1975), os jardins eram incomuns dentro das cidades densas e fortificadas, onde o espaço disponível era para o cultivo de alimentos ou ervas medicinais.

Com o Renascimento, a jardinagem passou a ser produzida à luz da arquitetura. Buscavam-se refinamentos estéticos, onde os elementos artificiais de ornamento, de formas mais diversas e ricas, projetam um espaço de alto valor artístico (LOBODA; DE ANGELIS, 2005). Essas mudanças geraram uma nova configuração para os espaços nas principais cidades da Europa. Para Segawa (1996), os jardins e parques vão surgir destas mudanças que, efetivamente, foram materializados enquanto espaços públicos urbanos. É nesse momento que surge o primeiro grande modelo de jardim, o jardim italiano ou jardim renascentista, com as árvores organizadas em um arranjo simétrico, mantendo um alinhamento, que proporcionava ao espaço uma organização racional (FERREIRA, 2005).

Ao final do século XVII, surgem os tipos de jardins (franceses e ingleses) em diferentes localizações da Europa. No sul, principalmente Portugal e Espanha, os jardins franceses surgem como espaços de contorno bem definido, por vezes vedado, onde denota o rigor do desenho e das intervenções formalizantes de raiz renascentista (FADIGAS, 2006). Vide a Figura 19.

Figura 19 - Jardins franceses: Jardins de Sabatines (esq.) e Parque do Retiro (dir.), Madrid.



Fonte: Autora, 2013.

Os jardins adotados nas áreas central e norte da Europa baseiam-se no jardim inglês, envolvendo mansões dominiais da aristocracia rural, aplicado às situações urbanas (FADIGAS, 2006). Segundo Terra et al (2004), o jardim inglês, com seus elementos sinuosos, seu romantismo, sua nova estrutura, seus componentes engraçados e loucos, cria, com árvores plantadas pelo homem, um ambiente com o aspecto de natural. A natureza deve parecer intocada e não um trabalho realizado pelo homem. Vide a Figura 20.

Figura 20 - Jardim inglês: Hyde Park, Londres.



Fonte: Autora, 2009.

Com a Revolução Industrial, houve o êxodo da população rural para a cidade, no século XIX. O Reino Unido contribuiu para o processo de inovação do desenho urbano, onde os espaços verdes surgiram como

resposta ao efeito negativo da revolução. Com isso, Ottoni (1996), afirma que:

(...) A Revolução industrial deixou outras profundas e bem conhecidas marcas nas cidades europeias: pelo inédito aumento de suas populações, da poluição do ar e dos cursos d'água, de graves problemas de higiene e consequentemente da enorme deterioração do ambiente urbano (OTTONI, 1996, p.18).

O reconhecimento da necessidade de parques nas cidades inglesas data de 1833, quando o *Select Committee on Public Walks* apresentou ao Parlamento um relatório que tinha como objetivo conhecer a quantidade de espaços verdes nos principais centros urbanos (CONWAY, 1989). Com isso, os parques e jardins urbanos tornaram-se uma necessidade social, para conferir habitabilidade às cidades, com objetivo de purificar o ar e dar o recreio à população.

Os espaços verdes presentes no tecido urbano recuperavam a ideia de relacionamento entre a cidade e a natureza e representavam um valor de mudança social, refletindo na organização espacial e funcional. Funcionavam na promoção da atividade econômica, pois eram fonte de saúde, moralidade e beleza para os trabalhadores. Isso era pressuposto para aumentar a sua produtividade econômica (FADIGAS, 2006). Sob essa óptica, torna-se importante analisar alguns exemplos das propostas urbanísticas que buscaram um equilíbrio entre o crescimento econômico e os problemas sociais integrados à natureza.

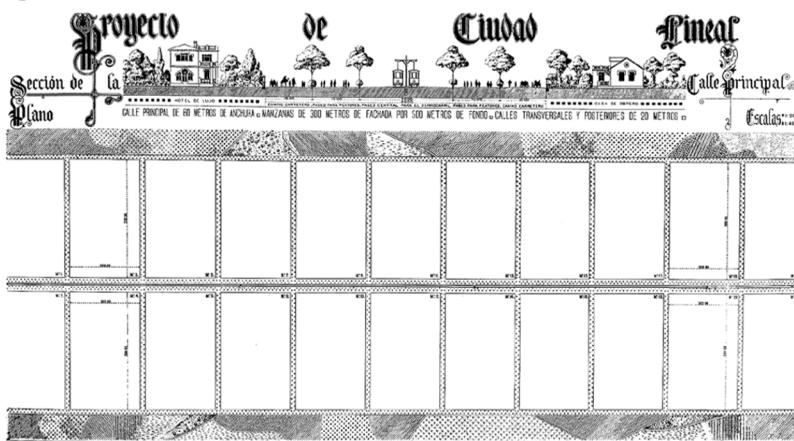
Hausmann, em 1853, fez de Paris o primeiro paradigma da metrópole industrial que representava uma nova disciplina, onde queria transformar o espaço urbano em objeto de ciência aplicada (CHOAY, 2000). Para tanto, a criação de espaços verdes e a arborização das ruas em forma alinhada, contava com técnicas avançadas e originais que exigiam profissionais qualificados em construção, jardinagem e irrigação (TOURINHO, 2007). Isso influenciou nas novas concepções de lazer por meio da vegetação, revolucionando a vida social parisiense.

Frederick Law Olmsted, conhecido como o Pai da Arquitetura da Paisagem Norte Americana, projetou segundo os princípios da arquitetura da paisagem no planejamento das cidades, entendidos como espaços verdes públicos funcionais em meio ao cinza das áreas urbanas (ASLA, 2013). Como o exemplo, é citado o projeto do *Central Park* em Nova York, com Calvert Vaux, no final da década de 1850; o exterior do Congresso Norte Americano, nos anos 1870; e o *Emerald Necklace* em

Boston, com Calvert Vaux, no ano de 1878, surgindo os conceitos de corredores verdes, através de interligação de espaços verdes, visto no subcapítulo 4.6 sobre o sistema de corredores verdes. A partir disso, a profissão de arquiteto e paisagista ampliou-se, surgindo mais tarde, em 1899, a *American Society of Landscape Architects (ASLA)*.

Em 1882, Arturo Soria y Mata propôs a ruralização da vida urbana quando concebe a sua cidade linear, unindo núcleos urbanos nos arredores de Madrid. A cidade linear tem como característica o desenvolvimento da cidade em linha, geralmente com uma via central que funciona como estrutura principal e a partir dela se desenvolve a estrutura secundária (SORYA Y MATA, 1984). Vide a Figura 21.

Figura 21 - Cidade Linear, Madrid.



Fonte: SORYA Y MATA, 1984.

A cidade Linear foi construída como bairro experimental na periferia de Madrid, a partir de 1894, pela Companhia Madrilenha de Urbanização, onde não era permitido ocupar com a edificação mais que 1/5 do terreno, afim que o restante fosse ocupado com espaços verdes, evitando a aridez de Madrid, transformando-a em um ambiente ameno e saudável (PALÁCIO, 1969).

Quando, em 1898, Ebenezer Howard publicou o seu livro *Cidades-jardins de amanhã*, veio dar expressão a uma importante interpretação do papel dos espaços verdes nas cidades. Sua obra mostra um agrupamento humano equilibrado, usufruindo as vantagens do campo e da cidade, evitando as deficiências de ambos (HOWARD, 1996). Howard expõe

Figura 23 - Vista aérea de Radburn, New Jersey, 1930.



Fonte: NEWTON, 1971.

Tendo preocupações equivalentes no que se refere à presença da natureza na construção das cidades, a Carta de Atenas (1933), estabelecida pelo Congresso Internacional de Arquitetura Moderna, mostrava-se contrária às soluções urbanísticas fechadas. Ela sugeria um urbanismo aberto, onde o sol, a vegetação e o espaço são considerados como matéria prima.

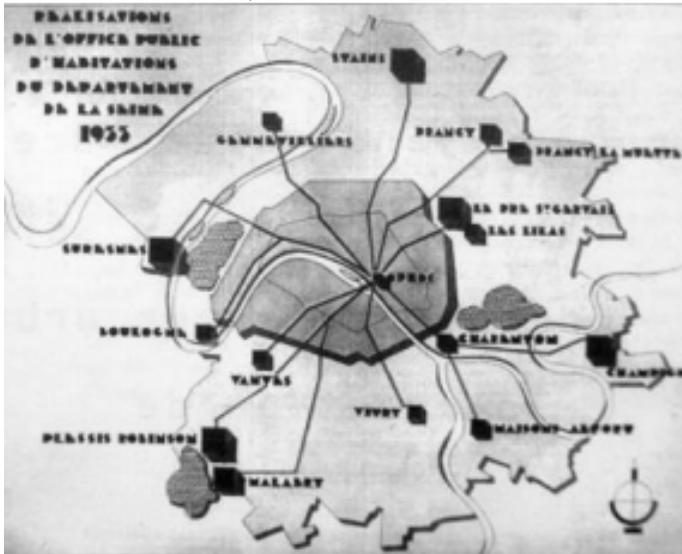
A partir da década de 1940, na Inglaterra, surgem os programas de construção das novas cidades do pós-segunda guerra, as *new towns*: como o Plano Abercrombie, para a reorganização urbana da área metropolitana de Londres, em 1944, sintetizado por Leslie Abercrombie; as experiências de Harlow, cidade-satélite de Londres (1947), cujo plano, integrado na primeira fase do programa das novas cidades britânicas do pós-segunda guerra funcionou como paradigma de uma estrutura celular hierarquizada (GIBBERD, 1972); o núcleo habitacional de Roehampton em Londres, construído entre 1952 e 1955, considerado como um exemplo de articulação e síntese entre o edificado e a paisagem envolvente (BENEVOLO ET AL, 1977).

De modo distinto, Paris optou pela construção de multicentros urbanos, as *villes nouvelles*, a partir dos anos 1950 e 1960, como único centro e criando as comunidades satélites, que mantinham certa dependência. As *villes nouvelles* surgem como um tipo de planejamento urbano e territorial, de desindustrialização e de desurbanização das grandes cidades congestionadas (BAUDELLE, 2004).

Os dois exemplos são bastante discutidos com a finalidade das cidades novas controlarem o crescimento das existentes. Choay e Merlin (2005) distinguem sobre os dois tipos: o tipo inglês, cujas as cidades novas são situadas nos arredores de uma metrópole, sem continuidade, com a preocupação de descongestionar e de estruturar a região urbana em uma escala mais vasta que aquela da aglomeração de base; e o tipo francês, que são situadas em continuidade espacial com as grandes aglomerações destinadas a orientar e estruturar o desenvolvimento das periferias, sem sinal de independência entre a cidade nova e a cidade mãe.

Enquanto os ingleses buscaram criar comunidades autônomas e desvinculadas do centro, os franceses enfatizaram a integração urbana, mantendo suas *villes nouvelles* interligadas a Paris, de acordo com a Figura 24.

Figura 24 - *Villes nouvelles*, Paris.



Fonte: BATY-TORNIKIAN, 2001.

Percebe-se, que as diferenciações de ideais da arquitetura da paisagem para cada cidade ao decorrer do tempo depende da consequência das necessidades experimentadas em cada momento, ao mesmo tempo em que é um reflexo dos gostos e costumes da sociedade. Porém deve-se considerar que o caminho para o desenvolvimento urbano é justamente tentar complementar as partes ausentes nos ideais propostos,

acreditando na possibilidade de integração homem e natureza, como planejamento de comunidades sustentáveis.

4.2 A RELAÇÃO ENTRE O VERDE E O URBANO NO BRASIL

Nos primeiros séculos após o descobrimento do Brasil, os colonos não estavam preocupados em utilizar a paisagem natural para a recriação de jardins, afinal a própria natureza já os oferecia (TERRA, 2000). O país sempre apresentou várias possibilidades de lazer com seus recursos naturais: várzeas, fundo de vale, banhados e riachos. A natureza brasileira era motivo de admiração a todos os viajantes que vinham a essa terra por lazer, curiosidade ou em busca de novas espécies da nossa flora (TERRA; 2000).

A estruturação dos espaços verdes urbanos no Brasil começou a surgir ao final do século XVIII, diferentemente dos motivos europeus (não possuía uma grande quantidade populacional). Os parques urbanos foram criados somente como uma figura complementar ao cenário das elites emergentes, procurando construir uma figura urbana que fosse compatível aos jardins ingleses e franceses (MACEDO; SAKATA, 2003). Os jardins brasileiros estão filiados à cultura ocidental, graças à presença de estrangeiros no país desde o século XVII, dentre os quais, holandeses, franceses e ingleses (SILVA, 2011), onde, nessa época, mantinha abertura política e econômica tanto para Inglaterra, quanto para a França, simultaneamente.

Durante o século XIX acontecia o momento de estruturação do Brasil como nação, com a vinda da Família Real Portuguesa, em 1808. A capital de Portugal foi transferida para o Rio de Janeiro e a cidade passava pelas mais rápidas transformações urbanas, criando os primeiros parques públicos: o Passeio Público, o Jardim Botânico e o Campo de Santana (MACEDO; SAKATA, 2003). O Passeio Público foi o parque urbano mais antigo do Brasil, em 1783 (antes da vinda da Família Real), com traçado nos moldes do jardim clássico francês. O seu estado atual corresponde à reforma realizada, ainda no século XIX, por Glaziou (TERRA, 2000). Vide a Figura 25.

Figura 25 - Passeio Público, Rio de Janeiro. Foto de Marc Ferrez.



Fonte: SCHELEE, 2006.

No período Republicano ocorre a remodelação urbana em cidades como São Paulo e Rio de Janeiro. Novos e importantes parques surgem no período de 1889 a 1920, como a beira-mar carioca, que foi utilizada pela população para o banho, o lazer, o piquenique e o jogo, projetado por Paul Villon, a partir de um processo de saneamento e valorização da orla; e em Belo Horizonte, também por Paul Villon, o Parque Municipal Américo Renné Giannetti (MACEDO; SAKATA, 2003), mostrados na Figura 26.

Figura 26 –Trecho da Glória, Rio de Janeiro (esq.) e Parque Municipal Américo Renné Giannetti, Belo Horizonte (dir.).



Fonte: MACEDO; SAKATA, 2003.

Os traçados do período modernistas já influenciavam os trabalhos de Roberto Burle Marx, como no Parque Eduardo Guinle do Rio de Janeiro (1944). Vide a Figura 27. Essa tendência não se reflete de imediato, exibindo ainda paralelamente os desenhos geométricos, grandes

eixos, arvoredos dispostos, de acordo com os modelos europeus, como o Parque Farroupilha de Porto Alegre (1935) e o Jardim Botânico de São Paulo (1938) (MACEDO; SAKATA, 2003).

Figura 27 - Parque Eduardo Guinle, Rio de Janeiro.



Fonte: Sonia Afonso, 2000.

Nas décadas de 1950 e 1960, observa-se a crescente urbanização nacional, levando a população a morar em cidades, gerando carência de espaços verdes. A criação de novos parques públicos corresponde a um novo programa para essas cidades: a estrutura morfológica é radicalmente simplificada, o esporte é valorizado, assim como o lazer cultural, utilização de automóveis, abandonando a estrutura de parque antiga, sendo utilizados os princípios modernistas da Carta de Atenas (MACEDO; SAKATA, 2003).

Brasília tornou-se o modelo de paisagem como cidade-parque na década de 1960, onde integra o verde à área urbana conforme o conceito de Lúcio Costa. Vide a Figura 28. O caso de Curitiba foi inédito, com uma política pública de investimento em transportes, equipamentos e espaços verdes. A cidade passa a ser desenvolvida de forma sistemática, a partir de 1966, mantendo-se em todas as gestões seguintes, transformando áreas de bosques na mancha urbana em parques, como mostra a Figura 29. Em 1954 e 1962, foram feitas também as inaugurações dos parques Ibirapuera em São Paulo e o do Flamengo no Rio de Janeiro (MACEDO; SAKATA, 2003).

Figura 28 - Cidade-parque, Brasília. Foto de Sílvio Cavalcante.



Fonte: JUCA, 2009.

Figura 29 – Parque Tanguá, Curitiba.



Fonte: Autora, 2004.

Na década de 1980 novas funções requalificam os parques para a conservação dos recursos naturais. Na capital paranaense, em Curitiba, o conceito vira regra, como o Jardim Botânico (1991) e o Parque do Alemão (1996). O final do século XX também é marcado pela consolidação das praias urbanas ou lagoas como um grande parque, fazendo o calçadão no entorno das praias como uma entidade própria do país, porém, com o verde ainda em segundo plano (MACEDO; SAKATA, 2003).

Ao final da década de 1990, a consciência populacional, com respeito aos espaços verdes, está muito aquém do desejável. Isso ocorre devido ao crescimento urbano e processo de verticalização de porte. Esse

acontecimento foi exponenciado pela indústria de construção e imobiliária em expansão, transformando paisagens, alterando a hierarquia e a constituição dos espaços públicos e privados (MACEDO, 2001). Além de projetos incompletos, amadorismo técnico, má vontade administrativa, corrupção, desvio de verbas, postura incorretas diversas, colaboraram para a baixa qualidade de muitos logradouros e muitas vezes para sua destruição parcial ou total (MACEDO; SAKATA, 2003). Conforme Loboda e De Angelis (2005), os espaços verdes foram banalizados ou relegados ao esquecimento:

Os espaços ocupados pelas praças, parques públicos, cedem lugar a estacionamentos, ou então passam a ser território de desocupados, prostitutas e toda sorte de miséria humana. As calçadas, tomadas de assalto por camelôs e ambulantes, não permitem o fluir normal de pedestres por esse espaço que a eles pertencem. Os parques, abandonados, transformaram-se em áreas para crescimento natural do mato que a tudo envolve. O cidadão, (...) sem poder usufruir desses espaços, vê-se acuado entre o local de trabalho e sua moradia (LOBODA; DE ANGELIS, 2005).

Paralelamente, as perdas ambientais tornam-se uma questão básica nacional. A poluição dos corpos d'água, do ar e os lixos, fazem parte do dia-a-dia e geram problemas ao meio ambiente. Há ocupação inadequada do meio físico, especialmente das encostas das colinas, montanhas e morros; nos vales dos rios, córregos e nas linhas naturais de drenagem; existindo um vínculo estreito entre as ocupações inadequadas e as catástrofes naturais urbanas (deslocamento de rochas, deslizamento de terra e inundações) (AFONSO, 2001).

As cidades devem estar incluídas na natureza e os projetos urbanísticos devem estar em harmonia com a mesma, apresentando propostas de interação da cidade com o meio ambiente natural. Porém, percebe-se que as demandas não estão sendo atendidas convenientemente, necessitando de gestão pública adequada, respeitando os ritmos e processos da natureza na busca da satisfação das necessidades humanas.

4.3 BENEFÍCIOS DOS ESPAÇOS VERDES

Os espaços verdes de uma cidade apresentam, em função do seu volume, distribuição, densidade e tamanho, inúmeros benefícios ao seu entorno (LOBODA; DE ANGELIS, 2005). Dentre esses, podem-se destacar os benefícios sociais, de natureza biológica e econômica.

Do ponto de vista social, esses espaços proporcionam a melhoria da qualidade de vida pelo fato de garantirem áreas destinadas ao lazer, paisagismo e preservação ambiental (LOBODA; DE ANGELIS, 2005). Sitte (1992, p.167) destaca a importância dos espaços verdes para a população que “(...) são essenciais para a saúde, mas não muito menos importantes para o êxtase do espírito, que encontra repouso nestas paisagens naturais espalhadas em meio à cidade. Sem recorrer à natureza, a cidade seria um calabouço fétido (...)” Gomes (2005) aponta que os espaços verdes influenciam no estado de ânimo dos indivíduos massificados com o transtorno das grandes cidades. Fadigas (2006) complementa a afirmação sobre o benefício dos espaços verdes como equilibrador psico-fisiológico da população, que os utiliza através da criação de ambientes urbanos agradáveis, como facilitadores de usos recreativos ou relaxantes.

Quanto aos benefícios biológicos dos espaços verdes, Fadigas (2006) acrescenta:

1. Regularizador microclimático da umidade atmosférica e da temperatura ambiente, incluindo controle do vento, criação de brisas que podem facilitar a dispersão de massas de ar poluído e sombreamento;
2. Purificador da atmosfera, sendo um fixador de poeiras em suspensão;
3. Propiciador de segurança de uso e circulação, pela separação do tráfego de automóvel;
4. Defensor do solo contra erosão hídrica e eólica, permitindo a infiltração da água das chuvas e, por conseguinte, a diminuição dos caudais de escoamento superficial;
5. Assegurador da diversidade genética e ecológica dos ecossistemas.

Os espaços verdes apresentam também importância econômica. Nelas incluem os benefícios fundiários, resultantes da valorização ambiental, devido à melhoria da eficiência energética ou dos níveis de saúde dos residentes nas cidades. Além disso, o interesse estético, recreativo e, por vezes, histórico dos espaços verdes urbanos, aumenta a

atratividade das cidades e contribui para a sua promoção enquanto destinos turísticos, gerando receitas e postos de emprego (LUTTIK, 2000; CHIESURA, 2004).

Por todos esses benefícios, os espaços verdes revestem-se de uma importância incontestável nos meios urbanos, razão pela qual sua manutenção é essencial para o cumprimento das suas funções. Portanto, é necessária uma política de defesa e valorização ambiental, assim como desenvolvimento de programas educativos a fim de ajudar sua preservação e utilização sustentável dos seus recursos.

4.4 CARACTERIZAÇÃO TIPOLOGICA

As caracterizações tipológicas dos espaços verdes são os diferentes modos como eles se integram no tecido urbano e são usados. Segundo Fadigas (2006), a prática profissional ligada ao planejamento urbano tem vindo a fixar critérios para a classificação dos espaços verdes urbanos. Critérios nem sempre claros, mas que ajudam a definir um quadro de partida para uma sistematização mais cuidada (FADIGAS, 2006).

De acordo com Fadigas (2006), os espaços verdes podem se classificar através da sua dimensão, estrutura, localização, usos e funções, como seguem:

1. Dimensão: expressa a relação entre o espaço verde e a sua envolvente construída. Não se trata de uma grandeza de valor absoluto, mas sim de uma relação estabelecida no interior e na vizinhança do tecido urbano edificado. Mede a capacidade potencial do espaço como área de recreio, face à malha urbana onde se insere;
2. Estrutura: diz respeito ao modo como as suas componentes se articulam entre si e ao modo como se constrói e insere no território. De uma expressão de desenho formal a uma concepção naturalista, de um simples aproveitamento de um trecho de paisagem não transformada pela urbanização a uma intervenção de recuperação ambiental, de um somatório de elementos naturais residuais a uma formulação coerente de um espaço ordenado e equipado, a estrutura define a entidade que, pela percepção, entendemos como espaço verde;
3. Localização: é o parâmetro que relaciona o posicionamento do espaço verde relativamente às outras componentes urbanas. Estabelece a relação direta com o modo de

desenvolvimento espacial da cidade, os sistemas viários, as áreas funcionais, a expressão da cidade em planta e a frequência de uso potencial por parte dos habitantes das diferentes zonas da cidade;

4. Usos e funções: representam o modo como dele se apropriam os seus usuários e o entendimento que fazem em termos de ocupação de tempos livres, disponibilidade para o recreio e lazer de ar livre, de equipamentos instalados, ou instaláveis e da sua distância relativamente a outros e às suas áreas residenciais.

Os espaços verdes correspondem, essencialmente, a duas tipologias de usos e funções: os locais de permanência e os circuitos (MATOS, 2010). Os locais de permanência definem-se como cenários de atividade e comportamento, como o simples passeio, o encontro com a natureza, descansar, brincar, jogar, o encontro com os amigos. Esses espaços são, geralmente, concebidos e possuem mobiliário próprio conforme o tipo de uso ou comportamentos que lhes são destinados ou que pretendem estimular (MATOS, 2010). Sobre os locais de permanência, Fadigas (2006) os distingue como:

1. Parques urbanos: são espaços constituídos fundamentalmente de vegetação arbórea, com áreas ajardinadas, de circulação, estadia, lazer ao ar livre e equipamentos de apoio. Por servirem várias áreas urbanas, não se destinam a uma camada etária especial, nem a usos restritos, sendo, pelo contrário, preparados para um uso plural, diversificado e adaptado à sua dimensão. Para Richter¹ (1981 apud GERALDO, 1997), há variações nos conceitos de parques como os parques de vizinhança (praças, playground), que apresentam função recreacional, podendo abrigar alguns tipos de equipamentos; parques de bairro, que são áreas ligadas à recreação, com equipamentos recreacionais, esportivos, que requerem maiores espaços do que os parques de vizinhança; e os parques setoriais ou distritais que são ligados à recreação com equipamentos que permitam que tal atividade se desenvolva.

¹ RICHTER, Gebert. Handbuch Stadtgrün. Munique: PLV, 1981, 219p.

2. Jardins: são espaços de dimensão variada que têm entre si a característica de serem fortemente decorativos e marcados por uma composição formal, geometrizarante ou não. De acordo com a sua dimensão e localização, os jardins podem integrar, para além da sua componente vegetal decorativa, áreas para lazer, pequenos equipamentos e campos de jogos, esplanadas e obras de arte;
3. Alamedas: são espaços de canais arborizados, e eventualmente também ajardinados, com circulação de pedestres e ciclista, que acompanham vias de tráfegos urbanos, como as avenidas. Aqui a composição é feita predominantemente com arborização alinhada, áreas pavimentadas e equipamentos de apoio (esplanadas, quiosques, pequenos recintos de jogos, e obras de arte);
4. Praças ajardinadas: correspondem a pequenas expressões de espaços ajardinados e arborizados em situações urbanas, fortemente pavimentadas. Árvores ou arbustos isolados e pequenos espaços ajardinados, em canteiro.

Quanto aos circuitos, definem-se como percursos urbanos, por permitirem a mobilidade de pessoas e veículos (MATOS, 2010). De acordo com a mesma autora, podem ser, exclusivamente para pedestre, transportes ou mistos. Percebe-se que este tipo de espaço público torna-se cada vez mais presente no espaço urbano-metropolitano.

De maneira geral, os espaços verdes podem ser encontrados fora e dentro do contexto urbano, em lugares públicos e privados. Di Fidio (1990) atende a uma classificação dos espaços verdes em espaços privados e semi-públicos, públicos e suburbanos:

1. Espaços verdes urbanos privados e semi-públicos: jardins residenciais, hortos urbanos;
2. Espaços verdes urbanos públicos: praças, parques, jardins botânicos, faixas de ligação entre áreas verdes, arborização urbana;
3. Espaços verdes suburbanos: cinturões verdes.

Segundo Paiva e Gonçalves (2002), as diversas categorias de espaços verdes estabelecidos é que fazem a aproximação humana com a vegetação e a sua importância está ligada prioritariamente ao lazer. Portanto, seja qual for a função da utilização ambiental no espaço, importante que sempre se relacione com o conforto.

A prática profissional, ligada ao planejamento urbanístico, tem fixado critérios para a criação de normas específicas de integração dos espaços verdes na malha urbana, que poderá ser considerada como indicativas. A presença de espaços verdes, independente da sua dimensão, estrutura, localização, usos e funções, são considerados um valor em si, como elemento importante da paisagem urbana. No entanto, somadas ao valor social, econômico e ambiental resultará em diversos benefícios ao seu entorno.

4.5 CRITÉRIOS E ESTRATÉGIAS PROJETUAIS

Para que o espaço verde possa desempenhar plenamente seu papel no meio urbano, a vegetação precisa ser aprimorada a partir de um melhor planejamento. Do mesmo modo que os edifícios, os espaços verdes podem ser configurados morfológicamente por planos verticais (construções, edifícios e muros, taludes, morros, arvoredos e maciços de arbustos); e horizontais (pisos e tetos, copas das árvores ou o céu) (MACEDO, 1996).

A vegetação nem sempre estrutura os espaços que geralmente são definidos com edificações. Diversas praças delimitam-se primeiramente pelo contexto construído do entorno e independem da vegetação como elemento estruturador. Somente os grandes parques urbanos, tanto públicos como privados, são estruturados por vegetação (MACEDO, 1996).

O material vegetal, por tratar-se de seres vivos, nasce, cresce, reproduz-se e morre. Portanto, é uma construção em permanente desenvolvimento. É um compromisso a prazo, que obriga a considerar os custos de gestão, manutenção, consumo permanente de água, riscos de sobrevivência em situações anormais de seca, inundações, pragas ou vandalismo (FADIGAS, 2006). Como ponto importante de projeto é necessário desenvolver soluções de captação das águas pluviais e a reutilização dos efluentes tratados de esgotos para manutenção das espécies vegetais, reduzindo, dessa forma, o consumo de água potável.

Nos projetos dos espaços verdes deve-se ter em conta que a mesma função arquitetônica de enquadramento e proteção (sonora, contra o vento, contra a luz ou o calor) pode ser conseguida através de diferentes espécies vegetais (FADIGAS, 2006). Dessa maneira, é importante o conhecimento de cada espécie (sua forma, textura, dimensão, velocidade de crescimento, manutenção), que seja útil para determinada função e adequadas às condições ambientais do local.

Além do material vegetal, a modulação do terreno tem bastante importância nos projetos dos espaços verdes. É através dessa modelação que se dá forma às diferentes propostas de intervenção, que estabelece e garante a estabilidade dos terrenos e se dá consistência estética ao equilíbrio ecológico que é desejável constituir (FADIGAS, 2006).

A infraestrutura verde apresenta-se como uma solução sustentável e de alto desempenho para os projetos de espaços verdes. Contribui tanto para a questão da drenagem urbana quanto para criação de micro climas nas cidades, favorecendo o restabelecimento da ecologia urbana, além de configurar-se como uma estratégia paisagística que se relaciona com a identidade e imagem local, por intermédio do estabelecimento de espaços públicos qualificados. Esses projetos devem ser elaborados multidisciplinarmente; eles podem tornar-se fontes de trabalho e investimentos, quando construídas alianças para sua implantação (CORMIER; PELLEGRINO, 2008).

Alguns cuidados devem ser tomados no projeto de infraestrutura verde. De acordo com Cormier e Pellegrino (2008), é importante a clareza e didatismo dos projetos, divulgação irrestrita de técnicas para execução dos equipamentos mais simples (como canteiros pluviais), inclusão de elementos da identidade regional tanto físicos como culturais, agregação de valores estéticos e recreacionais à paisagem local.

De maneira geral, os projetos dos espaços verdes, nas suas diferentes formas e funções, exigem uma construção semelhante à de um projeto edificado. Ambos precisam da mesma atenção e cuidado para a elaboração e desenvolvimento projetual, tanto no que se refere à organização do espaço, ao cumprimento do programa, à utilização dos materiais, à viabilidade da construção, ao seu uso ao longo do tempo, assim como a sua manutenção.

4.6 SISTEMA DE CORREDORES VERDES

Os corredores verdes correspondem ao conceito de *greenway*, que é uma rede interligada de extensões territoriais planejadas, projetadas e utilizadas de forma múltipla, incluindo usos e fins ecológicos, de recreio, estéticos, de produção e enquadramento, compatíveis com o conceito de uso sustentável do solo (FINK; SCHWARTZ, 1993). Segundo Frischenbruder e Pellegrino (2006), são considerados corredores verdes, espaços abertos lineares que desempenham diversas funções ecológicas, como a conexão entre fragmentos de vegetação, a proteção de corpos hídricos, a conservação da biodiversidade, a possibilidade de manejar as

águas das chuvas, além de promover múltiplos usos pela população, como recreação, transporte e promover a coesão social.

De acordo com Little (1990), os corredores verdes podem ser classificados em cinco tipos gerais:

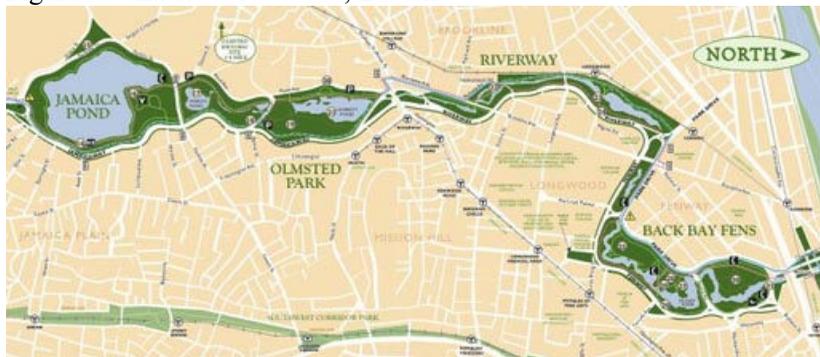
1. Corredores fluviais: ao longo de linhas de água em ambiente urbano;
2. Corredores recreativos: proporcionam espaços de recreio à cidade e acesso a áreas naturais;
3. Corredores ecológicos: geralmente ao longo de linhas de água, unindo manchas de paisagem natural, evitando o isolamento destes, mantendo a diversidade biológica e o equilíbrio ecológico;
4. Corredores cênico/históricos: percursos históricos/ panorâmicos, geralmente ao longo de estradas e/ou cursos de água, os mais representativos com acesso pedonal;
5. Redes ou sistemas de corredores verdes: são geralmente baseados em formas naturais do terreno, como festos e vales, ou simplesmente formados por um conjunto de corredores verdes, criando uma estrutura verde municipal ou regional.

Esses corredores, apesar de se mostrarem segmentados para compreender as diferentes formas de como se apresentar, podem, no entanto, combinar-se, formando um sistema integrado de diversas tipologias. Segundo Dramstad, Olson e Forman (1996), alguns corredores na paisagem podem atuar como barreira ou filtro para movimento de espécies, diminuindo seu número, como por exemplo, estradas, ferrovias, linhas de alta tensão, canais e trilhas. Contudo, os corredores verdes fluviais possuem importância excepcional em uma paisagem, com a manutenção de sua integridade ecológica, ao mesmo tempo que um desafio e uma oportunidade para paisagistas e planejadores do uso da terra (DRAMSTAD; OSLAN; FORMAN, 1996).

A ideia de interligação de espaços verdes através de parques teve início na segunda metade do século XIX. Em Boston, Frederick Law Olmsted e Calvert Vaux iniciaram o projeto em 1878, com um conjunto de parques, conhecido como *Emerald Necklace*. Seu objetivo era de conciliar problemas causados pelo crescimento desordenado, como poluição dos rios, inundações frequentes e os consequentes problemas sanitários, com a oferta de áreas de recreação para a população (HERZOG, 2008). O projeto possibilitou a solução dos problemas de drenagem e da qualidade da água, com a construção de áreas alagáveis

nos parques, que, em tempos de seca, são usadas para recreação e transporte, e que conectam diversos bairros (HERZOG, 2008), como observado na Figura 30.

Figura 30 - *Emerald Necklace*, Boston.



Fonte: URBAN-NETWORKS, 2013.

O conceito de cidade-jardins de Howard, com conexões verdes entre as áreas urbanas e rurais, também transmite a ideia de corredores verdes. Com o aparecimento do automóvel, no início do século XX, tais espaços deram lugar às atuais estradas urbanas. Como exemplo, as propostas de Clarence Stein, relativas à construção de corredores verdes incluindo estradas para automóveis.

Diversos projetos de corredores verdes têm sido elaborados e implementados em diversos países, principalmente nos Estados Unidos e na Europa. Na década de 1960 iniciou-se a preocupação com a proteção das águas e dos recursos naturais, dando início aos movimentos ecológicos.

Em 1964, Philip Lewis mapeou o estado de Wisconsin, nos EUA e introduziu o conceito de corredor ambiental. A sua localização e a sua importância ambiental envolvem uma série de valores a que correspondem símbolos de carácter ecológico, fisiográfico, histórico-cultural, e uma categoria final, ligada à qualidade visual do espaço referente a atributos estéticos (LITTLE, 1990). O projeto foi importante para a educação ambiental ao possibilitar o acesso aos recursos naturais e culturais ao longo de rios, e de outras áreas lineares. Com isso, deu início ao movimento de preservação ambiental em extensões regionais (HELLMUND; SMITH, 2006).

Em 1969, Ian McHarg publicou o livro *Design with Nature*, onde desenvolveu planos para o desenvolvimento de grandes áreas, com a

proteção e criação de uma estrutura espacial que visa conciliar a preservação ambiental e a expansão urbana e rural. O método faz-se através da leitura ambiental a partir do estudo das unidades fisiográficas (relevo, clima, tipos de solo, drenagem, águas superficiais e subterrâneas, suscetibilidade à erosão ou solos férteis) que são levantados e mapeados, gerando determinados dados sobre a paisagem e estabelecendo um zoneamento prévio, indicando usos possíveis do solo. O levantamento demonstrou que as áreas ao longo dos rios constituem-se em corredores importantes a serem protegidos (MCHARG, 1992). Segundo Hellmund e Smith (2006), a técnica de mapear acontecia desde 1912, mas a abordagem ecológica de McHarg foi a pioneira.

São vários os casos onde se vê traduzido o conceito de corredores verdes para o contexto urbano; por exemplo, na cidade de Freiburg, o eixo principal de conexão de ciclistas e pedestres cruza a cidade ao longo do Rio Dreisam por 9,5 Km, sendo um corredor verde multifuncional. Mais recentemente, em 2011, foi concluído em Madrid o projeto de renovação sustentável do Rio Manzanares, com 13 km. Vide a Figura 31.

Figura 31 - Corredores verdes em Freiburg, Rio Dreisam (esq.) e Madrid, Rio Manzanares (dir.).



Fonte: HERZOG; ROSA, 2010 e Autora, 2013; respectivamente.

As estradas-parque (*parkways*), cênicas (*scenic byways*) ou rodovias verdes (*greenroads*) são as diferentes denominações de corredores verdes, onde o indivíduo desfruta a paisagem cênica através da rodovia. Como exemplo, a *Blue Ridge Parkway*, nos EUA, considerada a primeira estrada-parque do mundo. Vide a Figura 32.

Figura 32 - Estrada-parque *Blue Ridge Parkway*, EUA.



Fonte: SMITHSONIANMAG, 2013.

No Brasil existem poucos projetos para implantação de corredores verdes em áreas urbanas. Uma das maiores dificuldades enfrentadas pelos parques e reservas do Brasil é o seu crescente isolamento de outras áreas naturais, protegidas ou não (AYRES et al, 2005).

Um importante exemplo a salientar é na Amazônia e na Mata Atlântica. Os parques e reservas amazônicos enfrentam problemas como desmatamentos para variados fins, desmadeiramento seletivo, pesca, caça, agricultura em pequena escala, mineração de ouro e de outros minerais, invasão de terras e, mais importante, problemas de titulação de terras. Já a Mata Atlântica está extremamente fragmentada em uma paisagem dominada por centros urbanos, áreas agrícolas e industriais, todas com alta densidade populacional humana (AYRES et al, 2005). Suas conectividades são fundamentais para que possamos assegurar o mínimo de perdas de espécies, a manutenção dos processos ecológicos e evolutivos, funcionando assim como uma estratégia integral de conservação da totalidade das florestas tropicais do Brasil (AYRES et al, 2005).

Os corredores verdes fluviais são praticamente inexistentes no contexto urbano, onde nota-se a degradação e descaso. Sua importância é citada por Pellegrino (2003), no artigo *Por uma paisagem fluvial para a São Paulo*, onde necessitamos imaginar uma mudança de ambiente que enriqueça nossa vida cultural e redesenhe nossa ligação com a natureza. A reabilitação dessas áreas podem vir a expressar uma variedade de experiências visuais e espaciais, ajudando a combater a crescente homogeneidade das nossas experiências urbanas. Tal situação ajuda a conter a reprodução de paisagens praticamente idênticas

independentemente da região ou zona ecológica em que se encontram, que intensificam a alienação ambiental (PELLEGRINO, 2003).

Quanto às estradas-parque no Brasil, não existe uma definição estabelecida. Foi concebida por Soriano (2006) como estradas que passam por regiões de beleza cênica e atrativos turístico. Foram encontradas 25 estradas-parque no Brasil, porém somente 11 com algum tipo de respaldo legal (SORIANO, 2006), como o SNUC. Conforme mostra a Figura 33, percebe-se o abandono pela ausência de planejamento.

Figura 33 – Estrada-parque, Piraputanga/MS.



Fonte: SORIANO, 2006.

Os corredores verdes possibilitam múltiplos usos e funções simultâneas, geram benefícios sociais, ambientais e econômicos ao entorno e oferece a oportunidade de estabelecer e manter uma relação cotidiana do indivíduo com a natureza. Além das margens dos rios poderem ser utilizadas como áreas de lazer e transporte, podem ser também utilizadas como formas de tratamento das águas através dos Jardins Filtrantes. As experiências recentes feitas em diversos países são animadoras e apontam para que os corredores verdes sejam instrumentos efetivos do planejamento ecológico da paisagem, que possibilita a sustentabilidade em diversas escalas.

4.7 SISTEMA DE ESPAÇOS VERDES COMO SOLUÇÃO DE ESGOTOS URBANOS

Quase sempre os problemas de planejamento municipal são vistos de forma separada. É enriquecedor para uma cidade poder solucionar os

problemas de infraestruturas, necessárias ao seu funcionamento, juntamente com o ambiente natural.

De acordo com Spirn (1995), são afortunadas as poucas cidades que se adaptaram engenhosamente à natureza, que tratou de maneira abrangente pelo menos um de seus problemas urbanos, como seguem os exemplos citados de recuperação de esgotos urbanos nos Estados Unidos pela autora:

Quanto ao *Emerald Necklance*, a parte do *Fens* e do *Riverway*, foram criadas para combater os problemas de enchentes e de poluição das várzeas da *Back Bay* de Boston, juntamente com a recreação. Na Figura 34, o plano *Fens* mostra as bacias de retenção e os canais dragados do rio, projetados para prevenir a inundação das áreas vizinhas, e a comporta de maré, para prevenir a estagnação da água.

Figura 34 – Plano para o *Fens*, *Emerald Necklance*, Boston.



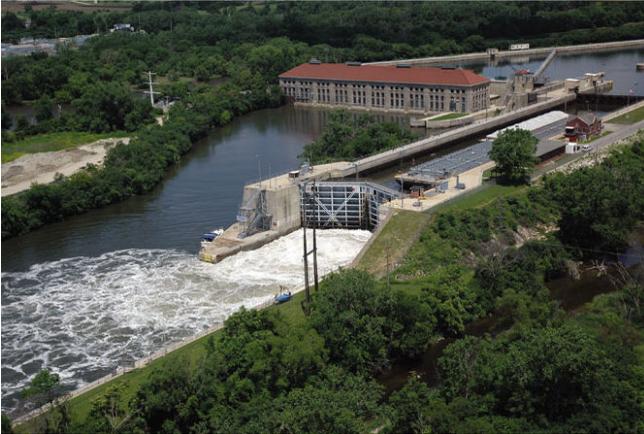
Legenda: a- bacias de retenção; b- canais dragados; c- comporta de maré.
Fonte: SPIRN, 1995, modificada pela autora.

Parte do projeto era a recuperação do antigo pântano de água salobra, onde nas margens da bacia havia plantas que pudessem resistir à salinidade e tolerar as mudanças do nível das águas. Às margens do Rio Muddy, que flui através do *Fens*, foram reniveladas, ladeadas por alamedas, cruzadas por pontes, para uso público. Porém, no início do século XX, o pântano salobra declinou, o *Fens* perdeu a ajuda das marés

na circulação das águas e tornou-se uma área de aterro para o metrô e outros projetos.

Chicago, ao longo de sua história tem sido castigada por problemas de drenagem e de inundação. Depois que 12% da população morreu, em 1885, de cólera, tifo e desinteria, contraídos em manancial contaminado, a Cidade desenvolveu soluções engenhosas. Por aproximadamente um século, foi coordenado o sistema de controle de enchentes, drenagem e esgotos. Possui um sistema combinado de esgotos domésticos e pluviais e usa bacias de contenção de águas pluviais, localizadas em várzeas por toda a cidade, para armazenar a água das chuvas antes que atinjam os esgotos, junto com um extenso sistema de profundo túneis para estocar o transbordamento do sistema de esgoto, antes de ser tratado. O reservatório Melvina é uma das grandes bacias de retenção de água usadas tanto para o controle das enchentes como para a recreação. Vide a Figura 35.

Figura 35 - Contenção de águas pluviais, Chicago.



Fonte: ARQUITETURA E VIVER, 2013.

A cidade de Clemens, em Michigan, combinou o sistema de tratamento de esgoto com um parque, devido à poluição do Rio Clinton. O sistema de esgoto doméstico e pluvial eram combinados e o transbordamento das águas das chuvas foi o responsável pela poluição do Rio. A cidade concluiu que coletar, armazenar e tratar o transbordamento combinado era mais viável e menos caro do que separar os sistemas e também ofereciam oportunidade de criar espaços verdes. Com isso, construiu-se três pequenos lagos e um parque numa antiga área de aterro sanitário. Os esgotos passam pelos lagos para serem tratados e no terceiro,

com o efluente limpo, é utilizado para passeios de barco, pesca e irrigação da área do parque.

As cidades de Arcata, na Califórnia (vide a Figura 36) e Austin, no Texas, exploram as propriedades das plantas aquáticas para absorverem dejetos, usando a várzea como parte do processo de tratamento de águas servidas, melhorando a qualidade da água após o tratamento. As várzeas também servem a outras funções, incluindo o habitat de vida selvagem e recreação.

Figura 36 - Tratamento de esgoto com plantas aquáticas, Arcata, Califórnia.



Fonte: ECO LOCALIZER, 2013.

O tratamento de esgoto, mediante ao uso de plantas aquáticas ganhou reconhecimento principalmente na Holanda e Alemanha, entre os países europeus. Na década de 1970, houve cerca de trinta projetos de pântanos para o tratamento. Em 1990, o governo holandês sugeriu que as plantas utilizadas no tratamento deveriam ser incorporados no planejamento de usos do solo na cidade. Propôs, onde houvessem espaços disponíveis, fazer a descentralização de pequenos sistemas de tratamento, que possam servir a múltiplas funções. (HOUGH, 1998). Portanto, uma combinação de purificação de água com sistema de espaços verdes para o uso de lazer.

O problema varia de cidade para cidade e cada uma deve administrar de acordo com os diferenciados aspectos ambientais, sociais e econômicos que possuem, referentes às condições de morfologia e

drenagem, características populacionais, assim como os custos envolvidos para o tratamento de esgotos. Muitos desses modelos são aplicáveis à maioria das cidades, onde tratar os esgotos e reutilizar a água tratada através de soluções com espaços verdes de utilização recreativa, cria-se um planejamento integrado com uma gestão sustentável.

Para concluir, Spirn (1995, p. 27) descreve a relação de soluções urbanas e natureza, de acordo com a seguinte citação: “A natureza na cidade deve ser cultivada e integrada com vários propósitos dos seres humanos; mas primeiro precisa ser reconhecida, e seu poder de conformar os empreendimentos humanos avaliado”. Lyle (1999, p. 204), complementa, “(...) uma vez que entendemos a base da estrutura do sistema natural, pode-se buscar formas de expandir, modificar ou mesmo adaptar para acomodar os fins humanos.” E também ressalta que através da natureza podemos obter muito mais benefícios com menos investimento, por meio de planejamentos inteligentes (Lyle, 1999). Portanto, para solucionar os problemas de esgotos urbanos com o sistema de espaços verdes, deve-se avaliar a problemática do esgoto e de que forma pode-se utilizar o ambiente natural, com baixos custos, através de uma simbiose entre os processos urbanos e naturais, em uma rede interdependente.

5 CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ/SC

O Município de São José pertence à Região da Grande Florianópolis e está situado no litoral catarinense, com uma superfície de 114,7km². Localiza-se entre os paralelos 27°31'30" e 27°38'31" latitude sul, e os meridianos 48°44'50" e 48°35'20" longitude oeste. O território apresenta extensões latitudinal e longitudinal praticamente proporcionais e regulares, tendendo a uma configuração quase retangular. Limita-se ao norte com o Município de Biguaçu, ao sul com Palhoça, a oeste com Antônio Carlos e São Pedro de Alcântara, e a leste com Florianópolis, banhado pelo oceano Atlântico. O Município está dividido em 28 bairros, possuindo ainda 3 distritos: o Distrito Sede, o Distrito de Barreiros e o Distrito de Campinas. Vide a Figura 36 e Figura 38.

Figura 37 - Mapa político de Santa Catarina (em cima) e da Região da Grande Florianópolis (embaixo).



Fonte: WIKIPÉDIA, 2012 e PMSJ, 2004; respectivamente.

Figura 38 - Mapa de bairros de São José/SC.



Fontes: PMSJ, 2004, modificada pela autora.

A área do Município teve sua ocupação iniciada por populações indígenas Carijós e Guarani. Esses habitavam a região há aproximadamente 6000 anos, porém não deixaram muitos vestígios da sua presença no litoral. Entretanto, segundo Farias (2002), no século XVIII evidenciaram a presença de um sítio arqueológico na Serraria Del Rey, atualmente bairro Serraria, o que seria um sinal da presença indígena naquela área.

Devido aos conflitos surgidos entre Portugal e Espanha, no século XVIII, a Coroa Portuguesa manifestou interesse pelo domínio da Ilha de Santa Catarina e uma das medidas para a tomada de posse efetiva foi o povoamento açoriano. Dessa forma, no período de 1748 a 1756, os imigrantes do arquipélago do Açores ocuparam o litoral catarinense até o Rio Grande do Sul e assim fundaram-se várias povoações. A distribuição dos açorianos foi feita de forma a criar, na Ilha de Santa Catarina e

continente, diversos núcleos populacionais que pudessem produzir alimentos e outros produtos comercializáveis que interessavam a Portugal, além de contribuir para a defesa das terras do sul do Brasil (FARIAS, 2002).

O modelo de ocupação territorial foi definido pela Provisão Régia de 9 de agosto de 1747, destinada ao primeiro Governador da Capitania de Santa Catarina, documento posteriormente chamado de Regimento Silva Paes, que estipulou as regras para acomodação dos imigrantes. O Regimento definia que os novos assentamentos deveriam ser localizados em sítios previamente escolhidos, com povoações de cerca de 60 casais (PMSJ, 2004). Necessitava também a localização e a configuração dos logradouros públicos, com regras para a locação das praças, das ruas, das moradias e da igreja (PMSJ, 2004). Dessa forma, a Freguesia de São José de Terra Firme foi fundada em 1750 e contava na época com cerca de 300 habitantes (FARIAS, 2000). O traçado das ruas na cidade acompanhava as colinas circundantes, característica da colonização portuguesa (PMSJ, 2004).

A imigração deixou marcas profundas na paisagem, cultura e economia. Como exemplo, temos as primeiras grandes alterações no quadro ambiental, fruto da adaptação das terras necessárias à implantação agrícola (PMSJ, 2004). A dependência da ligação marítima entre o continente e a Capital foi o fator que garantiu durante dois séculos (XVIII e XIX) a economia do município, por meio de atividades como a produção agrícola, pesca, serraria e matadouro (PMSJ, 2004).

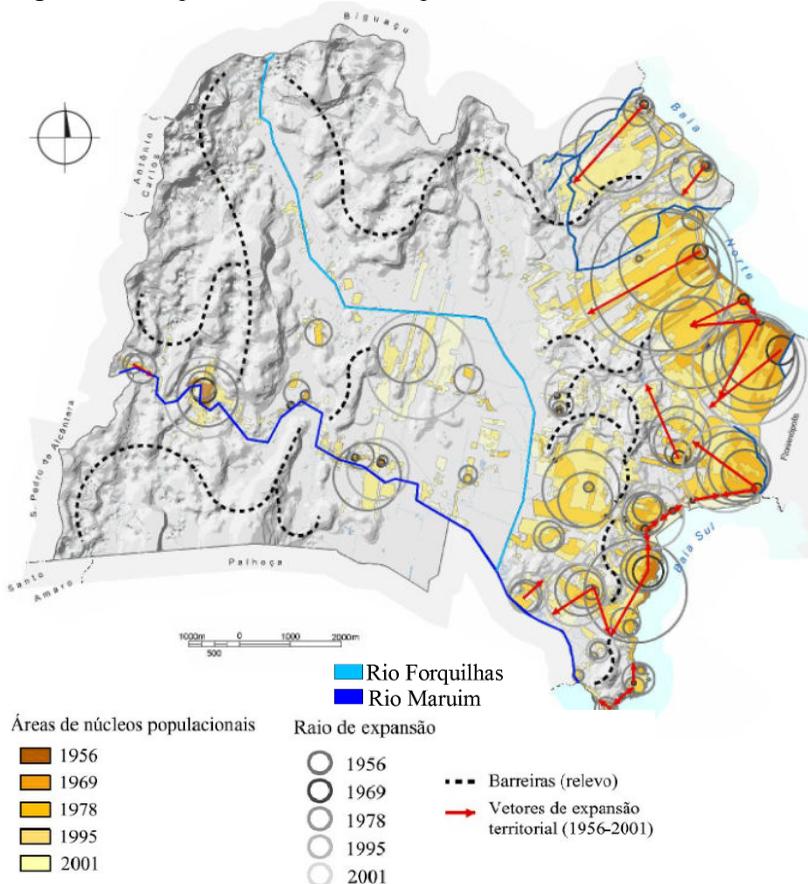
O crescimento do povoado foi ininterrupto. Já em 1796 contava com uma população de 2.091 habitantes, 268 engenhos e algumas fábricas (SOUZA, 1992). Em março de 1833, São José ascende à Município (Vila), detém enormes proporções territoriais e se transforma, até 1894, na mais importante Vila de Santa Catarina.

Do final do século XIX até meados do século XX acontece um incremento notório no desenvolvimento econômico e conseqüentemente crescimento populacional, por conta do fluxo dos imigrantes alemães e italianos. Nesse período a população agrícola supera a porcentagem da população urbana (PMSJ, 2004). Em 1905 a população do Município atingia 20.000 habitantes e contava com 300 casas no perímetro urbano (SOUZA, 1992).

O século XX foi marcado pelo declínio e término das atividades portuárias com o abandono do transporte marítimo e preponderância do transporte rodoviário (REIS, 2002). De acordo com Karnaukhova, Santos, Moser (2004), a partir da transferência do transporte marítimo para o rodoviário, a evolução da ocupação urbana passou a obedecer a uma

lógica decorrente do sistema viário instalado. Dessa forma, a população concentrou-se ao longo do litoral norte e sul e, lentamente, foram ocupadas as terras férteis do vale do Rio Maruim e seus afluentes (o Rio Forquilhas é o principal afluente) (PMSJ, 2004). Assim como seus afluentes, o Rio Maruim teve grande importância na ocupação do interior do Município e seu valor estava prioritariamente ligado ao papel de provedor de água potável, além de servir como importante meio de transporte (KARNAUKHOVA; SANTOS; MOSER, 2004). Vide a Figura 39.

Figura 39 - Mapa de tendência da expansão urbana de São José/SC.



Fonte: PMSJ, 2004, modificada pela autora.

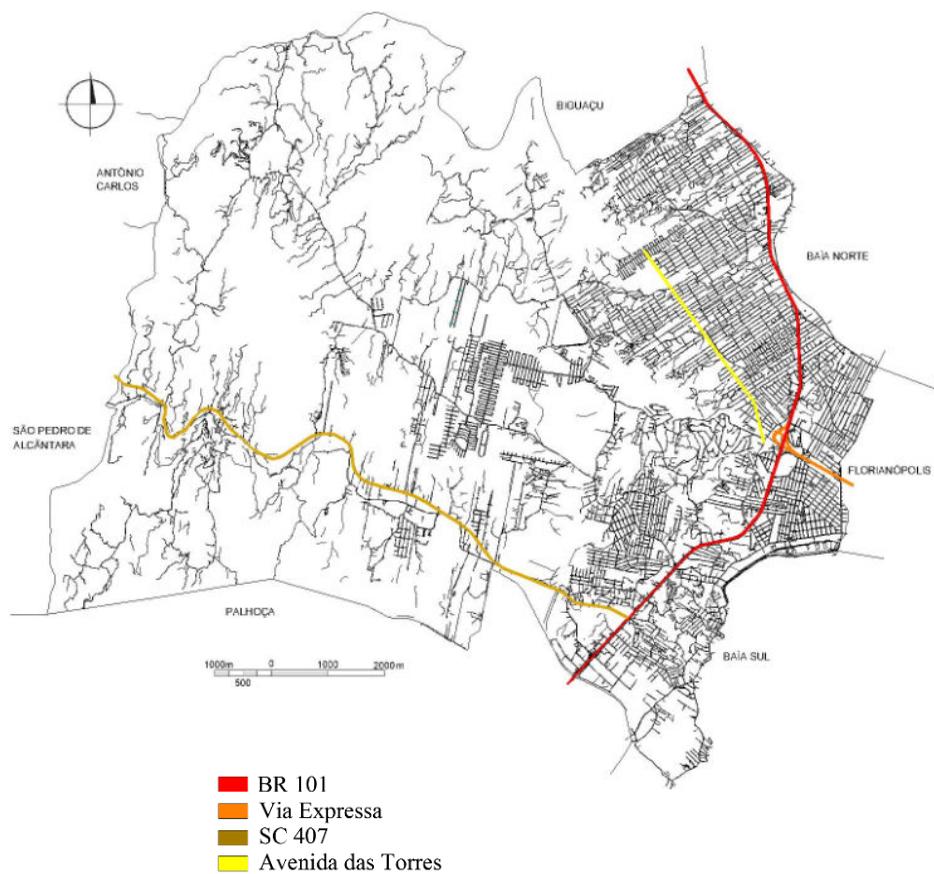
O rápido crescimento urbano ocorreu devido ao início da industrialização na Cidade no século XX, a partir da década de 1960, tendo um aumento das taxas de crescimento populacional acompanhada pelo crescimento desordenado do tecido urbano (PMSJ, 2004).

O processo de urbanização acelerado na região da Grande Florianópolis resultou na consolidação de uma ampla área conurbada, envolvendo a parte continental de Florianópolis, São José, Palhoça e Biguaçu. Economicamente, essa área geográfica tornou-se especializada no fornecimento de materiais de construção, bens e serviços para toda a Grande Florianópolis, assumindo as características de polo econômico de atração da imigração (SUDESUL/UFSC, 1976). A proximidade com Florianópolis e o gradual desenvolvimento de seu potencial turístico e imobiliário, fizeram do crescimento de São José ao longo dos anos, base fundiária para a localização de empreendimentos menos favoráveis à parte insular, tais como: indústrias, loteamentos habitacionais populares, hospital psiquiátrico e sistema de tratamento de esgoto (PMSJ, 2004). Isso foi acompanhado por um sistema sem planejamento, agravando com o tempo o seu desordenamento territorial.

O Município de São José aglutina 3,24% de toda população do Estado de Santa Catarina, o que o coloca em segundo lugar pela concentração populacional na Região da Grande Florianópolis. É o quarto Município de maior população do Estado, com 209.804 habitantes (IBGE, 2010).

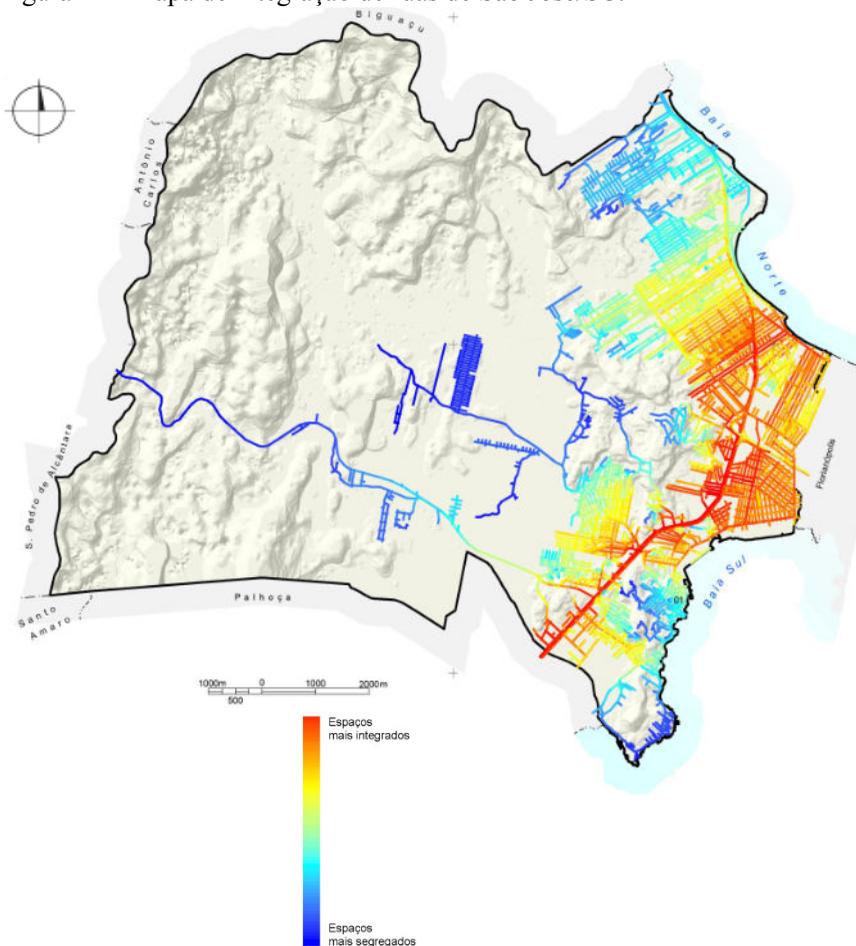
A área urbana apresenta-se nitidamente polarizada ao longo do litoral das Baías Norte e Sul, com uma extensão de cerca de 12km no sentido norte e sul e cerca de 4,5km no sentido leste e oeste. Nota-se que a área de maior adensamento está nos setores às margens da BR-101 e mais rarefeito em direção ao interior do Município (vide a Figura 40), com estrutura em espinha de peixe, de ruas sem saída, sendo mais segregada (vide a Figura 41). Percebe-se que dessa maneira dificulta a conexão entre os bairros e desenvolvimento local, tornando a área isolada com consequente aumento de insegurança.

Figura 40 - Mapa de ruas de São José/SC.



Fonte: PMSJ, 2004, modificada pela autora.

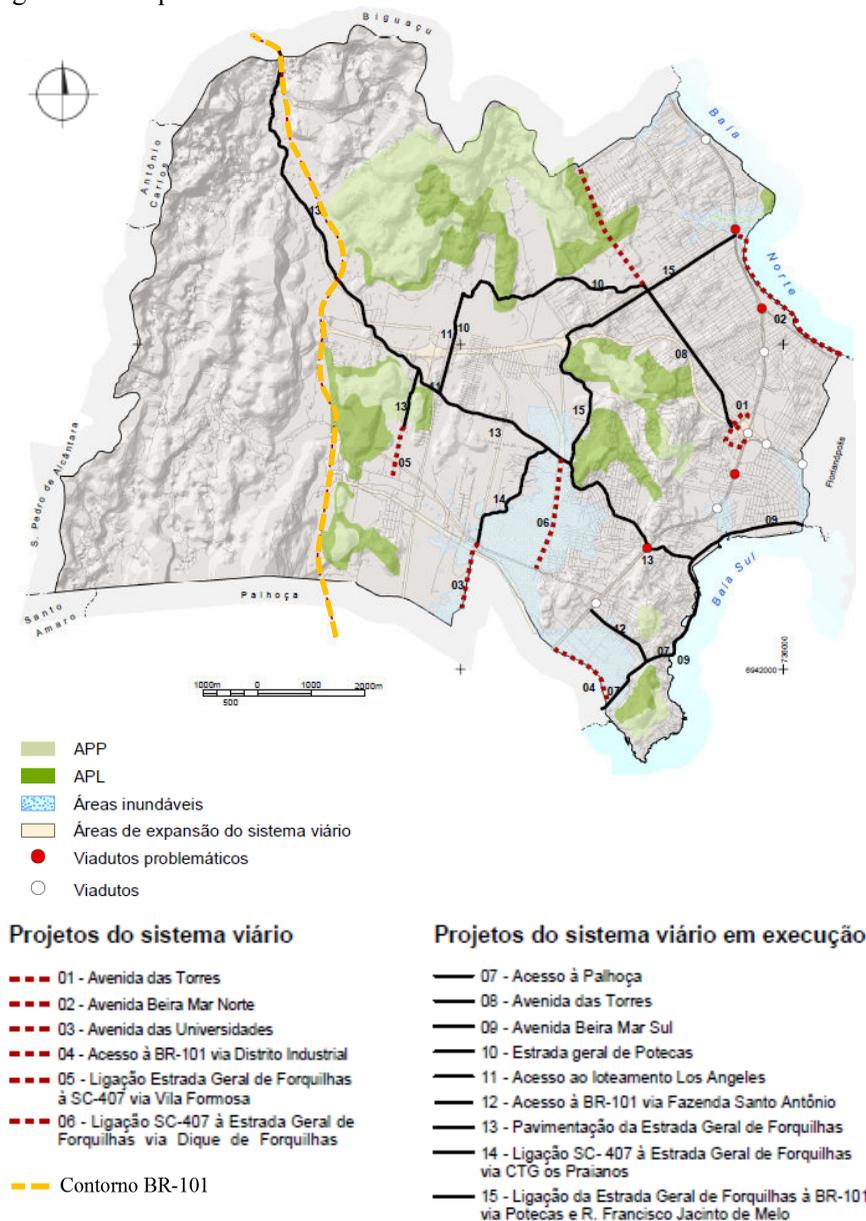
Figura 41 - Mapa de integração de ruas de São José/SC.



Fonte: PMSJ, 2004.

Existem alguns projetos estruturadores de vias (vide a Figura 42), dando continuidade às principais vias, portanto, nenhuma resolve o problema de segregação dos bairros visto na Figura anterior. Portanto, necessita-se de vias estruturadoras desses bairros, distribuindo os fluxos de maneira mais equilibrada. Vale destacar também a migração da BR-101 para interior do Município, evitando o conflito da utilização da via de tráfico federal como conexão de bairros locais.

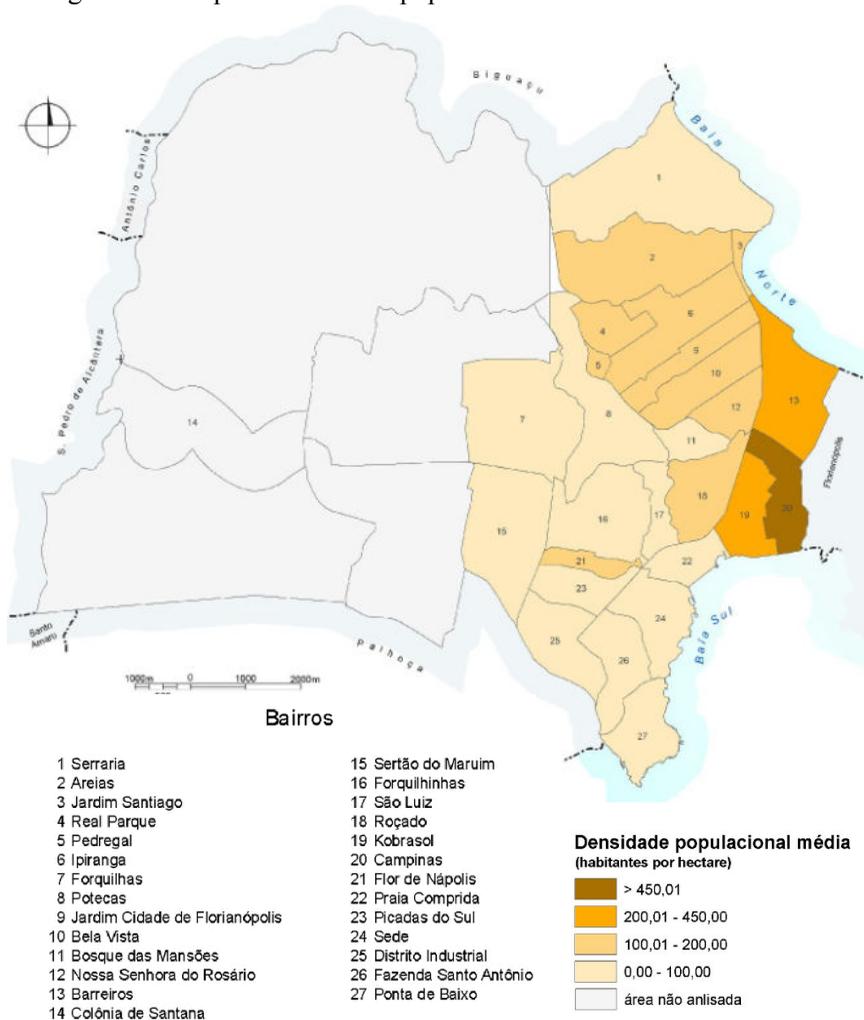
Figura 42 - Mapa estruturadores viários futuros de São José/SC.



Fonte: PMSJ, 2004, modificada pela autora.

A densidade populacional média da área urbana do Município oscila em torno de 5.800 habitantes por km², enquanto a de área rural é de cerca de 30 habitantes por km² (PMSJ, 2004). A Figura 43 apresenta índices excepcionais de densidade populacional no Município. Para áreas mais populosas destacam-se os Bairros Kobrasol, Campinas e Barreiros, onde excedem 20.000 habitantes por km² (200 habitantes por ha).

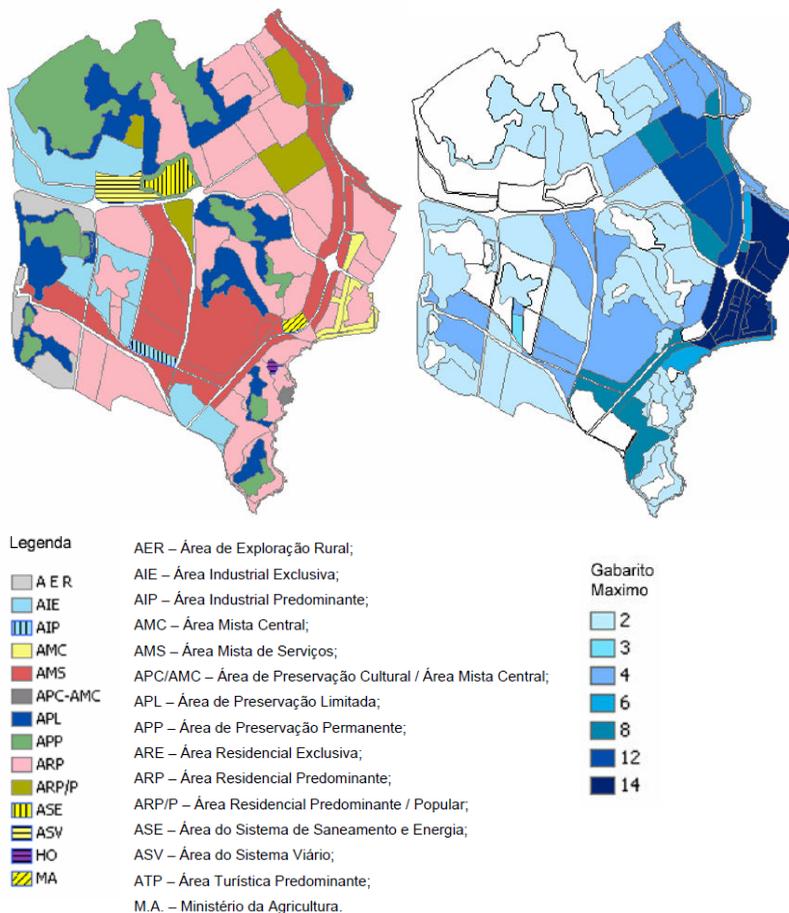
Figura 43 - Mapa de densidade populacional de São José/SC.



Fonte: PMSJ, 2004.

O Plano diretor de São José está estruturado, de acordo com a Lei do Parcelamento do Solo, pela Lei Municipal do Zoneamento nº 1605/1985. Essa dá a delimitação e definição das diferentes áreas do limite urbano do Município, estabelecendo limitações de ordem urbanística, tais como permissões de usos, índices de aproveitamento, taxa de ocupação, gabaritos. Trata também da hierarquia do sistema viário e dos perfis a serem observados pelas vias urbanas (PMSJ, 2004). Vide a Figura 44.

Figura 44 - Zoneamento e gabarito de 1985 do perímetro urbano de São José/SC.



Fonte: PMSJ, 2004.

A partir do zoneamento estabelecido em 1985 e com o crescimento populacional ao longo dos anos, foi criado o macrozoneamento, que busca garantir o estabelecimento do zoneamento através de uma visão global para a cidade. Essa consiste em 3 macrozonas e caracteriza-se em: a macrozona I, região mais densificada urbanizada; a macrozona II, onde está sendo direcionado os avanços de ocupação; e a macrozona rural, situada fora do perímetro urbano, não destinada à ocupação. A macrozona I e macrozona II ainda estabelecem divisões, segundo a PMSJ (2004), de acordo com a Figura 45, que se dividem em:

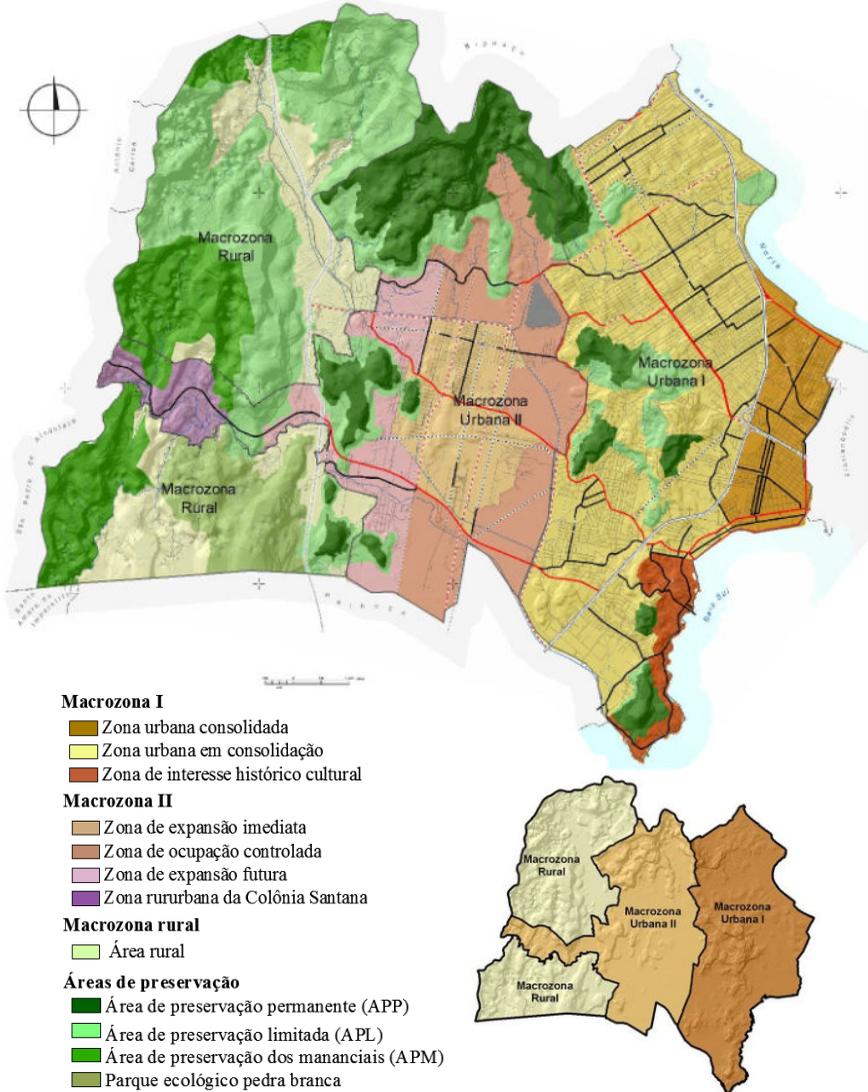
1. Macrozona I:

- 1.1. Zona urbana consolidada: área de densidade média e alta, providas de serviços e infraestrutura;
- 1.2. Zona urbana em consolidação: área de densidade média e baixa, com grande quantidade de vazios urbanos e potencial de adensamento;
- 1.3. Zona de interesse histórico cultural: áreas com patrimônio histórico, cultural e paisagístico de relevante interesse para definição da identidade cultural da cidade.

2. Macrozona II:

- 2.1. Zona de expansão imediata: área com ocupação rarefeita, uso residencial predominante, infraestrutura deficiente, malha urbana irregular, grande quantidade de vazios urbanos e carência de equipamentos urbanos;
- 2.2. Zona de ocupação controlada: área sem ocupação significativa, localizada na direção dos vetores de crescimento da cidade, com condicionantes limitantes à ocupação urbana;
- 2.3. Zona de expansão futura: inexistência de ocupação significativa, parcelamento em grandes lotes e glebas passíveis de desmembramentos futuros;
- 2.4. Zona rururbana da Colônia Santana: um núcleo de povoação bem definido, que preserva suas origens rurais, mas desenvolve atividades próprias dos núcleos urbanos com problemas de regularização fundiária e carência de infraestrutura e de equipamentos urbanos, bem como uma crescente concentração de indústrias de maneira desordenada.

Figura 45 - Mapa de macrozoneamento de São José/SC.



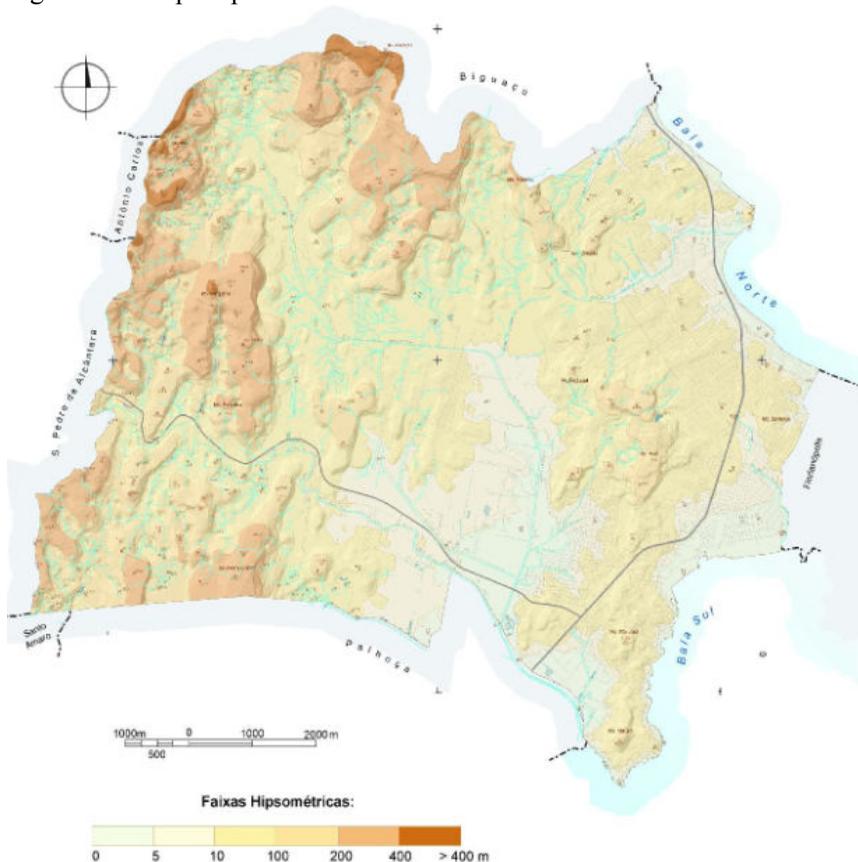
Fonte: PMSJ, 2004, modificada pela autora.

Através do macrozoneamento estabelecido, de acordo com a densidade populacional no Município, sem respeito ao zoneamento configurado em 1895, mostra que o problema de regularização e administração do crescimento urbano torna-se cada vez mais urgente.

5.1 MORFOLOGIA E DRENAGEM

No Município existe a predominância de altitude de até 50m sobre o nível de mar, que ocupa mais de metade do território. As faixas hipsométricas de 50m a 300m representa 45% da área, enquanto acima de 300m corresponde somente a cerca de 5% do território (PMSJ, 2004). Vide a Figura 46. O ponto mais alto é o Morro Biguaçu, localizado nos limites do Município de Biguaçu, com altitude de 533m, enquanto os pontos mais baixos correspondem à orla costeira e suas praias (PMSJ, 2004). As áreas inundáveis são consideradas as cotas inferior a 5m, sendo um problema para ocupação, por motivos de enchentes dos rios.

Figura 46 - Mapa hipsométrico de São José/SC.

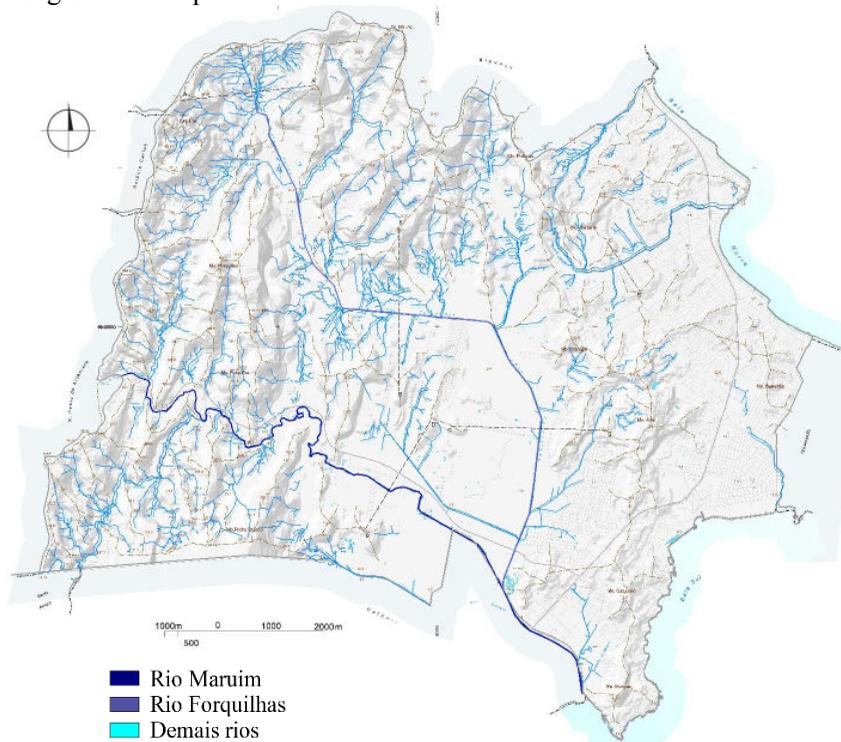


Fonte: PMSJ, 2004, modificada pela autora.

O clima é subtropical mesotérmico úmido, com presença fragmentada de clima temperado mesotérmico úmido e verão ameno, de acordo com a classificação de Köppen (PMSJ, 2004). A umidade relativa anual constitui 80% a 85%, sendo a pluviosidade média na região de São José de 1700 mm/ano a 2100 mm/ano, distribuída em cerca de 150 a 200 dias chuvosos por ano, com ocorrências maiores no verão (EPAGRI, 2002). Com isso, percebe-se um alto nível de índice pluviométrico, porém sem reaproveitamento.

O território do Município possui cerca de 30 bacias hidrográficas com tamanho médio de 2,5km a 4km (PMSJ, 2004). A drenagem hídrica do Município é constituída essencialmente pelo Rio Maruim e seus afluentes. O Rio Maruim nasce no Município de São Pedro de Alcântara e drena São José na parte sul, numa extensão de 35,85km. O seu maior afluente (nos limites do Município), o Rio Forquilhas, possui 17,34km, como pode ser observado na Figura 48.

Figura 48 - Mapa de rios de São José/SC.



Fonte: PMSJ, 2004, modificada pela autora.

O sistema de drenagem de São José obedecem às tendências do regime pluvial oceânico, que se caracterizam pela influência do mar e alimentação pluvial (PMSJ, 2004). São frequentes as máximas ocasionais de vazão no verão, onde o índice pluviométrico é mais intenso, dando a possibilidade de ocorrência de enchentes. Essa é uma preocupação importante, considerando os avanços da urbanização em direção às várzeas, potencialmente sujeitas à inundação, principalmente nas margens dos Rios Maruim e Forquilhas, em terrenos planos, com cotas inferiores a 4,5m de altitude (PMSJ, 2004). Vide a Figura 49 e a Figura 50.

Figura 49 - Ocupações nas margens do Rio Serraria (afluente do Rio Maruim). Área constantemente atingida pelas enchentes.



Fonte: PMSJ, 2004.

Figura 50 - Áreas alagadas no vale do Rio Forquilhas, após as chuvas, no período de 25-29/01/2004.



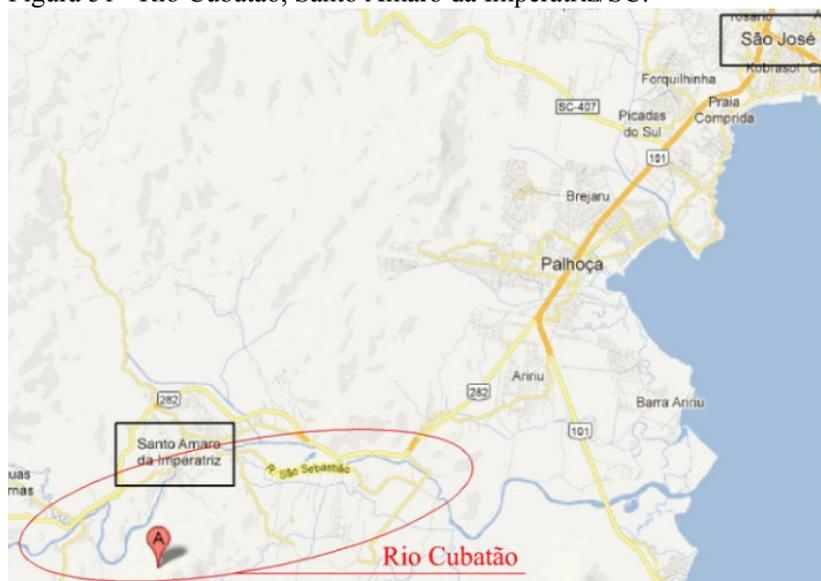
Fonte: PMSJ, 2004.

Com a ocupação urbana nas várzeas dos rios e a consequente ausência das matas ciliares nas suas margens, a transformação constante dos canais hídricos pelas obras de engenharia, o estado avançado do assoreamento e a poluição agravam ainda mais os problemas de drenagem hidrográfica dentro do perímetro urbano (PMSJ, 2004).

Segundo a PMSJ (2004), as principais fontes de contaminação estão ao longo da BR-101 e SC-407 (próximo ao Rio Maruim), principalmente devido à poluição pelas indústrias, localizadas nas margens das rodovias. Outro problema agravante é ocasionada pela Estação de Tratamento de Esgoto Potecas (ETE Potecas). Essa é considerada uma grande fonte de poluição no Município, sendo vista no subcapítulo 5.3 sobre a Infraestrutura de tratamento de esgotos urbanos.

Quanto ao abastecimento de água, São José independe de seus recursos hídricos. O abastecimento de água do Município é feito através do Rio Cubatão (Bacia do Rio Cubatão) e Rio Pilões (Bacia do Rio Vargem do Braço, afluente da Bacia do Rio Cubatão), fora dos limites de São José, no Município de Santo Amaro da Imperatriz, como mostra a Figura 51.

Figura 51 - Rio Cubatão, Santo Amaro da Imperatriz/SC.



Fonte: GOOGLE MAPS, 2013, modificada pela autora.

A água captada no Rio Pilões é considerada pela CASAN de boa qualidade devido ao fato do Rio encontrar-se em uma bacia hidrográfica em Área de Preservação Permanente. Já no Rio Cubatão, a qualidade da água captada vem sendo prejudicada pela crescente degradação da bacia hidrográfica que pertence o Rio (CASAN, 2002).

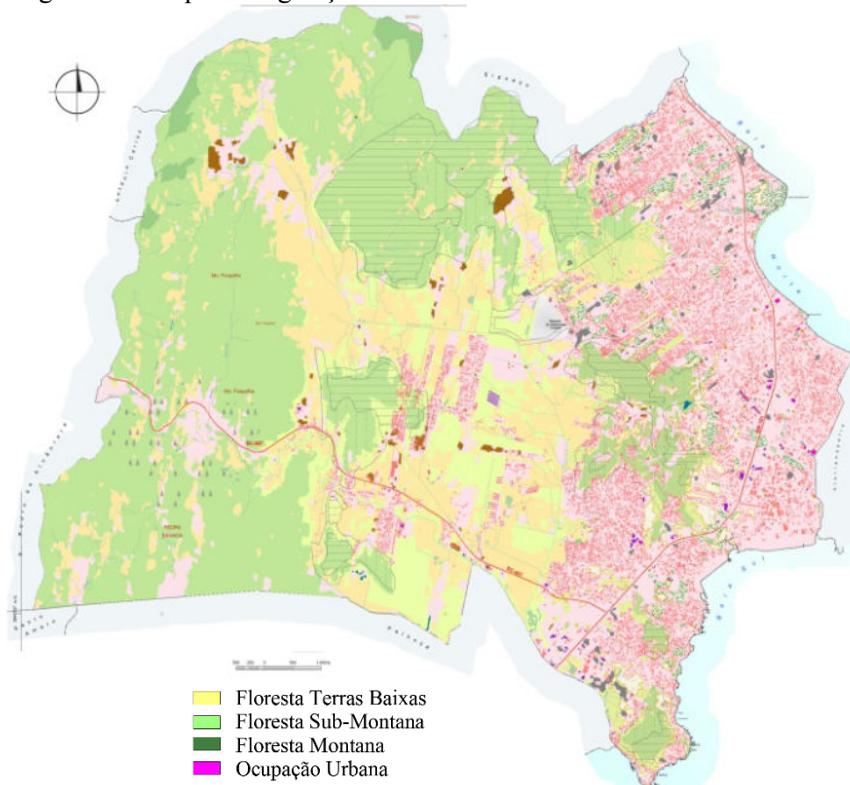
Cerca de 99,4% da população total de São José possui atendimento com rede de água e dentro da área urbana possui 100% de atendimento populacional (SNIS 2010). Com isso, 0,6% da população da área rural utiliza poços ou nascentes para retirar a água que consome (PMSJ, 2004).

Devido aos pontos de captação de água não estarem localizados em bacias hidrográficas do Município, a responsabilidade do planejamento municipal, quanto à preservação e manutenção hídricos, pode-se manter aquém do esperado, uma vez que São José depende de recursos hídricos externos para garantir o abastecimento da sua rede. Portanto, a despoluição dos rios e a preservação dos mananciais devem constituir uma das estratégias ambientais prioritárias, em função da escassez de água que as futuras gerações josefenses possam vir a enfrentar, sendo iniciada na área urbana, assim como nos novos núcleos urbanizáveis.

5.2 ESPAÇOS VERDES

A vegetação do Município de São José é composta originalmente pela Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica), com vegetações nativas secundárias de formações de terras baixas, sub-montanas e montanas. Corresponde a 77% do território, com 88 km², sendo localizada na sua maioria dentro da área predominantemente rural ou no limite entre as zonas rural e urbana (PMSJ, 2004). Vide a Figura 52. Cerca de 58% do Município está coberto com formações florestais em distintos estágios de regeneração, sendo que 12,5% correspondem às Áreas de Preservação Permanente e 8,7% dessa vegetação se encontram em ameaça iminente de ocupação urbana (PMSJ, 2004).

Figura 52 - Mapa de vegetação de São José/SC.



Fonte: PMSJ, 2004.

Segundo a PMSJ (2004), somente 1,8% de toda a vegetação do Município insere-se no meio urbano, o que significa que os restantes 98,2% das coberturas florestais atendem às áreas rurais e suburbanas. Os espaços verdes do meio urbano no Município de São José estão diferenciados em categorias, de acordo com a PMSJ (2004), que se distinguem em:

1. Públicos: são as praças, os largos, os *playgrounds*, os parques e as áreas destinadas para os eventos comunitários, com cobertura vegetal, através da Lei do Parcelamento do Solo nº 6.766/1979;
2. Sistema viário: arborização das ruas e vias públicas;
3. Privados: vegetação em espaços privados;

4. Institucionais e de uso esportivo: vegetação em instituições públicas e privadas, que acompanham as quadras, os campos de jogos e as demais infraestruturas de esportes;
5. Residuais: vegetação em uso privado, onde apresentam-se no momento como espaços verdes, sendo este seu estado condicionado ao futuro aproveitamento dos mesmos;
6. Interesse ambiental legal: são as Áreas de Preservação Permanente e Áreas de Preservação Limitada, assim como a preservação de recursos hídricos;
7. Vazios urbanos: espaços sujeitos à preservação da cobertura florestal, porém, em geral, desprovidas de tal preservação.

Dentro da mancha de ocupação urbana, 5,29% possui cobertura vegetal, o que corresponde a cerca de 1,6 km². Na Tabela 5 a seguir é demonstrada a quantidade de vegetação na área urbanizada do Município, de acordo com dados da PMSJ (2004).

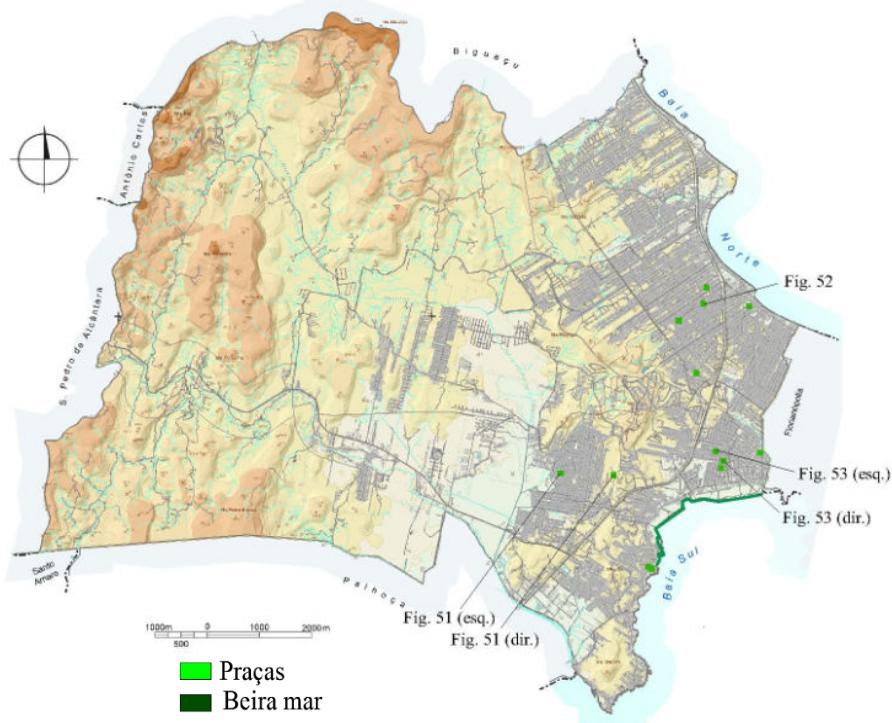
Tabela 5 - Espaços verdes na área urbanizada de São José.

Espaços verdes urbanos	km ²	% do total da área urbana
Públicos (Lei nº 6.766/1979)	0,12	0,41
Sistema viário	0,03	0,13
Vegetação nativa secundária	11,65	39,10
Plantações agrícolas e pastos	10,32	34,63
Institucionais	0,55	1,88
Privados	0,85	2,87

Fonte: PMSJ, 2004, modificada pela autora.

Observa-se que os espaços verdes urbanos públicos constituem uma porcentagem ínfima do Município, não atendendo à demanda populacional. Diante disso, percebe-se que não há uma relação sobre os objetivos da Lei do Parcelamento do Solo nº 6.766/1979, ocasionado pela condensação das edificações urbanas, ocupando os espaços destinados ao bem público. As poucas praças existentes situam-se ainda em maior número nos Bairros Forquilha, Kobrasol e Bela Vista. Vide a Figura 53 à Figura 56.

Figura 53 - Mapa de distribuição das praças em São José/SC.



Fonte: PMSJ, 2004, modificada pela autora.

Figura 54 - Praças no Bairro Forquilha.



Fonte: PMSJ, 2004 e Autora, 2008; respectivamente.

Figura 55 - Praça no Bairro Bela Vista.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2013.

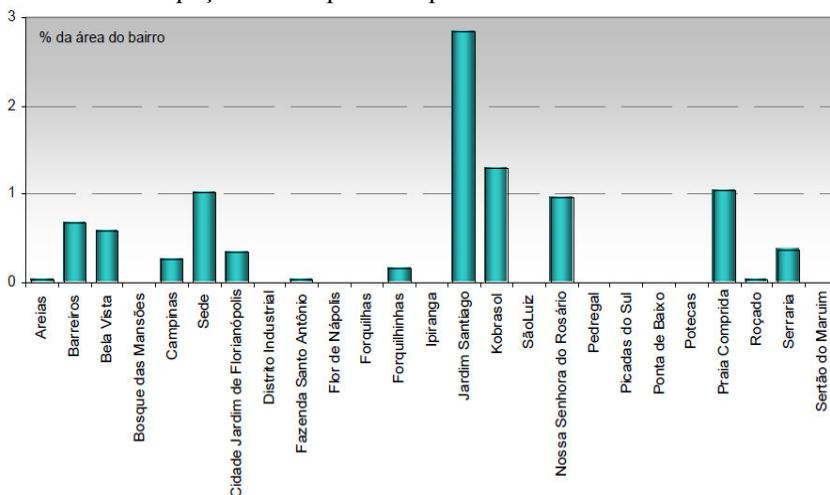
Figura 56 - Praças no Bairro Kobrasol.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2013.

O Gráfico 1 evidencia que praticamente 1/3 dos bairros do Município (11 dos 31 bairros) não dispõem de espaços verdes públicos. Os bairros restantes apresentam índices insignificantes, que não excedem 0,5% do seu território. Pode ser constatado que grande parte dos bairros não apresentam nenhum espaço verde urbanos público capaz de atender à população josefense, fruto do provável crescimento desordenado e a ausência de conscientização da importância desses espaços.

Gráfico 1 - Espaços verdes públicos por bairros em São José/SC.



Fonte: PMSJ, 2004.

Com relação à finalidade de lazer, não apenas a falta de vegetação compromete essas funções, mas também a carência de equipamentos e condições voltadas para esse fim. Percebe-se maior número de equipamentos de lazer nas praças do bairro Kobrasol, porém escassos nos outros bairros. Outro problema evidente é o impacto paisagístico da vegetação que é relativamente baixo no Município, além da pouca acessibilidade da população para esses espaços.

A Beira-mar de São José é um exemplo de tentativa para reconstituir espaços verdes com passeio para caminhada, ciclovia, quadras esportivas e equipamentos de lazer. Entretanto, percebe-se que esta avenida é precária em arborização. As poucas mudas botânicas plantadas ao longo da ciclovia e pista de caminhada não se desenvolveram, apesar de haver um projeto de arborização para o local. Vide a Figura 57.

Como a Avenida Beira-mar, a análise mostra ainda a extensão mínima da vegetação do sistema viário, cuja ausência contribui em muito ao índice reduzido de espaços verdes urbanos no Município.

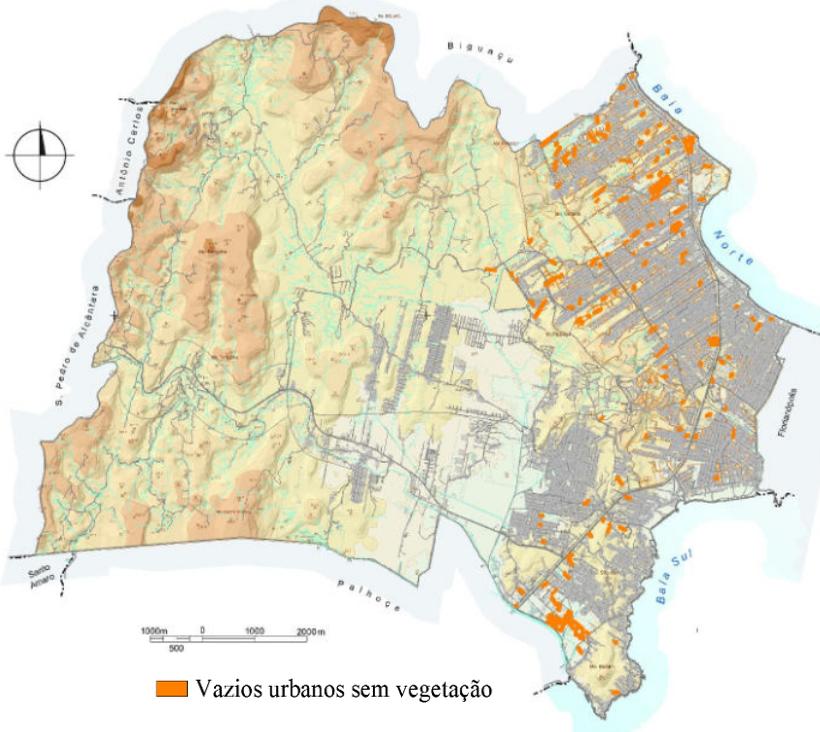
Figura 57 - Beira mar de São José/SC.



Fonte: Autora, 2008 e GOOGLE EARTH, 2013; respectivamente.

Os lotes sem uso definido, considerados como vazios urbanos e sem vegetação, correspondem a 10,89%, com 3,24km², de acordo com a PMSJ (2004). Vide a Figura 58.

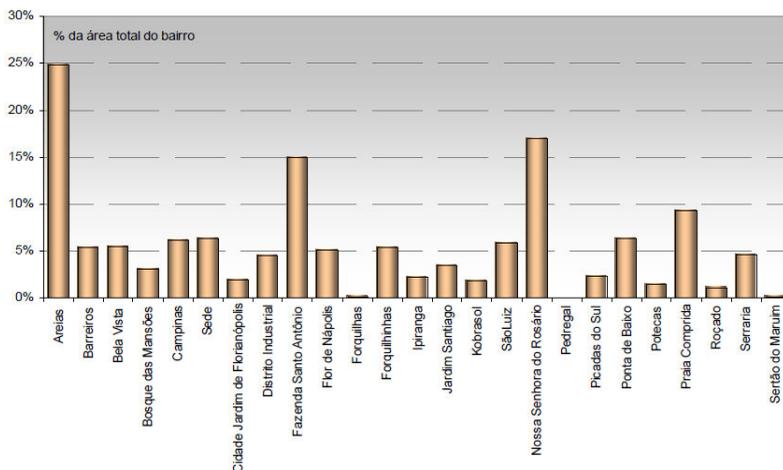
Figura 58 - Mapa de distribuição dos vazios urbanos em São José/SC.



Fonte: PMSJ, 2004, modificada pela autora.

Quatro bairros destacam-se pela maior concentração de vazios urbanos: Areias, Fazenda Santo Antônio, Nossa Senhora do Rosário e Praia Comprida, com valores oscilando entre 10% e 25% da sua área total, como mostra o Gráfico 2. Observa-se que as maiores concentrações de lotes livres estão em áreas de urbanização recente.

Gráfico 2 - Vazios urbanos por bairros em São José/SC.

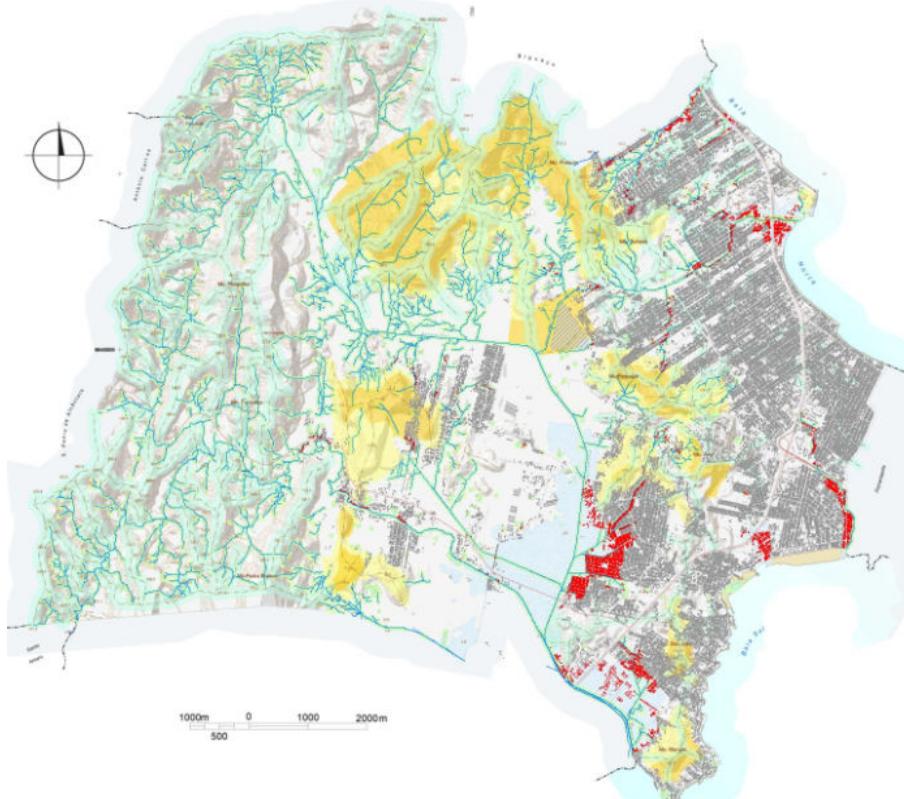


Fonte: PMSJ, 2004.

É importante salientar que a presença dos vazios urbanos é um fator considerável ao planejamento das cidades para a implantação de novos espaços públicos com vegetação.

Quanto à vegetação nativa secundária no perímetro urbano do Município é notória sua presença significativa. Isso corresponde aos espaços de interesse ambiental legal que são regidas através das leis: Código Florestal Lei nº 4.771/1965 (alterada pela Lei nº 12.651/2012); Resolução CONAMA 302/2002; e Lei Municipal do Zoneamento nº 1605/1985. Porém, há uma pressão constante dos avanços da urbanização, como se observa na Figura 59. Um aspecto agravante é a cobertura vegetal ou matas ciliares das bacias hidrográficas no meio urbano, onde não ultrapassa a 10%, chegando frequentemente a 0,5 % da vegetação preservada (PMSJ, 2004). As matas ciliares são de grande importância, pois representam a estabilidade ecológica do sistema hidrográfico. Permite a drenagem sistemática e impossibilitam o desenvolvimento de processos erosivos e assoreamento, reduzindo a propagação dos efeitos negativos das fontes de poluição local (PMSJ, 2004).

Figura 59 - Mapa de interesse ambiental legal de São José/SC.



Fonte: PMSJ, 2004, modificado pela autora.

Objeto de preservação	Extensão da Área de Preservação Permanente
<p>Florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água:</p> <p>até 10m de 10m a 50m de 50m a 200m de 200m a 600m maior que 600m</p>	<p>faixa de:</p> <p>30m 50m 100m 200m 500m</p> 
<p>Florestas e demais formas de vegetação natural situadas nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados olhos d'água.</p>	<p>raio 50m</p> 
<p>Florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo de topo de morros, montes, montanhas e serras.</p>	<p>Nas linhas de cumeada, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, em relação a base, do pico mais baixo da cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros</p> 
	<p>Em encosta ou parte desta, com declividade superior a cem por cento ou quarenta e cinco graus na linha de maior declive.</p> 
	<p>Nas escarpas e nas bordas de tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a cem metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa.</p>
<p>Nas restingas</p>	<p>Em faixa mínima de trezentos metros, medidos a partir da linha de preamar máxima,</p> <p>Em qualquer localização ou extensão, quando recoberta por vegetação com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues.</p>
<p>Em manguezais</p>	<p>Em toda a sua extensão</p> 
<p>Em dunas</p>	<p>Em toda a sua extensão</p>
<p>Nas praias, em locais de nidificação e reprodução da fauna silvestre</p>	<p>Em toda a sua extensão</p> 
<p>Nos locais de refúgio ou reprodução de exemplares da fauna ameaçadas de extinção que constem de lista elaborada pelo Poder Público Federal, Estadual ou Municipal.</p>	<p>Em toda a sua extensão</p>

Fonte: PMSJ, 2004.

Identificou-se cerca 10,6km² (35% da atual área urbanizada) que encontra-se em situação irregular do ponto de vista da legislação ambiental vigente, como mostra a Tabela 6.

Tabela 6 – Situação irregular na área urbanizada de São José/SC.

Interesse legal	km ²	% do total irregular
Fundo de vales e lagos (entorno)	2,00	6,82
Divisores de água	5,02	47,44
Áreas inundáveis	2,12	7,65
Invasões em Área de Preservação Permanente	0,44	1,49
Invasões em área de Preservação Limitada	1,01	3,42

Fonte: PMSJ, 2004, modificada pela autora.

Pode ser observado que, devido à alta densidade de drenagem hídrica e das propriedades geomorfológicas do relevo, as áreas de interesse ambiental legal ocupam grande parte do Município que inviabilizam praticamente qualquer tipo de uso do solo. A análise quantitativa da PMSJ (2004) mostra que, considerando atual área urbanizada de 29,3 km² (25,8%) e descontando os espaços de interesse ambiental legal demarcados, fica disponível para crescimento urbano no Município cerca de 27km² (24%) do seu território. Tais dados confirmam a ideia da necessidade de elaboração de normas rigorosas de ocupação do solo, respeitando as áreas de interesse ambiental legal em prol do desenvolvimento social, econômico e ambiental do Município.

De acordo com os dados do índice de vegetação do Município de São José demonstrados, percebe-se que a quantidade de espaços verdes no território do Município é quantitativamente grande (principalmente em zonas rurais), porém, praticamente não suprem as demandas de manutenção do equilíbrio ecológico e de qualidade ambiental no perímetro urbano, apresentando-se insatisfatório. O fato pode ser constatado através das características históricas de ocupação e os avanços recentes da urbanização que levaram à consolidação de núcleos densamente povoados e ocupações dispersas em áreas que atualmente representam o alvo de interesse ambiental legal.

Além disso, segundo a PMSJ (2004), mais de 40% da vegetação urbana tem a localização dispersa e de baixa densidade de cobertura

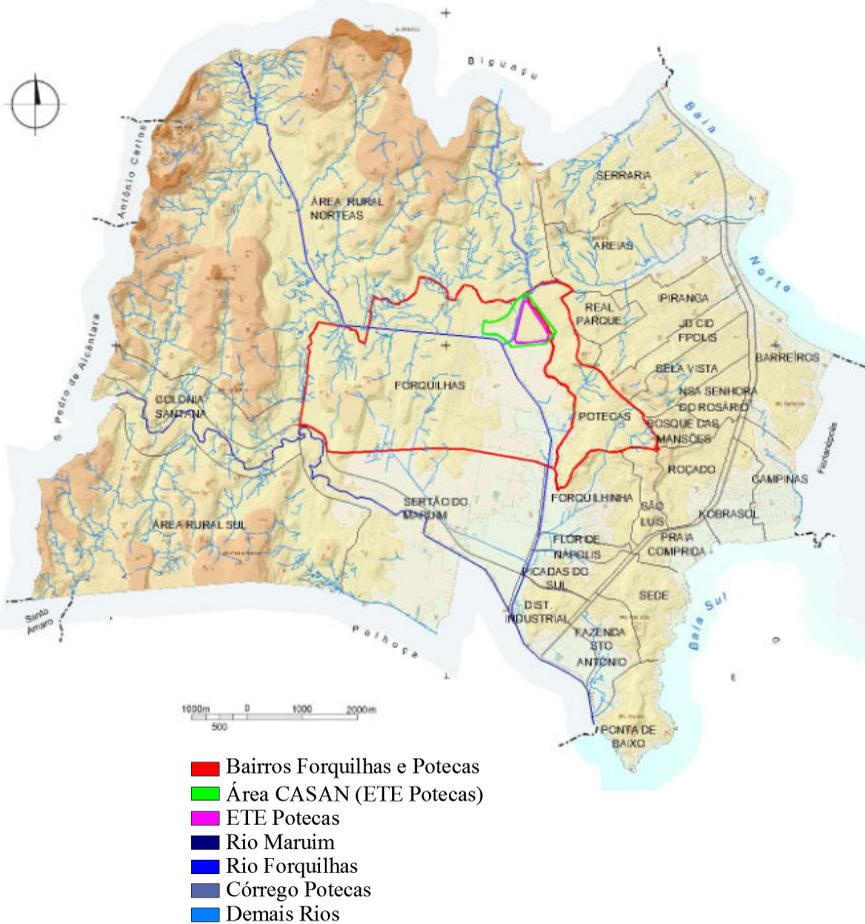
vegetal. Trata-se de árvores isoladas ou grupos de árvores presentes em áreas residenciais. A maior concentração dos espaços verdes totalmente incluída no perímetro urbano corresponde às Áreas de Preservação Permanente e Preservação Limitada no Município. Esses espaços têm importância para o ambiente urbano, no entanto, a sua existência não induz as necessidades de espaços verdes para o uso de lazer, não dispondo da infraestrutura necessária de acesso da população. Observa-se também que a atual tendência de ocupação, principalmente nas áreas das encostas dos morros, produz impacto negativo direto na qualidade do ambiente devido ao desmatamento e à poluição da rede de drenagem pluvio-fluvial.

Portanto, há uma importância emergencial da preservação, a ampliação da fauna nativa da região e a transformação dos vazios urbanos em espaços verdes, pois além de manter uma cobertura vegetal para a região, garante o acesso da população a esses espaços. A transformação de corredores verdes, através da recuperação das matas ciliares no Município, trará vantagens tanto na manutenção do equilíbrio ecológico, quanto maior acessibilidade dessas áreas para a população, com alternativas de lazer, tornando o seu uso mais frequente.

5.3 TRATAMENTO DE ESGOTOS URBANOS

A rede de coleta de esgoto do Município de São José pertence somente à Estação de Tratamento de Esgoto de Potecas (ETE Potecas). A ETE localiza-se no Bairro Forquilhas e na divisa com o Bairro Potecas. Observa-se na Figura 60 que o Córrego Potecas, principal afluente do Rio Forquilhas, atravessa a área da CASAN (0,96km²) e recebe o efluente tratado da ETE, sendo construída por ser o local de mais baixa altitude da região.

Figura 60 - Localização ETE Potecas.



Fonte: PMSJ, 2004, modificada pela autora.

A ETE Potecas cobre a totalidade dos bairros Campinas, Kobrasol e parte dos bairros Forquilha, Barreiros e Bela Vista, que abrange uma área de 4,5km². Comparativamente com a mancha de ocupação urbana, que é de 29,37km², o sistema de coleta de esgoto atende apenas 15% dessa área (PMSJ, 2004). Vide a Figura 61.

Figura 62 - Sistema de esgoto de São José/SC, década de 1990.



Fonte: CASAN, 2004.

Desde a década de 2000 percebe-se um aumento de habitações no entorno da ETE em função da construção de loteamentos. Essa situação parece decorrer de ausência de medidas de fiscalização e de uma adequada regulamentação de usos na área de influência da ETE. É importante ressaltar que essa área de influência engloba toda área situada ao seu redor que sofrem com os efeitos do seu funcionamento. Vide a Figura 63.

Figura 63 - Sistema de esgoto de São José/SC.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2012.

A ETE possui Lagoas de Estabilização: uma Lagoa Anaeróbia e três Lagoas Facultativas, com área total de 27,86 ha. As Lagoas de Estabilização constituem-se na forma mais simples para o tratamento de efluentes. Há diversas variantes dos sistemas de Lagoas de Estabilização,

com diferentes níveis de simplicidade operacional e requisitos de área (SPERLING, 1996).

A canalização, que alimenta a ETE Potecas, utiliza a gravidade para levar o esgoto, passando por estações elevatórias, até o ponto mais baixo da região onde ela localiza-se. O sistema funciona em série: iniciado por um pré-tratamento por Grades e Caixa de Areia, na qual elimina gordura e sólidos grosseiros (sendo retirados e enviados a aterros sanitários), passando após pela Lagoa Anaeróbia seguida de três Lagoas Facultativas, como mostra a Figura 64.

Figura 64 - Funcionamento da ETE Potecas.



Fonte: CASAN, 2004, modificada pela autora.

Após o pré-tratamento, a alimentação na Lagoa Anaeróbia é feita através de um canal de distribuição dos esgotos, que é uma galeria de concreto fechada, localizada no dique que separa a Lagoa Anaeróbia das Lagoas Facultativas. Vide a Figura 65.

Figura 65 - Pré-tratamento (esq.) e canal de distribuição dos esgotos (dir.).



Fonte: Autora, 2011.

Para reduzir os maus odores provenientes da liberação de biogás (processo natural da Lagoa Anaeróbia), e com a proximidade da população, foram instalados recentemente, pela CASAN, quatro tanques cobertos com lona de PVC, juntos à Lagoa Anaeróbia, como observa-se na Figura 66. Os gases são queimados, pois no local não há meio que os destine à geração de energia. Contudo, apenas dois tanques estão em funcionamento. A utilização desses tanques serve apenas como medida paliativa para redução dos odores; por esse motivo, a implantação de Lagoas de Estabilização deve ser localizada em áreas afastadas, longe de bairros residenciais, com faixa de proteção florestal, pois exala um forte mau cheiro que degrada o ambiente local.

Figura 66 - Reator com queimadores de gás.



Fonte: Autora, 2011.

Os esgotos tratados na Lagoa Anaeróbia (vide a Figura 67) seguem por um canal construído de um lado com blocos de concreto e do outro o próprio dique da lagoa. A partir desse são encaminhados à Lagoa Facultativa 1 e, de forma sequencial e em série, para as Lagoas Facultativas 2 e 3, mostradas na Figura 68. As interligações entre elas ocorrem através de um pequeno canal superficial nos diques que separam uma Lagoa da outra. As três Lagoas Facultativas possuem cortinas direcionadoras de fluxo, executadas com blocos de concreto, proporcionando um escoamento hidráulico contínuo.

Figura 67 - Lagoa Anaeróbia.



Fonte: Autora, 2011.

Figura 68 - Lagoa Facultativa 1 (esq.) e Lagoas Facultativas 2 e 3 (dir.).



Fonte: Autora, 2011.

Ao passar pela Lagoa Facultativa 3, o efluente tratado é encaminhado através de um canal de concreto (vide a Figura 69) e lançado no Córrego Potecas, onde esse se dirige para o Rio Forquilhas, depois Rio Maruim, e por fim, deságua no mar.

Figura 69 - Efluente tratado.



Fonte: Autora, 2011.

No entorno das Lagoas foram construídos piezômetros para monitoramento do lençol freático, feitos em PVC e CAP no fundo, com areia de granulometria de 01 a 02 milímetros, em volta dos poços, para impedir a passagem da areia da formação. Foram colocadas tampas de PVC para impedir a entrada de contaminantes externos (CASAN, 2004), como mostra a Figura 70.

Figura 70 - Piezômetros.



Fonte: Autora, 2011.

A manutenção da ETE é feita com capinação e limpeza das áreas de circulação, retirada de espuma (espuma), sobrenadante da superfície das Lagoas e o lodo gerado pelas Lagoas Facultativas (CASAN, 2004).

Nos tratamentos de esgoto por Lagoas de Estabilização é necessário espaço de terra e que permaneça longe de áreas residenciais, devido aos maus odores. A proteção florestal no entorno da área ajuda a atuar como barreira natural ao odor, porém com a proximidade das habitações é necessária à mudança do tratamento de esgoto adequado à região.

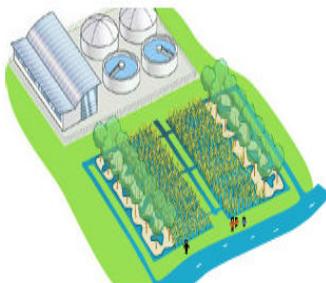
Em São José é essencial a substituição de um único tratamento de esgoto por outros tratamentos na região, a fim de eliminar a descarga de esgotos nos rios, descentralizando-o. A atenção deve ser dada a tratamentos de esgoto com boa eficiência, baixos custos, que não ocasionem mau cheiro e que exijam pequenas áreas de terra, para serem disseminados ao longo dos cursos d'água ou reutilizáveis.

5.4 A ARQUITETURA DA PAISAGEM E O TRATAMENTO FINAL DE EFLUENTES DE ETES EM SÃO JOSÉ/SC

De acordo com o que foi investigado, a partir dos dados coletados e mapas sobre o estudo de caso do Município de São José, constata-se sua deficiência em dois aspectos agravantes: 1) índices ínfimos de cobertura vegetal dentro do perímetro urbano e 2) único sistema de tratamento de esgoto sanitário, que atinge uma pequena proporção da área urbanizada. Conforme o estudo, torna-se claro que o Município está degradado, paisagística e ambientalmente, prejudicando o equilíbrio ecológico e qualidade de vida da população. Portanto, é importante propor medidas de preservação e ampliação dos espaços verdes no meio urbano, de acesso público, conciliando com tratamentos de esgotos urbanos, em resposta a uma integração com a natureza.

O tratamento de Jardins Filtrantes (tratamento terciário) é uma possível alternativa para compor juntamente com os outros tipos de tratamento de esgoto convencional (preliminar, primário e secundário). Com o tratamento completo, gerará efluentes de melhor qualidade, com recursos para a reutilização, para o reaproveitamento nos usos menos restritivos, como a irrigação dos espaços verdes do Município. Esse tratamento funciona como um sistema de espaços verdes para uso público, criando áreas de conservação para a fauna e a flora, além de ter execução facilitada e possuir custos reduzidos. Dessa maneira, pode-se articular conexões entre a arquitetura da paisagem com o tratamento final de efluentes das ETEs no Município de São José. A Figura 71 demonstra de como pode-se utilizar o tratamento de esgotos urbanos, juntamente com os Jardins Filtrantes, para a criação de espaços verdes de acesso ao público.

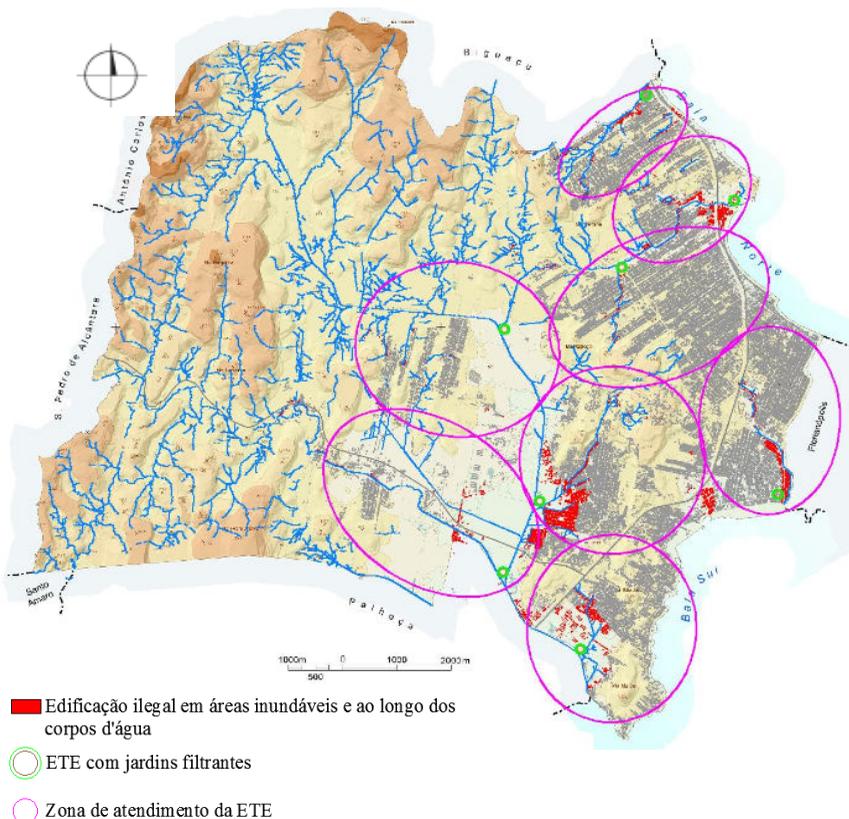
Figura 71 – Jardins Filtrantes como complementação de tratamento sanitário.



Fonte: PHYTORESTORE BRASIL, 2013.

O modelo descentralizador de tratamento de esgotos urbanos deve ser colocado na questão do planejamento da cidade, evitando um único sistema para toda região com extensas redes coletoras, possibilitando tecnologia adequada para cada local com alternativas de reuso. Portanto, os novos tratamentos de esgotos urbanos devem ser localizados nas bacias hidrográficas, nos pontos de altitude mais baixos de cada região, facilitando a transposição do efluente tratado pela gravidade, ou seja, aos longos dos rios e córregos, como mostra a Figura 72. Quanto à zona de atendimento das novas ETEs, não somente descentraliza a coleta e tratamento no aspecto demográfico atual, como também prevê a tendência expansão urbana futura no Município de São José.

Figura 72 – Modelo descentralizador de ETEs em São José/SC.



Fonte: PMSJ, 2004, modificada pela autora.

As margens dos rios e córregos podem ser transformadas em corredores verdes fluviais, com a utilização dos Jardins Filtrantes, unidos aos novos tratamentos de esgotos. Tais espaços serão transformados em parques, destinados ao uso público como alternativa de lazer e a manutenção e preservação de suas várzeas, regidas a partir do cumprimento das Leis Federais do Parcelamento do Solo nº 6.766/1979 (alterada pela Lei nº 9.785/1999), do Código Florestal nº 4.771/1965 (alterada pela Lei nº 12.651/2012), Resolução CONAMA nº 303/2002 e Resolução CONAMA nº 369/2006.

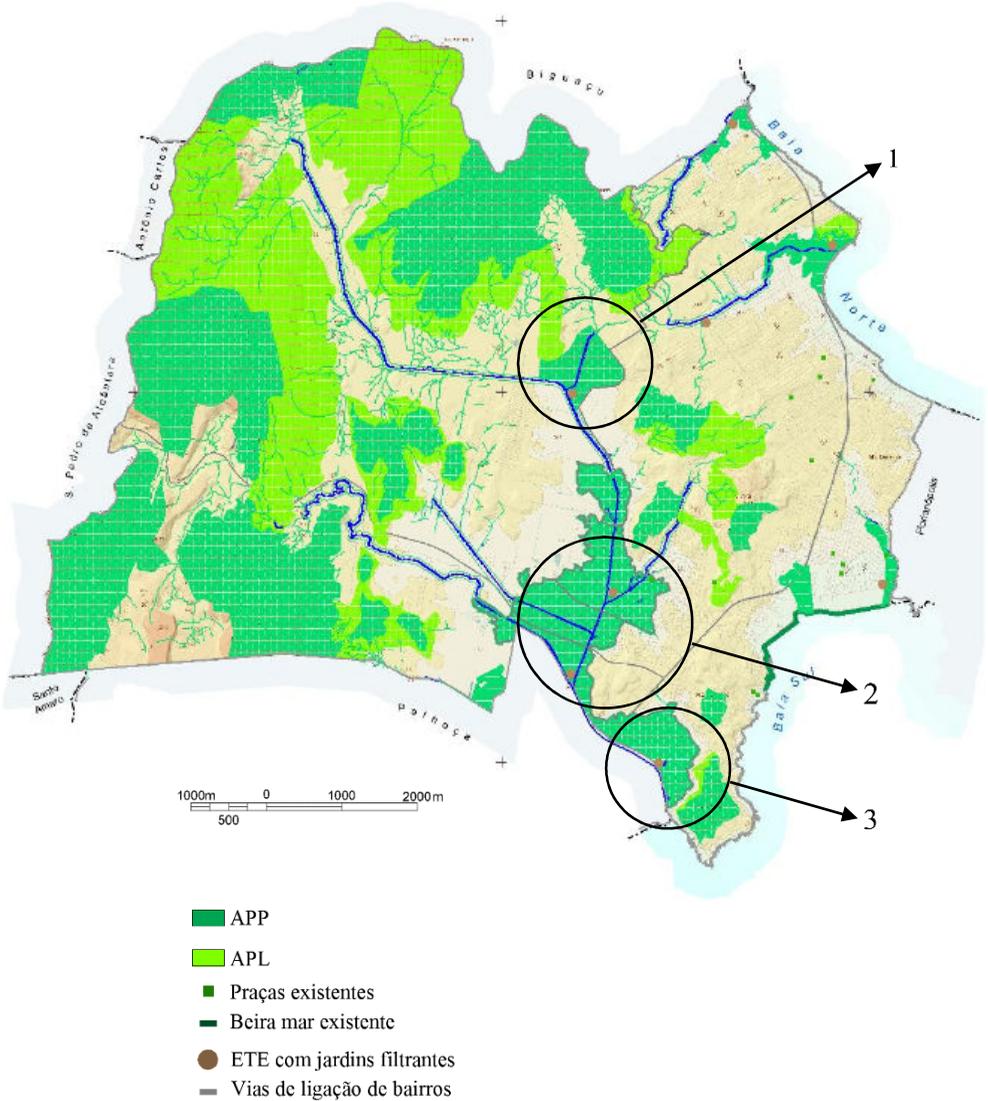
Essas áreas, consideradas como várzeas, são bastante importantes também devido ao armazenamento das águas nas épocas de cheias dos rios, nos períodos de intensidade pluviométrica alta; para tanto, a importância de remover habitações ao longo dos corpos d'água e em áreas inundáveis. Em consequência, percebe-se o aumento significativo de espaços verdes no perímetro urbano.

Para organizar estruturalmente os espaços verdes no Município, a criação de vias de ligação entre bairros no interior do Município poderia ser uma alternativa de delimitar e facilitar o acesso à população a esses espaços. Essas novas vias criarão eixos de ligação entre bairros, tornando a malha urbana conectada e evitará a formação de ruas em espinhas de peixe, sem saída e longos trajetos de um bairro a outro. Dessa maneira, equilibrará o fluxo viário, principalmente diminuindo a utilização da BR-101 para trajetos locais. Também é de grande importância como apoio à estrutura organizacional do crescimento urbano para essas localidades, gerando o desenvolvimento urbano local e sendo propiciador de segurança.

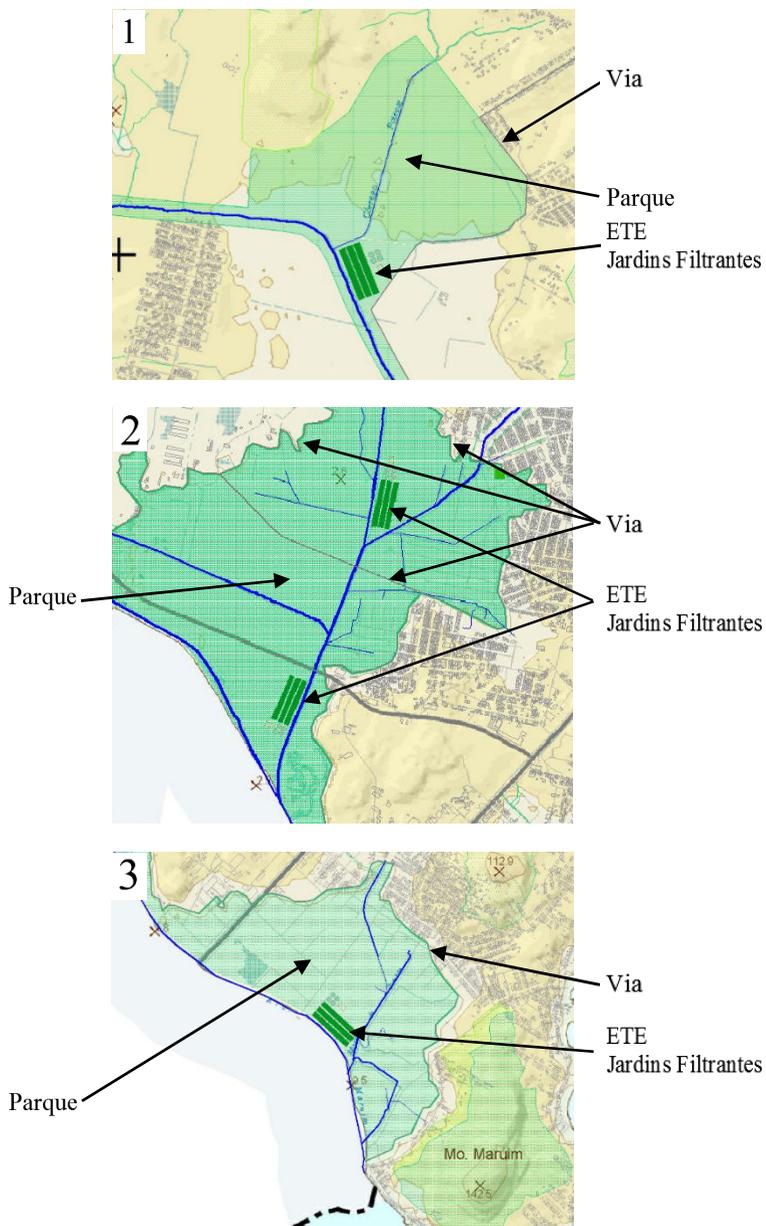
As áreas que não forem restritas à Preservação Permanente, para criação de parques urbanos, e Preservação de uso Limitado, será destinada ao crescimento populacional futuro, de acordo ao estabelecido no zoneamento do Município. A disposição dos novos espaços verdes, estruturados de maneira conectada, resultará em uma melhor relação com a mancha urbana.

Para tanto, de acordo com o que foi proposto, a Figura 73 mostra, de forma esquemática, como pode-se estruturar a arquitetura da paisagem com o tratamento final de efluentes de ETEs em São José.

Figura 73 – Proposta da arquitetura da paisagem com o tratamento final de efluentes de ETEs em São José/SC.



Fonte: PMSJ, 2004, modificada pela autora.



Fonte: PMSJ, 2004, modificada pela autora.

A proposta traz diversas vantagens e benefícios ao Município. Do ponto de vista ambiental, a utilização dos tratamentos de esgotos com corredores verdes nas margens dos rios resulta na manutenção do equilíbrio ecológico, tanto na recuperação das matas ciliares, aumentando a proporção de espaços verdes em São José, como na redução dos esgotos para a melhoria da qualidade da água dos rios, que resultam no aumento da saúde da população.

A criação desses espaços, conforme estão distribuídos, como corredores verdes, geram mais acessibilidade para a população. Isso ocasiona uma melhoria da qualidade de vida, pois garante ambientes de lazer e estético, devido ao contato com a natureza para o relaxamento e a recreação.

Quanto aos aspectos econômicos, devido à valorização ambiental e melhoria das condições de saúde, a Cidade ganha em benefícios fundiários, além de se tornar destino turístico, por aumentar atratividade local. Outra característica, diz respeito ao tratamento de Jardins Filtrantes, pelos custos reduzidos e também à reutilização do efluente tratado. A água de reuso reduz o uso dos recursos hídricos e pode ser utilizada para irrigação dos espaços verdes do Município. Dessa maneira, evita o desperdício da água de boa qualidade e ocasiona o melhoramento econômico da região.

Com a revelação dos benefícios gerados, a arquitetura da paisagem com o tratamento final de efluentes de ETEs em São José pode ser, portanto, considerada como uma questão de planejamento viável para a Cidade de São José, contra os problemas urbanos que se instalam, relativos aos esgotos urbanos e a ausência dos espaços verdes urbanos.

6 CONCLUSÕES

A água utilizável, como fator vital para os seres vivos, tem ocasionado diversos transtornos, pois está se esgotando. O problema tem origem no aumento populacional, ausência de planejamento e gestão sustentável, e falta de suporte legal, especialmente nos países em desenvolvimento, como o Brasil. O país detém a maior reserva de água do planeta, mas não é de maneira uniforme e sua qualidade está sendo corrompida por fatores de poluição, que altera a sua natureza, prejudicando o seu uso. Portanto, são necessárias medidas de tratamento adequados para atingir a qualidade da água desejável.

Os tratamentos de esgotos urbanos tiveram origem a alguns milênios no mundo e sempre estiveram relacionadas com o crescimento e necessidade das cidades. No Brasil, a história do saneamento está relacionada à chegada da Família Real ao Rio de Janeiro, em 1808, dando início às intervenções de saneamento na cidade. No início do século XX, destacou-se as intervenções de tratamento de esgoto feitas por Saturnino de Brito em diversas cidades brasileiras. Porém, a partir da década de 1950, com o crescimento populacional nos centros urbanos, os tratamentos não supriram à demanda da população, refletindo-se dessa maneira até nos dias atuais.

Os domicílios brasileiros possuem apenas cerca de metade dos esgotos coletados. Nas cidades que coletam, apenas 1/3 oferecem tratamento. Constatou-se que o Estado de Santa Catarina possui o pior índice de atendimento de esgoto da Região do Sul do País, que atinge diretamente a saúde da população.

Os componentes e métodos dos tratamentos de esgotos são bastante diversificados. Distinguem em tecnologia e economia, com méritos quantitativos e qualitativos variados. Contudo, no Brasil, o tratamento convencional não é completo, tendo uma capacidade limitada de remoção de poluentes, necessitando de alternativas para modificar o estado atual do saneamento.

Não diferente do restante do Brasil, São José/SC encontra-se em deficiência na coleta e tratamento de esgotos urbanos, com somente um único tratamento para toda a cidade, poluindo grande parte do sistema hídrico do Município. A ETE Potecas, com Lagoas de Estabilização, foi construída na década de 1980 às margens do córrego Potecas, na parte central do Município (Bairro Forquilhas e divisa com o Bairro Potecas), por ser o local de mais baixa altitude da região e distante de edificações,

Desde 2000 percebe-se um aumento de habitações no entorno da ETE em função da construção de loteamentos, que sofrem com os maus

odores do processo natural das Lagoas de Estabilização, degradando o ambiente local. Essa situação parece decorrer da ausência de medidas de fiscalização e de uma adequada regulamentação de usos na área de influência da ETE.

Portanto, é essencial a substituição de um único tratamento de esgoto por outros tratamentos na região, de maneira descentralizada, eliminando a descarga de esgotos nos rios. É importante a adequação de tratamentos de esgotos com boa eficiência, baixos custos, que não ocasionem mau cheiro e que exijam pequenas áreas de terra.

Quanto aos espaços verdes no meio urbano, são considerados áreas livres de edificação compostos por vegetação. Além de quantificados, devem possuir qualidades ecológica, estética e ligadas ao lazer e bem distribuídas, com acessibilidade facilitada para a população.

Os espaços verdes estão diretamente ligados às origens históricas da humanidade. A arquitetura da paisagem surge então como recuperação da ideia entre a cidade e a natureza como mudança social, funcional e espacial, proporcionando aumento econômico, refletindo como fonte de saúde para os trabalhadores. Tais mudanças influenciaram vários autores como Hausmann, Soria Y Mata, Howard, Clarence Perry. Para tanto, seus ideais servem hoje como exemplo de integração homem e natureza, como planejamento de comunidades sustentáveis. Porém, importante considerar que o caminho para o desenvolvimento urbano é justamente tentar complementar o que ainda faltam nos ideais propostos.

Os espaços verdes no Brasil surgiram no século XVIII, criados inicialmente para satisfazer às elites emergentes, com jardim compatível aos jardins ingleses e franceses. No período Republicano, essa concepção modifica-se, remodelando as cidades como Rio de Janeiro e São Paulo. Nas décadas de 1950 e 1960, com a crescente urbanização nos centros urbanos, surge o plano de Brasília, como ideia de cidade-parque e também em Curitiba, além do reforço vegetal, investimentos em transportes e equipamentos. Contudo, ao final da década de 1990 até os dias de hoje, percebe-se sua degradação através dos processos de urbanização acelerados, acrescido com a construção imobiliária em expansão, sem planejamento e cumprimento dos seus dispositivos legais, transformando as paisagens. Em conjunto, causam a poluição dos corpos d'água, do ar, os lixos, e ocupação inadequada no meio físico que causam problemas ao meio ambiente.

Em contrapartida, a presença de vegetação nas cidades geram inúmeros benefícios ambientais, sociais e econômicos, conforme os diferentes modos como esses espaços integram-se no tecido urbano e como são usados. A presença de espaços verdes, seja sua dimensão,

estrutura, localização, usos e funções, somadas ao valor social, econômico e ambiental, resultarão, portanto, em diversos benefícios no seu entorno. Existe, por outro lado, uma importância em propor, com incentivo do poder público, a preservação e ampliação dos espaços verdes no meio urbano. Para isso, é necessária uma política de defesa e valorização ambiental, assim como o desenvolvimento de programas educativos, a fim de ajudar sua preservação e utilização sustentável dos seus recursos.

Em São José, o crescimento acelerado da população ao longo do tempo, sem planejamento, agravou seu desordenamento territorial, com a consolidação de núcleos densamente povoados no litoral e segregados no interior do Município. O problema de regularização e administração do crescimento urbano torna-se cada vez mais urgente. Em vista disso, o espaço verde em São José na área urbana torna-se bastante degradado, com somente 5,29% de vegetação, que se distingue em: públicos, sistema viário, vegetação nativa secundária, plantações agrícolas e pastos, institucionais e privados, não atendendo à demanda populacional.

Quanto aos espaços de lazer, além de faltar quantidade vegetativa e ter impacto paisagístico relativamente baixo, possuem poucos equipamentos e dificuldade de acessibilidade da população. O Município de São José possui também uma quantidade razoável de lotes sem uso definido, como os vazios urbanos sem vegetação, com 10,89%. É importante considerar a presença dos vazios urbanos e sem vegetação, pois é um fator para a implantação de novos espaços verdes.

Referente à vegetação nativa secundária, a área urbana de São José sofre uma pressão constante pela urbanização. O caso mais agravante são as matas ciliares. Devido à alta densidade de drenagem hídrica e das propriedades geomorfológicas do relevo, as áreas de interesse ambiental legal ocupam grande parte do Município que inviabilizam praticamente qualquer tipo de uso do solo.

Percebe-se também uma vegetação urbana em áreas dispersas e com baixa cobertura vegetal. As maiores concentrações estão em áreas Preservação Permanente e Preservação de uso Limitado no Município; porém, não reduzem as necessidades de espaços verdes para o uso de lazer, não dispendo de infraestrutura necessária de acesso para uso populacional.

Tais dados confirmam a ideia da necessidade de elaboração de normas rigorosas de ocupação do solo para o desenvolvimento social, econômico e ambiental do Município. Os corredores verdes fluviais propõem-se como alternativa de projeto para espaços verdes no Município. Além de aumentarem a quantidade de espaços verdes, dão

proteção natural aos rios e córregos, com a manutenção de suas várzeas e possibilitam diversos usos e funções ligadas ao lazer, gerando benefícios ao entorno, principalmente por oferecer uma relação direta do indivíduo com a natureza.

Os Jardins Filtrantes são considerados espaços verdes, utilizados como solução dos problemas de esgotos urbanos. Tal proposta considera-se como uma opção viável para ser utilizado em São José de forma a articular conexões entre a arquitetura da paisagem com o tratamento final de efluentes das ETEs no Município. A facilidade de execução, tecnologia simplificada e custos reduzidos, podem complementar a infraestrutura de tratamento de esgoto convencional. Com o tratamento completo, gerará efluente de melhor qualidade, com recursos para a reutilização, para o reaproveitamento nos usos menos restritivos, como irrigação dos espaços verdes do Município. Por outro lado, os Jardins Filtrantes também são concebidos como uma paisagem natural, um espaço verde na cidade para o uso público.

O modelo descentralizador de tratamento de esgotos urbanos é um ponto importante no planejamento da Cidade de São José, pois evita um único tratamento de esgoto para toda região e extensas redes coletoras, assim como prevê a tendência expansão urbana futura no Município. A integração dos tratamentos descentralizados com os Jardins Filtrantes nos corredores verdes possui dois motivos pertinentes: 1) os novos tratamentos de esgotos urbanos devem ser localizados nas bacias hidrográficas, nos pontos de altitude mais baixos de cada região, facilitando a transposição do efluente tratado pela gravidade; 2) servem para a proteção das várzeas, em épocas de cheias.

Para melhor organização estrutural da Cidade com os espaços verdes, a criação de vias de ligação entre bairros é vista como uma tentativa de conectar os bairros e evitar longos trajetos de um bairro a outro, equilibrando o fluxo viário, gerando desenvolvimento urbanos e segurança pública. Dessa forma, faz a delimitação e conexão com os espaços verdes, para melhor acesso da população a esses espaços.

As outras áreas não destinada à Preservação Permanente, para criação de parques urbanos, e Preservação de Uso Limitado, será destinada ao crescimento populacional futuro, de acordo com o que foi estabelecido no zoneamento do Município. Assim, a Cidade resultará numa melhor estruturação da mancha urbana.

Para solucionar os problemas urbanos dos esgotos, a integração com a natureza se faz mais vantajosa, pois traz diversos benefícios à Cidade: ambiental, pela manutenção do equilíbrio ecológico recuperando as matas ciliares, aumentando a proporção de espaços verdes e diminuição

das descargas de esgotos nos rios; social através da melhoria da qualidade de vida, por garantirem ambientes de lazer e estéticos, por possibilitar o contato com a natureza; e econômicos, pelos benefícios fundiários e destino turístico que os espaços verdes proporcionam, além dos custos reduzidos do tratamento de Jardins Filtrantes e pela reutilização da água tratada, evitando o desperdício da água de boa qualidade, preservando os rios.

Portanto, conclui-se que a possibilidade de articular a arquitetura da paisagem com o tratamento final dos efluentes das ETEs no Município de São José, é considerada como uma questão vital de planejamento viável para a Cidade de São José.

6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir desta pesquisa, pretende-se ampliar os conhecimentos sobre os sistemas de tratamentos que utilizam recursos da natureza, que se inserem nos espaços verdes, para fazer a integração com os diferentes aspectos ambientais, sociais e econômicos das regiões brasileiras. Por envolverem uma complexidade multidisciplinar, necessita-se de conhecimentos aprofundados, tanto no campo urbanístico, quanto sanitário e botânico para que se complementem de forma técnica e estrutural no meio urbano.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABES - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA. *Missão de Benchmarking à Espanha*. Prêmio Nacional de Qualidade e Saneamento (PNQS). Relatório Final. Madrid. Dez. 2003.

AFONSO, Sonia. *Urbanização de Encostas: Projetando a Arquitetura da Paisagem*. Paisagem e Ambiente: ensaios/Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. São Paulo: FAU, n.14. Dez. 2001.

ASLA - AMERICAN SOCIETY OF LANDSCAPE ARCHITECTS. *O que é Arquitetura da Paisagem*. Disponível em <<http://soniaa.arq.prof.ufsc.br/arq5605/Arquiteturadapaisagemdefinindoaprofissao.htm>>. Acesso em 17 de jul. 2013.

ALFONSO, Carmen. *Saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas*. Máxima Calidad. Ambienta. Maio 2002.

ANDRADE, C. R. M. *A Peste e o Plano: O urbanismo sanitaria do engenheiro Saturnino de Brito*. Dissertação (Mestrado em Estruturas Ambientais). FAUSP. 1992.

ANDRADE, Liza Maria Souza. *O conceito de Cidades-Jardins: uma adaptação para as cidades sustentáveis*. Arquitectos. Vitruvius. 1042.02, ano 04, nov. 2003.

AYRES, J. M.; FONSECA, Gustavo A. B.; RYLANDS, A. B.; QUEIROZ, H. L.; PINTO, L. P.; MASTERSON, D.; CAVALCANTI, R. B. *Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil*. Sociedade Civil Mamirauá (SCM). 2005.

BARNES, D.; BLISS, P. J.; GOULD, B.W.; VALLENTINE, H.R. *Water and wastewater engineering systems*. Pitman Publishing Inc, Massachussets. 1981.

BAUDELLE, G. Villeneuve d'Ascq, ville nouvelle pionnière. Pouvoirs locaux. Les cahiers de la décentralisation. França, n. 60. 2004.

BENÉVOLO, Leonardo. *História da Arquitetura moderna*. São Paulo, SP: Perspectiva, 1989.

BENÉVOLO, Leonardo; MELOGRANI, C.; LONGO, T. G. *La Progettazione della Città Moderna*. 1977. Versão consultada: Projectar a Cidade Moderna. Coleção Dimensões. Editorial Presença. Lisboa. 1980.

BERNARDI, Cristina Costa. *Reuso de Água para Irrigação*. Monografia do ISEA-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL. Modalidade MBA, Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, com área de concentração em Planejamento Estratégico. Distrito Federal. 2003.

BRASIL. Lei das Águas nº 9.433. Brasília, 1997.

_____. Lei do Código Florestal nº 12.651. Brasília, 2012

_____. Lei do Parcelamento do Solo nº 9.785. Rio de Janeiro, 1999.

_____. Portaria nº 2.914. Ministério da Saúde. 2011.

_____. Lei do Saneamento Básico nº 11.445. Brasília, 2007.

CASAN - COMPANHIA CATARIENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO. *Descrição sucinta do sistema integrado de abastecimento de água da Grande Florianópolis*. [S.l.], 2004.

CHIESURA A. *The role of urban parks for the sustainable city*. Landscape and Urban Planning, 68. 2004.

CHOAY, Françoise. *Introduction*. In: HAUSMANN, Georges Eugène. *Memoires*. Paris: Seuil. 2000

CHOAY, Françoise; MERLIN, P. *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*. Paris: Presses Universitaires de Paris. 2005.

CEDAE - COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUA E ESGOTO. *Fundação da cidade do Rio de Janeiro*. Disponível em <<http://www.cedae.com.br>>. Acesso em 01 de abr. 2013.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 430/2011.

Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 303/2002.

Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 369/2006.

COPORUSSO, Danúbia; MATIAS, Lindon Fonseca. *Áreas verdes urbanas: avaliação e proposta conceitual*. Simpósio de Pós-Graduação em geografia do Estado de São Paulo SIMPGEOU-SP. VIII Seminário de Pós-Graduação em geografia da Unesp. Rio Claro, São Paulo. 2008.

CORMIER, N.; PELLEGRINO, Paulo R. M. *Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana*. Paisagem e Ambiente: ensaios, São Paulo. 2008.

COSTA, Carlos Smaniotto. *Áreas Verdes: um elemento chave para a sustentabilidade urbana. A abordagem do Projeto GreenKeys*. Arqtextos. Vitruvius. 126.08, ano 11. Nov. 2010.

COSTA, Arnaldo João. *Metodologia para análise de tarifas de sistemas de abastecimento de água – SAA com base nos custos de implantação e operação do sistema*. Dissertação de mestrado. UFSC. 2003.

CONWAY, H. *Landscape Design*. Victorian Parks. 1989.

COUTINHO, H. D.; BARBOSA, A. R. *Fitorremediação: Considerações Gerais e Características de Utilização*. Silva Lusitana 15(1):103-117. EFN, Lisboa. Portugal. 2007.

DRAMSTAD, Wenche E.; OLSON, James D.; FORMAN, Richard T. T. *Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning*. Harvard University Graduate School of Design. 1996.

DI FIDIO, M. *Architettura del paesaggio*. 3 ed. Milano: Pirola Editores. 1990.

EPAGRI - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. *Atlas Climatológico do Estado de Santa Catarina*. Versão 01/01. Maio 2002.

FARIAS, Vilson Francisco de. *De São José aos Açores – 252 anos: em busca das raízes*. Florianópolis: Ed.do autor. 2002.

FADIGAS, Leonel. *Espaços verdes urbanos. Textos de apoio*. Disciplina: Espaços Verdes Urbanos. Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa. 2006.

FERREIRA, Adjame Dias. *O Caso do Passeio Público da Cidade do Rio de Janeiro*. Dissertação de mestrado do curso de Pós- Graduação em Ciência Ambiental – PGCA da Universidade Federal Fluminense – UFF. 2005.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Novo dicionário da língua portuguesa*. Editora Nova Fronteira. 2ª edição. Rio de Janeiro. 1986.

FINK, Charles A.; SCHWARTZ, Loring. *Greenways: a guide to planning, design and development*. Island Press, Washington D.C.1993.

FIRME, Lilian Pittol. *Efeito da irrigação com efluente de esgoto tratado no sistema solo-planta em Latossolo cultivado com cana-de-açúcar*. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). 2007.

FREITAS-LIMA, Elizete Aparecida Checon; CAVALHEIRO, Felisberto. *Espaços Livres Públicos da cidade de Ilha Solteira, SP – Brazil*. HOLOS Environment, v. 3, n. 1 ISSN 1519-8421. 2003.

FRISCHENBRUDER, M. T. M; PELLEGRINO, Paulo R. M. *Using greenways to reclaim nature in Brazilian cities*. In: Landscape and Urban Planning. Vol. 76. Elsevier. 2006.

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. *Manual de Saneamento*. Ministério da Saúde. Brasília. 2004.

GERALDO, J. C. *A evolução dos espaços livres públicos de Barueri Brotas e Dois Córregos*. Dissertação (Mestrado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, São Paulo. 1997.

GOMES, Marco Antonio Ferreira. *Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã*. Embrapa (Empresa brasileira de pesquisa agropecuária), 2011. Disponível em <<http://educar.sc.usp.br/biologia/prociencias/arboriz.html>>. Acesso em 04 de set. 2012.

GOMES, Marcos Antônio Silvestre. *As praças de Ribeirão Preto-SP: uma contribuição geográfica ao planejamento e à gestão dos espaços públicos*. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Uberlândia, 2005.

GIBBERD, F. *The master design; landscape; housing; the town centres*. In: Evans, H. Charles, Knight & Co. Ltd. *New Towns, The British Experience*. London. 1972.

HAMMER, Mark J.; HAMMER, Mark J. Jr. *Water and wastewater technology*. 5 ed. New Jersey, EUA: Prentice-Hall. 1996.

HELLMUND, P. C.; SMITH, D. S. *Designing Greenways-Sustainable landscapes for nature and people*. Island Press, Washington. 2006.

HERZOG, Cecilia P. *Corredores verdes: expansão urbana sustentável através da articulação entre espaços livres, conservação ambiental e aspectos histórico-culturais*. In: Terra, Carlos G. e Andrade, Rubens de. *Coleção Paisagens Culturais – Materialização da Paisagem através das Manifestações Sócio-Culturais*. UFRJ-EBA. 2008.

HESPAÑHOL, Ivanildo. *Potencial de Reúso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Município e Recarga de Aquíferos*. In: Santos, H. F.; Mancuso, P. C. S. *Reúso de Água*. Editora Manole. São Paulo, 2002.

HOUGH, Michael. *Natureza y ciudad*. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona. 1998.

HOWARD, Ebenezer. *Cidade-jardins de amanhã*. In: Dacio A. B. Ottoni. *Editora de Humanismo, Ciência e tecnologia HUCITEC Ltda*. São Paulo. 1996.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA E GEOGRAFIA. *Regiões de Influência das Cidades: 2007/IBGE*. [S.l.: s.n.]. 2008.

INSTITUTO TRATA BRASIL; FGV - FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. *Benefícios econômicos da expansão do saneamento Brasileiro*. 2010.

KARNAUKHOVA, E.; SANTOS, Vanessa Cardoso dos; MOSER, Miriam. *Mapeamento da Evolução Histórica da Ocupação Urbana: Município de São José/ SC*. 2004.

KHATRI, K. B.; VAIRAVAMOORTHY, K. *Challenges for urban water supply and sanitation in the developing countries*. Discussion Draft Paper for the session on Urbanisation. UNESCO-IHE. Institute for water education. 2007.

LAMAS, J. M. R. G. *Morfologia urbana e desenho da cidade*. Lisboa: Fundação Calouste Gubenkian. Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica. 1993.

LANDI, Francisco Romeu. *A evolução histórica das instalações hidráulicas*. São Paulo. EPUSP, 1993.

LAURIE, Michael. *An Introduction to Landscape Architecture*. American Elsevier Company, Inc., Nova Iorque, 1975.

LITTLE, Charles E. *Greenways for America*. The John Hopkins University Press, Baltimore and London. 1990.

LOBODA, Carlos Roperto; DE ANGELIS, Bruno Luiza Domingos. *Áreas Verdes Públicas Urbanas: Conceitos, Usos e Funções*. *Ambiência Guarapuava*, PR v.1 n.1 p. 125-139 jan./jun. 2005.

LUTTIK J. *The value of trees, water and open spaces as reflected by house prices in the Netherlands*. *Landscape and Urban Planning*, 48. 2000.

MACEDO, Silvio Soares. *Espaços Livres*. Paisagem e Ambiente: ensaios/ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. São Paul: FAU, n.7. Jun. 1995.

_____. *Produção da Paisagem urbana Contemporânea Brasileira no Final do Século 20*. Paisagem e Ambiente: ensaios/ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. São Paulo: FAU, n.14. Dez. 2001.

MACEDO, Silvio Soares; SAKATA, Francine Gramacho. *Parques Urbanos no Brasil*. São Paulo. Edusp. 2003.

MARQUES, Eduardo César. *Da higiene à construção da cidade: O Estado e o saneamento no Rio de Janeiro*. História, ciência e Saúde. Manguinhos II. 1995.

MATOS, Fátima Loureiro. *Espaços públicos e qualidade de vida nas cidades - O caso da Cidade Porto*. Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto/CEGOT. OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia, v.2, n.4. Jul, 2010.

MCHARG, Ian. *Design with nature*. New York. J. Wiley. 1992.

MOTA, S. *Preservação de recursos hídricos*. ABES. 1988.

NUCCI, João Carlos. *Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)*. 2ª ed. Curitiba: O Autor, 2008.

OPS - ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. *Água e Saúde*. Representação Sanitária Pan-Americana. Escritório Regional da Organização Mundial da Saúde. Brasil, 2011.

OTTONI, Dacio A. B. Apresentação in: HOWARD, Ebenezer. *Cidade-jardins de amanhã*. Introdução de Dacio A. B. Ottoni. Editora de Humanismo, Ciência e tecnologia HUCITEC Ltda. São Paulo. 1996.

QASIM, S.R. *Wastewater treatment plants: planning, design and operation*. Holt, Rinehart and Winston, New York. 1985.

PALÁCIO, Pedro Navascués. *La Ciudad Lineal de Arturo Soria*. Villa de Madrid (28). UPM. 1969.

PAIVA, H.N.; GONÇALVES, W. *Florestas Urbanas*. Viçosa – MG: Aprenda Fácil, 2002.

PELLEGRINO, Paulo R. M. *Por uma paisagem fluvial para a São Paulo*. Paisagens em Debate. Revista eletrônica da área Paisagem e Ambiente, FAU.USP - n. 01, out. 2003.

PEREIRA, C. M. *Cultivo de peixes em efluentes domésticos provenientes de lagoas de estabilização*. Anais do 22o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 1, p.10–18. 2003.

PHILIPPI, Luiz Sérgio. *Aspectos técnicos e ambientais do esgotamento sanitário*. Seminário: A Lei da Política Nacional do Saneamento Básico e o Inquérito Civil Público Estadual 04/04/PGJ/MPSC. Florianópolis. 2008.

PHYTORESTORE BRASIL. Disponível em <<http://www.ambiente.sp.gov.br/economiaverde2/download/Phytorestore.pdf>>. Acesso em 16 de set. 2012.

PMSJ - PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ. *Projeto de Revisão do Plano Diretor de São José/ SC*. [S.l.], 2004.

PÓSARQ/UFSC – PÓS GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Disponível em <<http://www.posarq.ufsc.br>>. Acesso em 30 de abr. 2013.

REIS, Almir F. *Permanências e Transformações no Espaço Costeiro: formas e processos de crescimento urbano-turístico na Ilha de Santa Catarina*. Tese de Doutorado. Brasília: UNB-DF. 2002.

ROCHA, Júlio C.; Rosa André H.; Cardoso, Arnaldo A. *Introdução à Química Ambiental*. Editora Bookman. 2004.

SEGAWA, H. *Ao Amor do Público. Jardins do Brasil*. Ed. São Paulo. SP. Studio Nobel/Fapesp. 1996.

SILVA, Aline de Figueirôa. *Jardins históricos brasileiros e mexicanos. Interlocações sobre histografia e preservação*. Arquitectos. Vitruvius. 111.01, ano 10, mar. 2011.

SILVA A. S.; LIMA L. T.; GOMES P. C. F. *Captação e Conservação de Água de Chuva para Consumo Humano: Cisternas Rurais- Dimensionamento, Construção e Manejo*. EMBRAPACPTASA, Circular Técnica. n.12, 103p, 1984.

SILVA, José Ribeiro da. *Os Esgotos do Rio de Janeiro*. VI. 2002.

SNIS - SISTEMA NACIONAL de INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. *Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgoto*. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Ministério das Cidades. 2010.

SNUC - SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 9.985. Brasília, 2000.

SORIANO, Afranio J. S. *Estrada parque: proposta para uma definição*. Tese (doutorado) – Departamento de Geografia. Universidade Estadual Paulista. Unesp. Rio Claro. 2006.

SITTE, C. *A Construção das Cidades segundo seus Princípios Artísticos*. Organização e Apresentação de Carlos Roberto Monteiro de Andrade, tradução de Ricardo Ferreira Henrique, editora Ática, São Paulo, 1992.

SPIRN, Anne. W. *O Jardim de Granito. A natureza no desenho da cidade*. São Paulo: Edusp, 1995.

SORIA Y MATA, Arturo. *La Cité Linéaire. Conception Nouvelle pour L'Aménagement des Villes*. Paris: École Supérieure des Beaux Arts. 1984.

SOUZA, Thiago de. *São José da terra firme ou simplesmente São José*. Canarinho Ltda. São José. 2ª ed. 1992.

SUDESUL/UFSC - SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO SUL. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. *Comissão Nacional de Região Metropolitanas e Política Urbana (Brasil)*. Curso de desenvolvimento urbano e local para a Grande Florianópolis, 1976.

TERRA, Carlos G. *O Jardim no Brasil no Século XIX. Glaziou Revisitado*. 2 ed. Rio de Janeiro: EBA/ UFRJ, 2000.

TERRA, Carlos. G.; VASCONCELLO. V. M.; ANDRADE, R.; TRINDADE, J. A.; BENASSI, A. H. *Arborização: ensaios historiográficos Rio de Janeiro*. EBA/UFRJ, 2004.

THOMANN, R. V.; MUELLER, J.A. *Principies of surface water quality modeling and contra!* Harper International Edition. 1987.

TOMÁZ, Plínio. *Aproveitamento de água de chuva: Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis*. Navegar Editora. São Paulo. Brasil. 2003.

TOURINHO, Adriana de Oliveira. *A influência das reformas urbanas parisienses no Rio de Janeiro dos anos 20*. Programa de Pós-Graduação em História Social da UFRJ. Anais das Jornadas de 2007.

TUCCI, Carlos E. M. *Gestão da água no Brasil*. Brasília: UNESCO, 2001.

VON SPERLING, Marcos. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto*. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, 1995.

_____. *Lagoas de Estabilização*. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, 1996.

YIN, Robert K. *Case Study Research - Design and Methods*. Sage Publications Inc., USA, 1989.

8 REFERÊNCIAS DAS FIGURAS

Figura 1: FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. *Manual de Saneamento*. Ministério da Saúde. Brasília, 2004.

Figura 2: SNIS - SISTEMA NACIONAL de INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. *Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgoto*. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Ministério das Cidades. 2010.

Figura 3: INSTITUTO TRATA BRASIL; FGV - FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. *Benefícios econômicos da expansão do saneamento Brasileiro*. 2010.

Figura 4: BARROS, R. T. V. et al. *Saneamento*. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG. 221 p. Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios, 2. 1995.

Figura 5: SABESP – SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em <<http://www.sabesp.com.br/site/interna/>> Acesso em 16 de mar. 2013.

Figura 6: CASAN - COMPANHIA CATARIENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO. Disponível em <<http://novo.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/ete-estacao-de-tratamento-de-esgotos-sanitarios#1700>>. Acesso em 17 de ago. 2012.

Figura 7: (esq.) FURTADO, Marcelo. *Efluentes*. Química e Derivados. Editora QG. Edição nº 494 - Fevereiro de 2010.

(dir.) PHYTORESTORE BRASIL. Disponível em <<http://www.ambiente.sp.gov.br/economiaverde2/download/Phytoresstore.pdf>>. Acesso em 16 de set. 2012.

Figura 8 à 12, 71: PHYTORESTORE BRASIL. Disponível em <<http://www.ambiente.sp.gov.br/economiaverde2/download/Phytoresstore.pdf>>. Acesso em 16 de set. 2012.

Figura 13: Autora, 2012.

Figura 14 e 15: PHILIPPI, Luiz Sérgio. *Aspectos técnicos e ambientais do esgotamento sanitário*. Seminário: A Lei da Política Nacional do Saneamento Básico e o Inquérito Civil Público Estadual 04/04/PGJ/MPSC. Florianópolis. 2008.

Figura 16: VON SPERLING, Marcos. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto*. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, 1995.

Figura 17: (esq.) WIKIPÉDIA. *Mapa Espanha, Comunidade autónoma de Madrid*. Disponível em <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Madrid_in_Spain.svg>. Acesso em 20 de mai. 2013.

(dir.) CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO. Comunidad de Madrid. Disponível em <<http://www.madrid.org>>. Acesso em 13 de mar. 2013.

Figura 18: GOOGLE EARTH. Disponível em <<http://www.google.com/earth/index.htm>>. Acesso em 30 de maio. 2013.

Figura 19: Autora, 2013.

Figura 20: Autora, 2009.

Figura 21: SORIA Y MATA, Arturo. *La Cité Linéaire*. Conception Nouvelle pour L'Aménagement des Villes. Paris: École Supérieure des Beaux Arts. 1984.

Figura 22: LAMB, Richard Henry. Complexidade em arquitetura e urbanismo: uma avaliação das ciclovias em Florianópolis, Brasil. Dissertação de mestrado. Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo/UFSC. 2006.

Figura 23: NEWTON, Norman. *Design on the land: the development of landscape architecture*. Cambridge. The Belknap Press of Harvard University Press. 1971.

Figura 24: BATY-TORNIKIAN, G. *Cités-jardins. Genèse et actualité d'une utopie*. Paris: Recherches / IPRAUS, 2001.

Figura 25: SCHLEE, Mônica Bahia. *O Passeio Público do Rio de Janeiro*. Arqtextos. Vitruvius. 052.01, ano 05, abr. 2006.

Figura 26: MACEDO, Silvio Soares; SAKATA, Francine Gramacho. *Parques Urbanos no Brasil*. São Paulo. Edusp. 2003.

Figura 27: Sonia Afonso, 2000.

Figura 28: JUCÁ, Jane Monte. *Princípios da Cidade-Parque: categoria urbana concebida no Plano Piloto de Brasília*. Arqtextos. Vitruvius. 113.01, ano 10, dez. 2009.

Figura 29: Autora, 2004.

Figura 30: URBAN NETWORK. Disponível em <<http://urban-networks.blogspot.com.es/2012/04/melodias-encadenadas-i-el-emerald.html>> Acesso em 02 de abril 2013.

Figura 31: (esq) HERZOG, C.; ROSA, L. *Infraestrutura verde: Sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana*. Revista LABVERDE. 1, 91-115. 2010.

(dir.) Autora, 2013.

Figura 32: SMITHSONIANMAG. Disponível em <<http://www.smithsonianmag.com/history-archaeology/75-Years-of-the-Blue-Ridge-Parkway.html>>. Acesso em 24 de mai. 2013.

Figura 33: SORIANO, Afranio J. S. *Estrada parque: proposta para uma definição*. Tese (doutorado) – Departamento de Geografia. Universidade Estadual Paulista. Unesp. Rio Claro. 2006.

Figura 34: SPIRN, Anne. W. *O Jardim de Granito. A natureza no desenho da cidade*. São Paulo: Edusp, 1995.

Figura 35: ARQUITETURA E VIVER Disponível em <<http://arquiteturaeviver.blogspot.com.br/2011/01/invertendo-o-fluxo-das-vias-navegaveis.html>>. Acesso em 24 de mai. 2013.

Figura 36: ECO LOCALIZER. Disponível em <<http://ecolocalizer.com/2011/05/10/arcatas-wondrous-waste-water-treatment-wetlands/>>. Acesso em 24 de mai. 2013.

Figura 37: (em cima) WIKIPÉDIA. *Mapa Santa Catarina, Município de São José*. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:SantaCatarina_Municip_SaoJose.svg>. Acesso em 16 de set. 2012.

(embaixo) PMSJ - PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ. *Projeto de Revisão do Plano Diretor de São José/ SC*. [S.l.], 2004.

Figura 38 à 50, 52, 53, 58 à 61, 72 e 73: PMSJ - PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ. *Projeto de Revisão do Plano Diretor de São José/ SC*. [S.l.], 2004.

Figura 51: GOOGLE MAPS. Disponível em <<https://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=w1>>. Acesso em 15 de jan. 2013.

Figura 54: (esq.) PMSJ - PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ. *Projeto de Revisão do Plano Diretor de São José/ SC*. [S.l.], 2004. (dir.) Autora, 2008.

Figura 55, 56: GOOGLE EARTH. Disponível em <<http://www.google.com/earth/index.htm>>. Acesso em 15 de jan. 2013.

Figura 57: (esq.) Autora, 2008. (dir.) GOOGLE EARTH. Disponível em <<http://www.google.com/earth/index.htm>>. Acesso em 15 de jan. 2013.

Figura 62 e 64: CASAN - COMPANHIA CATARIENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO. *Descrição sucinta do sistema integrado de abastecimento de água da Grande Florianópolis*. [S.l.], 2004.

Figura 63: GOOGLE EARTH. Disponível em <<http://www.google.com/earth/index.htm>>. Acesso em 16 de set. 2012.

Figura 65 à 70: Autora, 2011.