

Gerly Mattos Sánchez

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE AS INUNDAÇÕES E A
EVOLUÇÃO URBANA NA BACIA DO RIBEIRÃO
FORQUILHAS, SÃO JOSÉ/SC, NO PERÍODO DE 1975 A 2011**

Dissertação submetida ao Programa de
Pós-Graduação de Geografia da
Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do Grau de
Mestre em Geografia

Orientador: Prof. Juan Antonio
Altamirano Flores, Dr.

Coorientador: Prof. Masato Kobiyama,
Dr.

Florianópolis
2015

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

Sánchez, Gerly Mattos

Análise da relação entre as inundações e a evolução urbana na bacia do Ribeirão Forquilhas, São José/SC, no período de 1975 a 2011 / Gerly Mattos Sánchez ; orientador, Juan Antonio Altamirano Flores ; coorientador, Masato Kobiyama. - Florianópolis, SC, 2015.

183 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

Inclui referências

1. Geografia. 2. Inundação. 3. Registro histórico. 4. Precipitação. 5. Expansão urbana. I. Flores, Juan Antonio Altamirano . II. Kobiyama, Masato . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Geografia. IV. Título.

Gerly Mattos Sánchez

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE AS INUNDAÇÕES E A
EVOLUÇÃO URBANA NA BACIA DO RIBEIRÃO
FORQUILHAS, SÃO JOSÉ/SC, NO PERÍODO DE 1975 A
2011**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação de Geografia.

Florianópolis, 08 de abril de 2015.

Prof. Márcio Rogério Silveira, Dr.
Coordenador do PPGG-UFSC

Prof. Juan Antonio Altamirano Flores, Dr.
Orientador GCN-UFSC

Prof. Masato Kobiyama, Dr.
Coorientador IPT/UFRGS

Banca Examinadora:

Prof. Roberto Verdum, Dr.
UFRGS

Prof. Roberto Fabris Goerl, Dr.
UFSC/ Campus Curitibanos

Prof. Joel Robert G. M. Pellerin, Dr.
GCN/UFSC

Este trabalho é dedicado a minha família e aos cidadãos que vivenciam há anos a problemática das inundações do ribeirão Forquilhas.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Professor Juan Antonio Altamirano Flores pela confiança que me foi dada para realizar a pesquisa, apoio e amizade.

Ao meu coorientador Professor Masato Kobiyama pelos ensinamentos e tempo cedidos para me auxiliar nos percalços com a hidrologia e na pesquisa como um todo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina pela oportunidade de realizar a pesquisa de mestrado.

Ao CNPQ por ter financiado a pesquisa através do fornecimento da bolsa de estudo.

Aos Professores Roberto Verdum, Joel Pellerin e Roberto Fabris Goerl pelas contribuições na banca de avaliação. Em especial, ao Professor Roberto Fabris Goerl pelo incentivo e contribuições durante todo o processo de amadurecimento acadêmico e ao Professor Joel Pellerin pelas aprendizagens no campo.

A Professora Maria Lúcia Herrmann pela disponibilidade de seus impressos com informações de suas pesquisas realizadas na bacia do ribeirão Forquilhas.

Ao Professor Paulino, ao Henrique Vilela e ao Norberto Destro pelos auxílios com a cartografia.

À Marisa pelas contribuições para a pesquisa até a reta final, aos amigos Sheila pelos auxílios com a hidrologia e Patrick, Mauricio (Zélão) e Drielly com *softwares* de geoprocessamento.

Agradeço ao meu marido André pela compreensão de sempre e paciência, assim como aos meus familiares e amigos pelas palavras de incentivo para que eu pudesse prosseguir, com serenidade, os meus estudos durante o mestrado.

À Secretaria Nacional de Acessibilidade e Programas Urbanos do Ministério das Cidades pelo suporte financeiro na realização dos trabalhos de campo e dados disponibilizados a partir do projeto “Carta de aptidão à urbanização no município de São José-SC”.

À Secretaria de Estado de Planejamento e Orçamento (SEPLAN) e à Prefeitura Municipal de São José pela disponibilidade de dados cartográficos, à EPAGRI pelo fornecimento dos dados de precipitação e à Diretoria de Defesa Civil do município pelo suporte no campo e pelas informações prestadas.

“A verdadeira medida de um homem não é como ele se comporta em momentos de conforto e conveniência, mas como ele se mantém em tempos de controvérsia e desafio”
(Martin Luther King).

RESUMO

Desastres relacionados à inundação são recorrentes na bacia do Ribeirão Forquilhas, situada em São José/SC, desde o início da sua ocupa o urbana na década de 1970. Essa bacia constitui um setor urbano afetado por inunda es ocasionadas tanto pelos condicionantes naturais e da ampla área de planície, quanto pelos impactos ambientais negativos causados pela expansão urbana e pela exposi o de seus habitantes. Assim, pretende-se responder de que maneira a evolu o urbana contribui para a ocorrência de inunda es. Esta pesquisa busca relacionar os eventos ocorridos entre os anos de 1975 e 2011 com a evolu o urbana e o regime pluviométrico da bacia. Realizou-se um levantamento histórico de registros de inunda es no município, bem como um levantamento em campo a fim de identificar cotas dessas inunda es. Foram levantadas as medidas preventivas adotadas para a mitiga o dos impactos dos eventos. Analisou-se o regime de precipita es que deflagraram os processos de inunda o registrados. Para avaliar a evolu o urbana da área de estudo foram elaborados mapas de uso e ocupa o da terra dos anos de 1978, 1995, 2001 e 2011. Os registros pesquisados resultaram em um inventário com 44 ocorrências, as quais compreendem o período de 36 anos (1975-2011). Neste intervalo verificou-se cerca 700 mil pessoas atingidas direta e indiretamente por eventos severos. Os maiores totais de afetados estão representados por episódios recentes, entre 2008 e 2011. Há, portanto, um incremento progressivo no total de danos humanos registrados na última década, período de elevado crescimento urbano na área de estudo. Ao considerar a recorrência das áreas inundadas em diferentes episódios foi possível estimar uma área sujeita   inunda o aproximada na bacia, com extensão de 5,34 km², assim como identificar áreas frequentemente atingidas. A expansão urbana da bacia foi responsável por um forte processo de transforma o ambiental, provocando sérios problemas socioambientais, levando ao agravamento dos danos oriundos das inunda es. Embora grande parte do setor urbano não esteja urbanizada, devido ao uso de pastagens, não há instrumentos políticos que garantam uma ocupa o futura de maneira adequada e preventiva, considerando o histórico de cheias da bacia.

Palavras-chave: Inunda o. Registro histórico. Precipita o. Expansão urbana.

ABSTRACT

Flood-related disasters occur frequently in Ribeirão Forquilhas basin, located in São José/SC, since the beginning of its urban occupation in the 1970s. This drainage basin is an urban sector affected by floods caused both by natural conditions and wide area plain, and by the negative environmental impacts caused by urban expansion and exposure of its inhabitants. Thus, we intend to answer how urban development contributes to the occurrence of floods. This research aims to connect the events that occurred between the years of 1975 and 2011 with the urban evolution and the rainfall in the basin. Historical data on recorded floods in the municipality of São José / SC was collected, and a field survey was conducted in order to help identify the flood levels. Preventive actions adopted to mitigate the impacts of the events were raised. Records on the rainfall levels that preceded the recorded flooding processes were analyzed. In order to evaluate the urban evolution of the studied area, land use maps of 1978, 1995, 2001 and 2011 were elaborated. The collected records resulted in an inventory with 44 occurrences, which cover the period of 36 years (1975-2011). In the meantime there was about 700.000 people directly and indirectly affected by severe events. The largest affected in total are represented by recent episodes between 2008 and 2011. Therefore, there is a progressive increase in human damage recorded in the last decade, which represents a period of great urban growth in the studied area. By considering the recurrence of flooded areas in different episodes it was possible to estimate an approximate area subject to flood in the basin, which has 5.34 square kilometers, and identify frequently affected areas. Urban expansion in the basin accounted for a strong environmental transformation process, causing serious social and environmental problems and leading to worsening of the damage arising from the floods. While much of the urban sector is not urbanized due to the use of grassland, there are no policy instruments to ensure an adequate and preventive future occupation that considers the history of the basin floods.

Keywords: Flooding. Historical record. Precipitation. Urban expansion.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Evolução do aumento do nível das águas do leito do rio.	32
Figura 2 – Eventos de inundação no Brasil registrados no banco de dados do EM-DAT (1948-2014).....	36
Figura 3 - Ribeirão Forquilhas, trecho retificado, com presença de bancos de areia no setor de baixo curso e assoreamento das margens.....	46
Figura 4 - Alturas das inundações nos bairros Forquilha, Flor de Nápoles e Picadas do Sul no município de São José, destacando os tipos de residências. .	49
Figura 5 - Mapa das áreas suscetíveis a inundações da bacia do ribeirão Forquilha.	50
Figura 6 - Localização da área de estudo: setor urbano da bacia do ribeirão Forquilha, São José/SC.	52
Figura 7 – Trecho do Ribeirão Forquilha retificado, vista panorâmica para a montante sobre a ponte da Rua Antônio Jovita Duarte.	54
Figura 8 – Curso d’água retificado, afluente do ribeirão Forquilha que corta o bairro Flor de Nápolis.	54
Figura 9 – Média climatológica mensal das precipitações na Estação Meteorológica de São José (Nº83897) do INMET.	56
Figura 10 – Acumulados anuais das precipitações da Estação Meteorológica de São José (nº83897) e os anos com inundações, período de 1975 a 2011.	57
Figura 11 - Mapa Geológico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Forquilha, São José, Santa Catarina.	59
Figura 12 - Aspecto do afloramento do granito São Pedro de Alcântara, que forma núcleos isolados de granito dentro de rochas gnáissicas.	62
Figura 13 - Erosão de alteritos espessos de rochas do Complexo Águas Mornas, deixados sem cobertura vegetal em um setor de relevo colinoso.....	63
Figura 14- Mapa Hipsométrico da Bacia do Ribeirão Forquilha, São José/SC.	64
Figura 15 – Mapa Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Forquilha, São José, Santa Catarina.	65
Figura 16 – Aspecto dos aluviões e das rampas colúvio-aluvionares da bacia do ribeirão Forquilha.	68
Figura 17 – Sistema de bacias hidrográficas que drenam o município de São José/SC.	70
Figura 18 - População urbana e rural do município de São José entre os anos de 1960 a 2010.	75
Figura 19 – Zoneamento territorial do Plano Diretor de 1985, São José.	78
Figura 20 – Divisão territorial de acordo com a proposta do Plano Diretor de São José em 2004 em Macrozonas e Zonas: (1) Zona Urbana Consolidada; (2) Zona Urbana em Consolidação e (3) Zona de Interesse Histórico-Cultural, (4) Zona de Expansão Imediata; (5) Zona de Ocupação Controlada; (6) Zona de Expansão Futura e (7) Zona Rururbana da Colônia Santana.	79
Figura 21 – Localização da Estação Meteorológica de São José (Nº83897)	81
Figura 22– Fluxograma metodológico.	87

Figura 23 - Mapa de Uso e Ocupação da Terra de 1978 do setor urbano da bacia do ribeirão Forquilhas.....	91
Figura 24 - Mapa de Uso e Ocupação da Terra de 1995 do setor urbano da bacia do ribeirão Forquilhas.....	92
Figura 25 - Mapa de Uso e Ocupação da Terra de 2001 do setor urbano da bacia do ribeirão Forquilhas.....	93
Figura 26 - Mapa de Uso e Ocupação da Terra de 2011 do setor urbano da bacia do ribeirão Forquilhas.....	94
Figura 27 – Evolução das diferentes classes de uso e ocupação da terra nos anos de 1978, 1995, 2001 e 2011.....	98
Figura 28 – Processo de evolução urbana na bacia do ribeirão Forquilhas, nos anos de 1978, 1995, 2001 e 2011.....	99
Figura 29 – Loteamentos residenciais situados no bairro Forquilha e seu entorno, à margem esquerda do ribeirão Forquilhas.....	100
Figura 30 – Recorte espacial da área compreendida pelo conjunto habitacional da COHAB-SC no bairro Forquilha, desde a fase inicial de implantação em 1978 até o ano de 2011.....	102
Figura 31– Classificação dos bairros afetados nos eventos de inundações, com registro de área afetada no município de São José.....	108
Figura 32 – Loteamento Benjamin Gerlach, situado no bairro Forquilha, com destaque para comunidade em situação socioeconômica vulnerável à inundaçã.....	109
Figura 33– Totais de danos humanos registrados oficialmente em eventos de inundaçã no município de São José.....	110
Figura 34 – Anos com registros de inundaçã em São José e os respectivos totais de pessoas atingidas.....	113
Figura 35 – Frequência mensal dos registros de desastres relacionados com inundaçã, no município de São José.....	115
Figura 36– Comparaçã entre as médias mensais dos anos com inundações e as médias climatológicas mensais esperadas.....	115
Figura 37 – Precipitaçã mensal no ano de 1983 e as médias climatológicas mensais esperadas.....	116
Figura 38 - Precipitaçã mensal no ano de 2008 e as médias climatológicas mensais esperadas.....	117
Figura 39 – Áreas inundadas nos principais eventos de inundaçã na bacia do ribeirão Forquilhas.....	119
Figura 40 – Precipitações acumuladas dos eventos de inundaçã registrados no município de São José (1975 a 2011).....	120
Figura 41 – Gráficos de dispersã das correlações entre a precipitaçã diária e os demais parâmetros de precipitaçã.....	122
Figura 42 – Gráficos de dispersã das correlações entre área inundada e os parâmetros de precipitaçã.....	122
Figura 43 - Precipitaçã diária para o mês de novembro de 1991.....	123
Figura 44 – Inundaçã do ribeirão Forquilha na Rua Pedro Álvares Cabral, bairro Forquilha, em 14/11/1991.....	124

Figura 45 – Mancha da área inundada no evento de novembro de 1991.	126
Figura 46 - Limite aproximado do terraço inundado no episódio de 14/11/1991.	127
Figura 47 – Precipitação diária para o mês de fevereiro de 1994.	128
Figura 48 – Limpeza de residência do bairro Flor de Nápolis após enxurrada de 22 de fevereiro de 1994.	129
Figura 49 – Inundação de 22 de fevereiro de 1994 no bairro Forquilha... ..	129
Figura 50 – Mancha da área inundada no evento de 22 de fevereiro de 1994.	130
Figura 51 – Precipitação diária para o mês de dezembro de 1995.	131
Figura 52 - Edificação comercial de secos e molhados do Sr. Lídio João Correa, sobre o canal do afluente do ribeirão Forquilha.	133
Figura 53 - Inundação de ruas no bairro Forquilha em dezembro de 1995, que dificultou o transporte e locomoção da população.	133
Figura 54 – Inundação na Rua Cecília Lopes, bairro Forquilha em dezembro de 1995.	134
Figura 55 – Mancha da área inundada no evento de 25 de dezembro de 1995.	135
Figura 56 – Precipitação diária para o dia 20 de janeiro de 1997.	136
Figura 57 – Morador da Rua Alvorada no bairro Flor de Nápolis deslocando seu animal de estimação para um local seguro, inundação de janeiro de 1997.	137
Figura 58 - Mancha da área inundada no evento de 20 de janeiro de 1997.	138
Figura 59 – Precipitação diária para o dia 31 de janeiro de 2008.	139
Figura 60 - Vista aérea da inundação do ribeirão Forquilha sobre a comunidade Benjamin, bairro Forquilha, um dia depois do desastre.	140
Figura 61 – Comunidade Benjamin: população vulnerável aos eventos de inundação.	140
Figura 62– Panorâmica do final da Rua Marli Laura de Souza, destaque do limite do terraço aluvial	141
Figura 63 - Inundação na Rua Antônio Jovita Duarte, bairro Forquilha no dia 31 de janeiro de 2008.	142
Figura 64 – Mancha da inundação de janeiro de 2008 em São José, ocasionada pelo transbordamento das águas dos rios Maruim e Forquilha.	143
Figura 65 - Mancha da área inundada no evento de 31 de janeiro de 2008.	144
Figura 66 – Precipitação diária para o mês de maio de 2010.	145
Figura 67 – Residências sobre pilotis na Rua Alvorada, bairro Flor de Nápolis, construídas após inundações de 2008.	146
Figura 68 – Residência reformada na Rua Alvorada, bairro Flor de Nápolis, após eventos de inundações em 2010.	146
Figura 69 - Mancha da área inundada no evento de 19 de maio de 2010.	147
Figura 70 – Precipitação diária para o mês de janeiro de 2011.	148
Figura 71 – Marca da altura das águas na inundação de 22 de janeiro de 2011, na Rua República dos Guaranis, nº30, bairro Picadas do Sul.	149
Figura 72 – Enchente do ribeirão Forquilha um dia antes da sua inundação, em 21 de janeiro de 2011.	149

Figura 73 – Inundação do ribeirão Forquilhas e de canais adjacentes, bairro Flor de Nápolis no dia 21 de janeiro de 2011.	150
Figura 74- Mancha da área inundada no evento de 22 de janeiro de 2011.	151
Figura 75 – Área Sujeita à Inundação no setor urbano da bacia do ribeirão Forquilhas, com base nas áreas inundadas dos principais eventos.....	153
Figura 76 – Relação entre frequência de inundação e as áreas urbanizadas para o intervalo de 36 anos (anos de 1978, 1995, 2001 e 2011).	154
Figura 77 - Loteamento Empresarial Mansur, situado à margem direita do ribeirão Forquilhas, área com alta suscetibilidade à inundação.	157
Figura 78– Vista para a montante do ribeirão Forquilhas, com a ponte da Rua Antônio Jovita Duarte ao fundo, sem alargamento do leito.	158
Figura 79 - Vista para a jusante do ribeirão Forquilhas, sobre a ponte da rodovia SC-281, com obras de ampliação em andamento.	159
Figura 80 – Obras de dragagem no afluente do ribeirão Forquilhas, trecho que corta o loteamento Ceniro Martins.	159
Figura 81 – Casa construída sobre pilotis na Rua Santa Bárbara, bairro Flor de Nápolis.....	163
Figura 82 – Deposição de entulhos da construção civil às margens do canal de drenagem paralelo à Rua República dos Guaranis, bairro Picadas do Sul.	164
Figura 83 – Córrego Forquilha: trecho canalizado, com águas poluídas pela descarga constante de efluentes domésticos.	164

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – População urbana e rural do município de São José no período de 1960 a 2010	75
Tabela 2- Fotografias aéreas e ortofoto de levantamentos aerofotogramétricos utilizados no estudo	84
Tabela 3- Uso e ocupação da terra, em área e porcentagem, na planície da bacia do ribeirão Forquilhas, São José/SC nos anos de 1978, 1995, 2001 e 2011	89
Tabela 5 – Ordenação das inundações do município de São José pelos maiores totais de pessoas afetadas, desabrigadas e mortas (1975-2011).	112
Tabela 6 – Índices pluviométricos dos eventos de inundação e áreas inundadas dos principais episódios	118
Tabela 7 – Correlações lineares entre precipitação diária e precipitação máxima, precipitação acumulada, precipitação média e precipitação antecedente acumulada.	121
Tabela 8 - Correlações lineares entre a área inundada e precipitação diária, precipitação máxima, precipitação média, precipitações acumuladas e precipitação antecedente.	121
Tabela 9 - Variação dos diferentes tipos de uso da terra ao longo dos anos sobre a área sujeita à inundação.	153

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação entre CODAR e COBRADE quanto a definição e classificação das inundações no Brasil	35
Quadro 2 – Datas dos eventos de inundação registrados na bacia do ribeirão Forquilhas, São José/SC entre os anos de 1975 e 2011.	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AI	Área inundada
APP	Áreas de Preservação Permanente
AVADAN	Avaliação de danos
CASAN	Companhia Catarinense de Água e Saneamento
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CENAD	Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres
CIRAM	Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
CODAR	Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos
COHAB-SC	Companhia de Habitação de Santa Catarina
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
CRED	<i>Centre for Research on the Epidemiology of Disasters</i>
DNOS	Departamento Nacional de Obras de Saneamento
ECP	Estado de Calamidade Pública
EM-DAT	<i>Emergency Disaster Data Base</i>
ENOS	<i>El Niño</i> - Oscilação Sul
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
GEDN	Grupo de Estudos de Desastres Naturais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IOS	Índice de Oscilação Sul
NOPRED	Notificação Preliminar de Desastre
NUDEC	Núcleo Comunitário de Defesa Civil
OMM	<i>World Meteorological Organization</i>
OMS	<i>World Health Organization</i>
ONU	<i>United Nations Organization</i>
P_{24h}	Precipitação diária (mm em 24 horas)
$P_{máx}$	Precipitação máxima

P_{ac}	Precipitação acumulada
P_{med}	Precipitação média
PNGRRDN	Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
S2ID	Sistema Integrado de Dados sobre Desastres
SE	Situação de Emergência
SEDC/SC	Secretaria de Estado de Defesa Civil de Santa Catarina
SEPLAN	Secretaria de Estado de Planejamento e Orçamento
ΣP	Precipitação Antecedente Acumulada (mm)
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UM-ISDR	<i>International Strategy for Disaster Reduction</i>
UTC	Tempo Coordenado Universal
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	25
2. OBJETIVOS	29
2.1 OBJETIVO GERAL	29
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	31
3.1 A PROBLEMÁTICA DAS INUNDAÇÕES URBANAS	31
3.2 ALTERNATIVAS DE MINIMIZAÇÃO DE INUNDAÇÕES.....	39
3.3 INUNDAÇÕES NA BACIA DO RIBEIRÃO FORQUILHAS	44
4. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	51
4.1 BACIA DO RIBEIRÃO FORQUILHAS, SÃO JOSÉ/SC	51
4.2 ASPECTOS FÍSICO-NATURAIS	55
4.2.1 Condições climáticas	55
4.2.2 Geologia	57
4.2.3 Geomorfologia.....	63
4.2.4 Hidrografia	69
4.3 HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO	71
5. MATERIAIS E MÉTODOS	81
5.1 LEVANTAMENTOS DE DADOS	81
5.1.1 Dados pluviométricos	81
5.1.2 Dados cartográficos	82
5.1.3 Registros históricos.....	82
5.2 LEVANTAMENTOS EM CAMPO	82
5.3 INVENTÁRIO DAS INUNDAÇÕES	83
5.4 USO E OCUPAÇÃO DA TERRA.....	83
5.5 DELIMITAÇÕES DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO	84
5.6 ANÁLISE DAS PRECIPITAÇÕES	85
5.7 ANÁLISE CORRELAÇÃO LINEAR.....	86
5.8 FLUXOGRAMA METODOLÓGICO	86

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	89
6.1 EVOLUÇÃO URBANA NO PERÍODO DE 1975 A 2011	89
6.2 ESTUDOS DAS OCORRÊNCIAS DE INUNDAÇÃO.....	103
6.2.1 Histórico das inundações	103
6.2.2 Análise do regime pluviométrico.....	114
6.3 ESPACIALIZAÇÃO DE MANCHAS DE INUNDAÇÃO DOS PRINCIPAIS EVENTOS	123
6.4 ÁREAS SUJEITAS À INUNDAÇÃO E A GESTÃO MUNICIPAL	155
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	169
7.1 CONCLUSÕES	169
7.2 RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	171
REFERÊNCIAS	173

1. INTRODUÇÃO

Os desastres se constituem num tema mundial recorrente, com o aumento significativo de sua frequência e intensidade em todo o globo, inclusive no Brasil.

Segundo os dados do *International Disaster Database* (EM-DAT) constata-se nos últimos 65 anos um incremento no número de pessoas afetadas em eventos de inundações, bem como no número de eventos no mundo. A ocorrência desses desastres cresce progressivamente desde a década de 1970 (CRED, 2015).

Recentes inventários sobre a ocorrência de eventos severos no Brasil e no Estado de Santa Catarina indicaram que há um aumento no número de registros e de pessoas afetadas pelas inundações (BRASIL, 2014; HERRMANN, 2014). Existem estudos em que foi realizado o levantamento histórico de registros de desastres com inundações como, por exemplo, no município de Joinville (SILVEIRA, 2008); de Tubarão (MACHADO, 2005) e de Blumenau (FRANK; PINHEIRO, 2003). Esses trabalhos de resgate histórico são extremamente relevantes para a seleção de medidas preventivas.

Os impactos gerados em situações de desastres ficam cada vez mais intensos, em especial os associados a eventos hidrológicos. Este aumento pode estar relacionado com a exposição das populações, tanto no aspecto físico - por estarem localizadas em áreas de suscetibilidade - quanto no aspecto socioeconômico, ao não disporem de recursos, nem acesso a bens e serviços (MUSTAFA, 2005; BLAIKIE et al., 1996).

Com o crescimento das cidades e a forma com que as políticas públicas de planejamento são aplicadas, o espaço urbano passou a ser ocupado de maneira desordenada. Este crescimento desordenado é considerado um dos condicionantes de desastres, visto que pessoas têm ocupado cada vez mais áreas suscetíveis a inundações, tornando-se mais vulneráveis às consequências dos fenômenos.

A inundações é um fenômeno natural, no entanto caracteriza-se como desastre, quando as águas afetam a sociedade em virtude da ocupação de áreas próximas aos rios e da planície de inundações, causando impactos.

Os fenômenos naturais existem e apresentam uma dinâmica particular. Em virtude das modificações antrópicas, esses processos podem ser modificados e assumir uma nova frequência e intensidade. Esse “novo” comportamento do fenômeno pode causar danos e prejuízos à sociedade, isto é, tornar-se um desastre, podendo atingir baixa, média ou alta magnitude. O processo urbano não só cria como

também amplifica os riscos, pois a expansão urbana aumenta o número de elementos expostos (CHARDON, 1999).

Através da prevenção podem-se desenvolver medidas preventivas e mitigadoras, que minimizem os impactos causados pelos fenômenos naturais perigosos (TUCCI, 2005; KOBAYAMA et al., 2006).

O conhecimento das causas de fenômenos que podem se transformar em desastres se tornou um dos mais importantes campos do saber geográfico. A compreensão dos mecanismos de desencadeamento, funcionamento, frequência e magnitude de um fenômeno, tal como uma inundação, é extremamente relevante para o direcionamento de medidas de minimização de danos.

O resgate histórico de inundações pode ser muito útil para a compreensão desse fenômeno, logo, a valorização dos registros de inundações apresenta extrema relevância enquanto instrumento para subsidiar ações de mitigação a desastres.

O estudo de caso foi desenvolvido no setor urbano da planície do ribeirão Forquilhas, localizado no município de São José, área conurbada de Florianópolis, capital do Estado de Santa Catarina. Os eventos de inundação sempre foram recorrentes nessa bacia, que possui um histórico de 44 ocorrências e cerca de 700 mil pessoas atingidas entre os anos de 1975 e 2011 (BRASIL, 2014). Nesta área se configura uma relevante transformação estrutural no território rural/urbano, que supostamente influencia na evolução das áreas inundáveis.

Assim, supõe-se que a expansão urbana de São José vem ocorrendo sem um planejamento urbano adequado que considere as limitações físico-naturais e o histórico de inundações na bacia em estudo.

Torna-se necessário, portanto, a realização de pesquisas que contribuam na melhoria da relação homem e meio, evitando-se o agravamento de situações de desastres. Estudos foram realizados sobre as inundações do ribeirão Forquilhas e foram avaliados fatores que influenciam na intensificação dos danos gerados ao longo dos anos (HERRMANN et al., 1993; FERREIRA, 1994; HERRMANN, 1999; HERRMANN, CARDOZO, 2008; CARDOZO et al., 2010).

Nesse contexto, busca-se relacionar as inundações ocorridas no período de 1975 a 2011 com a evolução urbana e o regime pluviométrico da bacia do ribeirão Forquilhas. A presente pesquisa visa avançar nos estudos da bacia no que tange às inundações e propõe responder de que maneira a evolução urbana contribuiu para o histórico de ocorrências. Assim, pretende-se explicar a relação da magnitude das inundações com a área urbanizada, na qual a população está exposta.

Diante do exposto, há uma expectativa em gerar informações que possam subsidiar à elaboração de políticas públicas voltadas para a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes nas áreas estudadas e os instrumentos legais que conduzem o ordenamento territorial, tendo em vista a minimização dos danos e impactos provocados pelas inundações.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Relacionar as inundações ocorridas entre os anos de 1975 e 2011 com a evolução urbana e o regime pluviométrico da bacia do ribeirão Forquilhas, São José/SC.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar a evolução urbana na bacia de 1975 a 2011 através do mapeamento do uso e ocupação da terra dos anos de 1978, 1995, 2001 e 2011;
- b) Espacializar as manchas de inundação de diferentes eventos a partir do registro histórico e de informações de cotas de inundações;
- c) Avaliar os eventos de inundação a partir do levantamento histórico de registros e do regime pluviométrico da bacia;
- d) Destacar as medidas adotadas para a mitigação dos impactos das ocorrências de inundações na bacia.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A PROBLEMÁTICA DAS INUNDAÇÕES URBANAS

As inundações são fenômenos naturais, intrínsecos ao regime dos rios. São importantes processos fluviais, formadores de feições como a planície de inundação, terraços e diques marginais, além de contribuir para a manutenção do ecossistema fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A planície de inundação é resultante de acumulação fluvial que corresponde às várzeas atuais, ou seja, aos depósitos relacionados ao transbordamento do conjunto de canais durante as inundações. Nos períodos de cheia a planície de inundação exerce o papel regulador hídrico ao absorver o volume excedente de água e sedimentos que o rio pode transportar. Essas áreas inundáveis são caracterizadas por relevo plano, formado principalmente por aluviões, terraços e solos hidromórficos (SUGUIO; BIGARELLA, 1990).

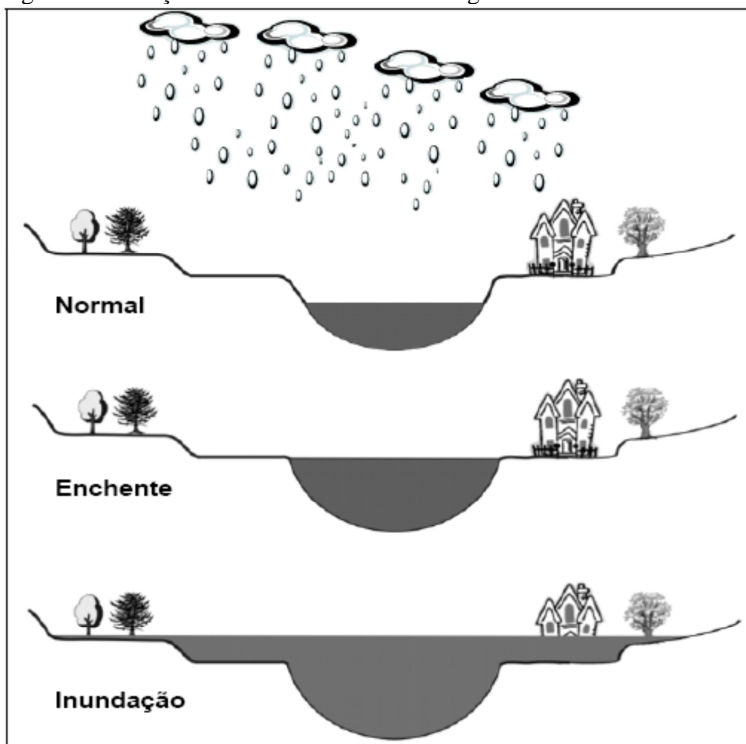
A inundação, portanto, está diretamente relacionada ao aumento do nível dos rios além da sua vazão normal, o que leva ao transbordamento nas áreas adjacentes, durante períodos chuvosos. Ocorrem quando o fluxo de água em um trecho do rio é superior à capacidade de drenagem de sua calha normal, e então sucede o transbordamento do corpo hídrico e a água passa a ocupar a área do seu leito maior (HERRMANN et al., 2014; KOBİYAMA et al., 2006; TUCCI, 1993; LEOPOLD, 1994). Para Gontijo (2007), são fenômenos temporários que correspondem à ocorrência de vazões elevadas num curso de água, com eventual inundação dos seus terrenos marginais. A ocorrência de inundações depende das características físicas e climatológicas da bacia hidrográfica – especialmente a distribuição espacial e temporal das chuvas (TUCCI, 1993).

Goerl e Kobiyama (2005) analisam sobre os termos associados às inundações utilizados no Brasil, tais como: cheia, enchente, enxurrada, inundação gradual, inundação brusca, alagamentos, inundações ribeirinhas, inundações urbanas, enchentes repentinas entre outros. Em razão da diversidade de terminologias, há divergências quanto à caracterização do fenômeno.

Comumente os termos inundação e enchente são utilizados como sinônimos, no entanto devem ser tratados com diferenciação, pois diferem entre si quanto à fenomenologia. A enchente refere-se ao aumento da vazão do rio por um determinado período de tempo, sem que haja o transbordamento, apesar do rio ficar praticamente cheio.

A Figura 1 demonstra a evolução do aumento do nível das águas do leito de um rio de um estado de enchente para um de inundação, quando há o seu transbordamento sobre as áreas de planície fluvial.

Figura 1- Evolução do aumento do nível das águas do leito do rio.



Fonte: Goerl; Kobiyama (2005).

No Brasil, as inundações eram classificadas como graduais e bruscas. De acordo com Castro (2003), as inundações graduais são caracterizadas pela elevação das águas de forma paulatina e previsível, mantendo-se em situação de cheia durante algum tempo, para após, escoarem-se gradualmente. São eventos naturais que ocorrem com periodicidade nos cursos de água, sendo características das grandes bacias hidrográficas e dos rios de planície, como o Amazonas. O fenômeno evolui de forma facilmente previsível e a onda de cheia desenvolve-se de montante para jusante, com intervalos regulares. No caso das inundações bruscas, popularmente conhecidas como enxurradas, são aquelas provocadas por chuvas intensas e concentradas

em locais de relevo acidentado ou mesmo em áreas planas. Caracterizam-se por rápidas e violentas elevações dos níveis das águas, as quais escoam de forma rápida e intensa. Nessas condições, ocorre um desequilíbrio entre o leito do rio e o conteúdo (volume caudal), provocando transbordamento. Por ocorrer em um período de tempo curto, esse fenômeno costuma surpreender por sua violência e menor previsibilidade, provocando danos materiais e humanos mais intensos do que as inundações graduais (GOERL; KOBIYAMA, 2005).

Nos registros históricos brasileiros há casos em que as inundações graduais são registradas como inundações bruscas e vice versa. Não há unanimidade na distinção dos tipos de inundação, o que nem sempre se dá em razão da falta de conhecimento, mas à dificuldade de identificação do fenômeno em campo e à ambiguidade das definições existentes. Além dos problemas tipicamente conceituais e etimológicos, algumas características comportamentais são similares para ambas às inundações, ou seja, ocorrem tanto nas inundações graduais como nas bruscas (KOBIYAMA et al., 2006; KOBIYAMA; GOERL, 2007).

Nesta pesquisa optou-se por adotar a definição do termo inundações segundo Kobiyama et al. (2006 p.45), os quais consideram como “o aumento do nível dos rios além da sua vazão normal, ocorrendo o transbordamento de suas águas sobre as áreas próximas a ele”. Como o objeto de estudo desta pesquisa são todas as inundações registradas no município, não se buscou distinguir tipologia e padrão evolutivo.

As inundações por serem fenômenos naturais são inevitáveis, no entanto, quando afetam a sociedade, em virtude da ocupação das áreas próximas aos rios e da planície de inundação causando impactos, passam a ser um desastre. A UN-ISDR (2009) define desastre como uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou de uma sociedade envolvendo perdas humanas, econômicas ou ambientais de ampla extensão, cujos ímpetos excedem a capacidade dos afetados de arcar com seus próprios recursos.

De acordo com Kobiyama et al. (2006), desastres são considerados os eventos extremos que ocorrem em locais ocupados pelo homem e que, conseqüentemente, ocasionam danos (materiais e humanos) e prejuízos (socioeconômicos). São exemplos de eventos extremos, fenômenos como as inundações, escorregamentos, secas, furacões entre outros. Todos estes fenômenos naturais são eventos, que ao romperem um ciclo ou ritmo de ocorrência são considerados eventos extremos (MARANDOLA JR.; HOGAN, 2004).

No Brasil, a Secretaria Nacional de Defesa Civil durante muitos anos adotou a classificação proposta por Castro (2003), em que os desastres por inundações eram classificados de acordo com a magnitude (excepcionais, de grande magnitude, normais ou regulares e de pequena magnitude) e em função do padrão evolutivo (inundações graduais, inundações bruscas, alagamentos e inundações litorâneas). Desde o ano de 2012 esta referência foi alterada, passando a ser adotada aquela indicada pela *United Nations Organization* (ONU), em que as inundações anteriormente tituladas como “enchentes ou inundações graduais” passaram a ser chamadas de inundações, enquanto as “enxurradas ou inundações bruscas”, apenas de enxurradas.

Com isso, a classificação dos desastres também foi adaptada, adotando-se a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) em substituição à Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos (CODAR) até então utilizada. A COBRADE foi elaborada a partir da classificação adotada pelo *Emergency Disaster Data Base* (EM-DAT), do *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* (CRED) e da *World Health Organization* (OMS) da ONU. O propósito é o de adequar a classificação brasileira à adotada pela ONU, que representa o acompanhamento da evolução internacional na classificação de desastres, e o nivelamento do país aos demais organismos de gestão de desastres do mundo (BRASIL, 2012a). Apesar da tentativa de padronizar a classificação, cada banco de dados, sobretudo os internacionais, possui critérios de registro diferentes (GOERL et al., 2009).

Segundo COBRADE, a nova classificação, o grupo dos desastres hidrológicos, ou seja, relacionados a desvios no ciclo hidrológico, abrange os eventos de inundação e enxurrada (BRASIL, 2012a). As definições se assemelham às adotadas anteriormente de acordo com Castro (2003). As inundações, portanto, referem-se à submersão de áreas fora dos limites de um curso de água em zonas que não se apresentam submersas normalmente. O transbordamento ocorre de modo gradual, em geral ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície. Enquanto as enxurradas são definidas como o escoamento superficial de alta velocidade e energia, gerado por chuvas intensas e concentradas. Caracterizadas pela elevação súbita das vazões de drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial (Quadro 1).

Há uma grande dificuldade em estabelecer um limiar, que diferencie as inundações das enxurradas. Este limiar pode variar muito de acordo com a localidade, uma vez que a quantidade de precipitação não é o único determinante da ocorrência de um desastre causado por

uma inundação. Desta forma, Goerl e Kobiyama (2005) citam fatores que podem determinar a ocorrência ou não de uma inundação, bem como o seu tipo: como precipitação antecedente, tipo de uso da terra, quantidade de áreas impermeáveis, taxa de cobertura vegetal, retificação de cursos d'água, entre outros. Assim, cada localidade possui uma determinada resposta hidrológica para uma quantidade de chuva, a qual não permite determinar um limiar para diferenciação dos eventos que causam desastres.

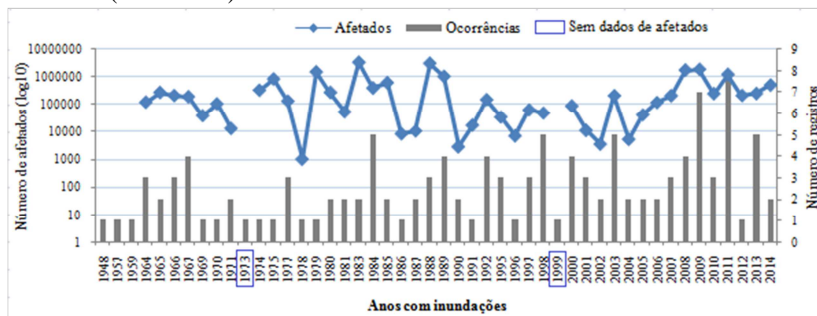
Quadro 1 – Comparação entre CODAR e COBRADE quanto a definição e classificação das inundações no Brasil

COBRADE	CODAR
Inundações	Enchentes ou Inundações Graduais
Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.	As águas elevam-se de forma paulatina e previsível; mantêm-se em situação de cheia durante algum tempo e, a seguir, escoam-se gradualmente.
Enxurradas	Enxurradas ou Inundações Bruscas
Escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Apresenta grande poder destrutivo.	Provocadas por chuvas intensas e concentradas, em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por produzirem súbitas e violentas elevações dos caudais, os quais escoam-se de forma rápida e intensa. Nessas condições, ocorre um desequilíbrio entre o continente (leito do rio) e o conteúdo (volume caudal), provocando transbordamento.

Fonte: Brasil (2012a); Castro (2003).

Segundo o EM-DAT, que traz uma compilação de dados e informações das ocorrências de desastres em todo o mundo obtidos de diversas fontes, os episódios associados às inundações são responsáveis pelo maior número de perdas humanas. A China é o país que mais registrou mortes e afetados em inundações, com cidades listadas entre as primeiras colocações no *ranking* mundial das dez inundações mais severas, no período de 1900 a 2014. O Brasil está classificado entre os países mais afetados em eventos de inundações no mundo. Entre os anos de 1948 e 2014 foram cadastradas 123 ocorrências, nas quais se registrou cerca de 20 milhões de pessoas afetadas (CRED, 2015). Nos últimos anos os totais de eventos severos, bem como os de afetados têm aumentado, conforme demonstra a Figura 2.

Figura 2 – Eventos de inundação no Brasil registrados no banco de dados do EM-DAT (1948-2014)



Fonte: CRED (2015).

No Brasil, o Sistema Integrado de Dados sobre Desastres (S2ID) apresenta a série histórica de eventos severos registrados entre 1940 e 2014. Este sistema se baseia em informações encaminhadas a Secretaria Nacional de Defesa Civil quando um município decreta situação de emergência ou estado de calamidade pública em virtude da ocorrência de um desastre. Apresenta um acervo digital de documentos levantados sobre ocorrências de desastres nos municípios brasileiros, durante a execução do Planejamento Nacional para Gestão de Riscos (PNGR). Os desastres por inundações, considerando os casos de enxurradas, totalizam 16.371 registros, que representam 35% dos episódios da série histórica de desastres no país. Em Santa Catarina são 3.247 registros de inundações nos municípios catarinenses, registrados desde o ano de 1970 (BRASIL, 2014).

Os dados disponíveis demonstram que os registros de desastres aumentaram nos últimos anos em relação à década passada, bem como o número de afetados e de prejuízos. No entanto, este aumento do número de eventos e da intensidade não necessariamente está associado ao aumento da frequência do fenômeno natural que origina o desastre. Para MacDonald (2003), nas últimas décadas tem havido um aumento de cerca de dez vezes nos danos causados pelos desastres relacionados a fenômenos naturais. Este aumento ocorre em virtude de fatores como o aumento de pessoas que ocupam áreas suscetíveis a perigos naturais, devido ao crescimento populacional.

Perigos naturais (*natural hazards*) são processos ou fenômenos naturais que ocorrem na biosfera e podem constituir-se em um evento potencialmente danoso, capaz de ocasionar perda de vidas, prejuízos a propriedades, perturbação social, econômica ou ambiental. Os perigos

podem incluir condições latentes capazes de representar ameaças futuras, podendo ter diversas origens: naturais (geológica, meteorológica e hidrológica) e/ou induzidas por processos humanos (degradação ambiental e perigos tecnológicos). Ainda, podem ser individuais, sequenciais ou combinados em sua origem e efeitos, sendo caracterizados pela sua localização, intensidade e probabilidade (UNPD, 2004; ISDR, 2002).

Dentre os fenômenos ditos “perigos naturais” ocorrentes na bacia hidrográfica e de estreita relação com a dinâmica fluvial e a geomorfologia da planície de inundação, consideram-se os desastres ocorridos em episódios de inundações como os grandes responsáveis pelas maiores consequências e parcelas de vítimas e prejuízos, principalmente em territórios densamente povoados (ALMEIDA, 2012).

Diferentes autores estudaram o fenômeno inundação e suas características enquanto desastre. Machado (2005) estudou a catástrofe ocasionada pela inundação do rio Tubarão no ano 1974. Frank e Pinheiro (2003) apresentaram estudos sobre os desastres causados pela inundação do rio Itajaí no município de Blumenau. Silveira (2008) analisou os aspectos históricos das inundações do rio Cubatão do Norte no município de Joinville. Collischonn (2009) procurou compreender a construção social do risco relacionado às inundações no município de Venâncio Aires, no Rio Grande do Sul. Goerl (2010) mapeou as áreas de risco a inundação da área urbana do município de Rio Negrinho, com aplicação de índices de risco, perigo e vulnerabilidade.

As inundações se verificam periodicamente, por ocasião de chuvas excepcionais, em determinados setores do leito maior dos cursos d'água. Para entendê-las é necessária uma análise no âmbito de bacias hidrográficas, considerando-se vários fatores. Entre eles, os fatores climáticos, as características físicas e as modificações causadas pelo homem, uma vez que qualquer modificação no sistema de drenagem gera desequilíbrios e agravam os impactos ambientais a jusante (HERRMANN, 1999).

Em condições naturais, as planícies e fundos de vales estreitos apresentam lento escoamento superficial das águas das chuvas. Nas áreas urbanas, estes fenômenos são acentuados por alterações antrópicas, como a impermeabilização do solo, retificação e assoreamento de cursos d'água (TAVARES; SILVA, 2008). Essas alterações tornam-se um fator agravante, uma vez que a água é impedida de se infiltrar, aumentando ainda mais a magnitude da vazão de escoamento superficial. Outro fator importante é a frequência das inundações, a qual é alterada em razão das modificações na bacia

hidrográfica, que mudam a resposta hidrológica e aumentam a ocorrência e magnitude do fenômeno (CENAPRED, 2007). Isso ocorre principalmente pelo aumento significativo de ocupação das áreas inundáveis, cuja população negligencia a frequência de pequenas inundações (TUCCI, 1997), podendo desencadear situações graves de calamidade pública.

As modificações nas descargas fluviais e na dinâmica fluvial dos rios urbanos significam graves consequências representadas pelas inundações, no caso em que o processo natural de controle pluvial não seja compensado pela construção de sistemas de drenagem urbanos adequados (ALMEIDA, 2012). Milograna (2001) simulou três cenários distintos – pré-urbanização, atual e futuro - com o cálculo dos acréscimos nas vazões de cheia decorrentes da expansão urbana na cidade de Goiânia. Os resultados obtidos na simulação mostraram que para uma variação de 30 para 88% no índice de áreas impermeáveis, a vazão de pico pode sofrer um aumento de até 75% sobre a vazão de pico do cenário de pré-urbanização. Assim, a rede de drenagem pluvial apresentou-se insuficiente para escoar as novas vazões provenientes da ocupação das áreas nos cenários atual e futuro, afirmando a necessidade de se utilizar medidas alternativas para o controle das inundações.

O processo de urbanização pode desencadear um aumento significativo na frequência e nos níveis das inundações, refletindo na qualidade de vida da população e nos prejuízos associados a estes eventos. Os problemas resultantes das inundações, portanto, dependem do grau de ocupação pela população na várzea e da frequência com a qual ocorrem (TUCCI, 2003; TUCCI, BERTONI, 2003).

De maneira geral, à medida que o setor urbano expande uma diversidade de atividades humanas afetam diretamente os sistemas fluviais, como (TUCCI, 2005):

- elevação das vazões máximas e da sua frequência, devido ao aumento da capacidade de escoamento por canais e à impermeabilização das superfícies;
- aumento da produção de sedimentos, pela falta de proteção das superfícies e pela produção de resíduos sólidos;
- deterioração da qualidade das águas superficial e subterrânea, com a lavagem das ruas, transporte de material sólido e as ligações clandestinas de esgoto;
- forma desorganizada como a infraestrutura urbana é implantada, tais como: (a) pontes e taludes de estradas

que obstruem o escoamento; (b) redução de seção do escoamento por aterros de pontes e para construções em geral; (c) deposição e obstrução de rios, canais e condutos por lixos e sedimentos; (d) projetos e obras de drenagem inadequadas.

A urbanização tem sido tratada pela maioria dos pesquisadores como um dos principais componentes para que os eventos naturais se tornem desastres (MENDONÇA, 2011). Veyret (2007) destaca que a urbanização acelerada aumentou a vulnerabilidade das cidades latino-americanas, por causa de seu contexto histórico e por razões espaciais, sociais e institucionais. A característica comum dessas cidades, de modo geral, centra-se nas deficiências das comunidades, tanto gestor público quanto cidadão, em lidar com os efeitos dos perigos naturais.

O crescimento urbano no Brasil se caracteriza pela expansão irregular das periferias, que ocorre em desacordo à regulamentação dos Planos Diretores municipais e das normas urbanísticas. Esta expansão, geralmente, apresenta caráter irregular, o qual dificulta ações de ordenamento territorial urbano e de planejamento com relação à suscetibilidade a fenômenos naturais perigosos que causam desastres. De tal modo, a maneira como a ocupação do território vem sendo realizada desconsidera, muitas vezes, as características do ambiente e tem ocasionado muitos transtornos, como as cheias urbanas e o aumento significativo na frequência das inundações (TUCCI, 1999).

3.2 ALTERNATIVAS DE MINIMIZAÇÃO DE INUNDAÇÕES

Não se pode evitar a ocorrência dos fenômenos naturais perigosos, entretanto, através da prevenção podem-se desenvolver medidas preventivas e mitigadoras, que minimizem os impactos causados pelos mesmos.

A gestão do risco à inundação ocorre por meio da adoção de medidas de controle que visam tornar mínimo o risco das populações que estão expostas, diminuindo os danos e prejuízos causados. Essas medidas preventivas podem ser do tipo estrutural e não-estrutural. (TUCCI, 2005; KOBAYAMA et al., 2006).

As medidas estruturais fundamentam-se em obras de engenharia implementadas para a contenção de cheias, tais como: barragens, diques, reservatórios de detenção ou retenção, estruturas de infiltração, alargamento de rios, entre outros. Podem ser classificadas em

extensivas, quando atuam na bacia modificando o sistema fluvial e a paisagem urbana da bacia, e intensivas quando são realizadas no rio e tem como propósito evitar o extravasamento do escoamento para o leito maior. As medidas não-estruturais geralmente envolvem ações de planejamento e gerenciamento, como: planos diretores de drenagem urbana, o zoneamento ambiental, mapeamentos de áreas de risco e perigo, sobretudo de áreas inundáveis, sistemas de alerta de inundações, seguros de inundação e programas de educação ambiental, entre várias outras que visem alcançar uma convivência mais harmônica com as inundações (MIGUEZ et al., 2009; KOBİYAMA et al., 2006, TUCCI, 2005).

Estas medidas se destacam pelo baixo custo de implementação, ao contrário das estruturais que são mais complexas e com custos elevados. Segundo Kobiyama et al. (2006), as medidas não-estruturais são viáveis e podem ser muito bem aplicadas para a prevenção e redução dos desastres.

Uma dessas medidas é o zoneamento, constituído por uma setorização territorial, de acordo com as várias aptidões e finalidades de uma determinada área. Portanto, não é somente uma ferramenta para a prevenção, mas também para a correção de áreas já atingidas. Para a sua classificação e definição de setores ou zonas e seus respectivos usos, a organização das informações espaciais deve considerar a possibilidade de riscos ambientais, o que, na prática, pode ser representado por mapas de áreas de risco, suscetibilidade e/ou perigo (KOBİYAMA et al., 2006).

Os sistemas de alerta também podem ser considerados uma medida não-estrutural, visto que os fatores causadores de desastres devem ser monitorados continuamente. Este sistema relaciona-se com um conjunto de outras medidas não-estruturais, tais como a conscientização e educação pública quanto aos processos, consequências e impactos na forma de danos humanos e materiais, durações e recorrências de fenômenos naturais intensos e a proposição de colaboração comunitária, na divulgação destas informações e no compartilhamento de experiências vividas durante ocorrências passadas (KOBİYAMA et al., 2006).

A conscientização pública acerca dos desastres também pode ser associada à implantação de parques, previstos por um zoneamento ambiental, que integre o fator risco em seus instrumentos (KOBİYAMA et al., 2006). Ressalta-se a importância do envolvimento comunitário no processo de implantação de um parque, como forma de garantir a sustentabilidade da proposta e promover um melhor diálogo entre o

poder público e a sociedade civil, bem como entre o ambiente e o sistema urbano (COSTA, 2011).

O resgate histórico de eventos severos e a valorização dos registros podem apresentar extrema relevância enquanto instrumento para subsidiar ações de mitigação a desastres.

As ações destinadas à prevenção e mitigação dos desastres podem ser denominadas de Gerenciamento de Desastres Naturais (KOBİYAMA et al., 2006; RAFAELI NETO, 2000). Este gerenciamento atua no cumprimento de duas metas principais: (1) entender os mecanismos dos fenômenos naturais e (2) aumentar a resistência da sociedade contra esses fenômenos. Sobretudo, é composto por três etapas a serem implementadas: pré-evento, evento e pós-evento. Estas etapas possuem caráter temporal de acordo com a frequência dos desastres. As práticas que compõem as etapas referem-se desde ações individuais como o auxílio aos vizinhos, ter conhecimento sobre o mapeamento de risco de seu município até ações de gestão pública, como execução de sistemas de alerta, mapeamento e fiscalização das áreas de risco, levantamento de danos durante desastres, entre outros.

Conforme Plate (2002), uma das etapas fundamentais para o gerenciamento de desastres é a análise do risco. Esta consiste em determinar as características do perigo, analisar as vulnerabilidades e por sua vez, determinar o risco. Risco pode ser definido como a probabilidade de consequências prejudiciais, ou de perda (de vidas, imóveis, meios de subsistência, atividade econômica, danos ambientais), resultantes das interações entre perigos naturais ou humanos e condições de vulnerabilidade (ISDR, 2002; UNDP, 2004).

Diante da impossibilidade de controlar os fenômenos naturais como fatores de risco, um dos problemas mais relevantes consiste em mitigar seus efeitos mediante a redução da vulnerabilidade. Isso significa identificar as ações de planejamento, gestão urbana e socioinstitucional dos territórios e de seus habitantes, em termos de preparação, capacidade de enfrentamento e de recuperação rápida em situações de emergência. Em outras palavras, melhorar a resiliência das instituições e sociedades locais para conviverem com a natureza dinâmica, complexa e relativamente imprescindível (ROMERO; VIDAL, 2010).

A gestão integral do risco é o conjunto de elementos, medidas e ferramentas dirigidas à intervenção do perigo e/ou da vulnerabilidade, a fim de reduzir ou mitigar os riscos existentes. É necessário envolver não somente entidades governamentais, como também forças sociais, políticas e institucionais no processo, em uma participação democrática

e com a soma de esforços e responsabilidades, no âmbito da competência de cada qual. Com isso, no passar do tempo, as intervenções podem ser reduzidas significativamente em uma situação de resposta (IDAGARRA, 2010).

Diferentes abordagens relacionadas ao tratamento de problemas de inundação urbana estão evoluindo e há um grande conjunto de possíveis medidas que podem ser aplicadas (MIGUEZ et al., 2012).

Di Baldassare et al. (2013) criaram um modelo conceitual para representar as complexas interações e reações entre os processos hidrológicos e sociais nas planícies aluviais ocupadas, de modo a reproduzir cenários com efeitos mútuos entre inundações e pessoas, bem como o surgimento de padrões típicos de interação. Ele permite, por exemplo, a comparação de diferentes trajetórias de desenvolvimento econômico correspondentes a cenários onde as pessoas lidam com inundações, afastando-se do rio (conviver com as inundações) versus cenários onde as pessoas constroem diques para proteger áreas de várzea (controle das inundações). O modelo também mostra o surgimento de padrões típicos vivenciados em muitas sociedades, tais como a mudança da ocorrência de frequentes eventos de pequenas inundações para a ocorrência de desastres de inundações catastróficos anteriormente raros (WERNER, MCNAMARA, 2007).

Liao et al. (2012) analisam sobre resistência e resiliência urbana à inundação no caso de cidades que são dependentes das infraestruturas de controle de cheias. Há uma tendência nas cidades de tratarem apenas do rio e não o ambiente construído, visto que as infraestruturas de controle, enquanto medida central, criam uma falsa sensação de segurança que impede a necessidade de capacidade local de resposta à inundação. Além disso, são capazes de resistir a inundações apenas até certa magnitude, e podem encontrar-se mal preparadas para inundações extremas quando alcançam o limite da capacidade.

Deste modo, os estudos mostram a necessidade de uma abordagem alternativa de mitigação, que desenvolva um conceito de gestão de risco de inundação que considere as interações homem-meio e a resiliência.

A ideia de resiliência tem uma aplicação relativamente recente na gestão de riscos naturais. Em muitos casos, a resiliência entende-se exclusivamente pela capacidade de se recuperar de um estado de calamidade. No entanto, resiliência é geralmente compreendida como um conceito maior que 'capacidade' porque vai além do comportamento, das estratégias e das medidas específicas para a gestão

e redução do risco que normalmente são entendidos como capacidades (TWIGG, 2009).

De acordo com Twigg (2009), um sistema ou uma comunidade resiliente pode ser definido como a capacidade de:

- antecipar, minimizar e absorver os estresses potenciais ou as forças destrutivas pela adaptação ou resistência;
- gerenciar ou manter determinadas fundações e estruturas básicas durante a ocorrência de um desastre;
- reconstruir-se ou recuperar-se depois de um evento.

Segundo Liao et al. (2012), resiliência se diferencia de resistência, que significa a capacidade de resistir a uma perturbação. Na gestão de risco de inundação, por exemplo, resistência constitui prevenção de inundações por infraestrutura de controle de cheias, enquanto a resiliência é a taxa de retorno de um estado afetado pelo evento ao normal.

Uma maneira de mitigar danos humanos e materiais é inviabilizar o uso inadequado da terra e em áreas próximas de várzeas. Tais usos inadequados de alto risco incluem, sobretudo, o desenvolvimento urbano.

Empreendimentos urbanos são particularmente preocupantes porque são frequentemente acompanhados de grandes áreas de superfícies impermeáveis que agravam inundações pelo aumento do escoamento superficial.

Ao passo que uma planície de inundação torna-se urbanizada, as suas funções são muitas vezes substituídas pelo aumento da capacidade do canal de maneira artificial. Assim, a planície de inundação urbanizada se torna menos tolerante ao funcionamento das inundações, há menos terra para armazenar ou transportar água das cheias e sedimentos (LIAO et al., 2012). Isso porque durante grandes inundações a quantidade de transporte e armazenamento na várzea é significativamente maior do que a do canal (LEOPOLD, 1994).

Segundo Birkland et al. (2003), os benefícios ecológicos da inundação devem ser considerados ao propor políticas para proteção de pessoas e bens. Exemplos práticos de uso da terra que poderia mitigar danos causados pelas inundações e melhorar os sistemas naturais incluem a preservação das zonas úmidas, criando habitat da vida selvagem e reservando ambientes para áreas de lazer e espaços abertos; vias verdes para caminhadas e ciclovias e parques nas planícies aluviais, como parte importante da infraestrutura da comunidade; *buffers* de

transmissão e armazenamento de água natural para reduzir a poluição, filtrar a água e promover a recarga das águas subterrâneas, levando a uma maior disponibilidade de água de boa qualidade.

Os custos de curto prazo dessas mudanças no modelo de uso e ocupação parecerem assustadores, mas os prováveis benefícios ecológicos, sociais e econômicos são grandes. Os custos, inclusive, podem ser rapidamente recuperados através da poupança de pagamentos de seguros de inundação, da redução dos custos em socorro, da melhoria do funcionamento dos ecossistemas e, talvez, da melhor qualidade de vida com o retorno dos rios e córregos a condições mais naturais (BIRKLAND et al., 2003).

Qualquer desenvolvimento urbano com menor densidade populacional resultaria em expor menos vidas e menos bens ao risco de desastres. Planejamento e zoneamento têm sido instrumentos importantes para os governos locais para melhorar a qualidade de vida local em ambientes urbanos. Funcionam como uma forma particularmente eficaz de mitigação ao perigo de inundação (BIRKLAND et al., 2003).

3.3 INUNDAÇÕES NA BACIA DO RIBEIRÃO FORQUILHAS

A bacia do ribeirão Forquilhas faz parte do contexto de intensas mudanças socioambientais pelo qual o município de São José passou nas últimas décadas. A expansão urbana; o comprometimento dos serviços públicos; o crescimento da população, de loteamentos residenciais e de sistemas viários instalados nas planícies aluviais sujeitas à inundação; a degradação ambiental; obras de engenharia como canalizações e retificações de canais e a consequente ampliação das vulnerabilidades são alguns dos processos ocorrentes na área de estudo, que interferem no ciclo hidrológico e acentuam a magnitude das inundações.

A incapacidade dos canais de drenagem suportarem o volume de água que recebem é, na maioria das vezes, ocasionada por essas intervenções antrópicas, que sucedem através de mudanças em áreas marginais aos cursos d'água como: aterros, impermeabilizações com estradas e edificações, bem como retificações dos canais (CARDOZO et al., 2010).

Obras de canalização e retificação executadas em grande parte do leito do ribeirão Forquilhas na década de 1960, pelo extinto Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), visavam diminuir os danos provocados pelas inundações e a expansão do sítio

urbano. É possível verificar que a grande maioria de seus afluentes já se encontra canalizado, principalmente na área urbana consolidada (FERREIRA, 1994; CARDOZO, 2009).

Cunha (1995) emprega o termo canalização para se referir a todas as obras de engenharia praticadas no canal fluvial que têm por finalidade o controle das cheias, a melhoria da drenagem, a redução da erosão ou o desvio do curso para obras de sistema viário. Dentre os processos de canalização a autora destaca: alargamento e aprofundamento da calha fluvial, retificação (ou retilinação) do canal, construção de diques, proteção das margens e remoção de obstáculos (diques).

A retilinação de um canal consiste em intervenções de redução da extensão do curso pelo corte de meandros do rio, em que ocorre um aumento na declividade longitudinal e, em consequência disso, uma aceleração na velocidade do fluxo (CUNHA, 1995).

Com a mudança no traçado do leito do ribeirão Forquilhas houve o aumento do gradiente no perfil longitudinal pela aceleração erosiva, que provocou o aprofundamento e alargamento do talvegue. Essas obras de retilinação alteraram a dinâmica fluvial e geraram um aumento considerável do transporte de sedimentos e resíduos sólidos (lixos), tornando-se necessárias constantes dragagens para favorecer o escoamento rápido das águas e evitar a obstrução dos canais e, conseqüentemente, as inundações (HERRMANN et al., 1993; FERREIRA, 1994).

Com o assoreamento do curso d'água, portanto, passou a ser necessário o controle de carga de sedimentos através de constantes dragagens, a jusante dos rios (Figura 3). A dragagem é uma técnica amplamente utilizada para a desobstrução do leito e para a extração de areia e cascalho, tendo como consequência a redução da rugosidade do leito (SANDER et al., 2012). A perda de rugosidade, quando em conjunto com o corte de meandros acelera bastante a velocidade das correntes hídricas, modificando o balanço de energia dos sedimentos (CUNHA, 1995).

Este procedimento de remoção do material depositado nos alvéolos, inclusive dos detritos urbanos, é necessário em canais urbanos que sofreram retilinações. Dessa maneira, é possível restabelecer a velocidade de escoamento das águas e auxiliar no desassoreamento na foz dos cursos d'água (CUNHA, 1995; HERRMANN, CARDOZO, 2008).

Também há necessidade de limpeza nas margens, onde são depositados resíduos sólidos e entulhos, o que evidencia a urgência no

desenvolvimento de projetos de educação ambiental com as comunidades (HERRMANN, CARDOZO, 2008).

Figura 3 - Ribeirão Forquilhas, trecho retelinizado, com presença de bancos de areia no setor de baixo curso e assoreamento das margens.



Foto: Gerly Mattos Sánchez, 13/03/2015.

Outro fator que contribuiu para a intensificação dos impactos das inundações foi a construção da rodovia federal BR-101. A rodovia foi construída sobre aterro e sem um estudo físico-ambiental dos cursos d'água que cortam o território, formando, portanto, uma verdadeira barragem ao escoamento das águas em períodos de cheias. Em épocas de fortes chuvas, associadas com a maré alta, a rodovia funciona para a área como um dique, assim como as estradas municipais e a rodovia estadual SC-281, devido ao aterro realizado para a elevação das pistas. As pontes baixas de concreto na malha viária da área de estudo também funcionam como verdadeiras barragens em dias de chuvas (HERRMANN, 1999; FERREIRA, 1994; HERRMANN et al., 1993).

A legislação que rege o ordenamento territorial de São José (SÃO JOSÉ, 1985a) reconhece uma área como sendo de acumulação fluvial sujeita à inundação. Entretanto, nos últimos anos loteamentos urbanos sob anuência da administração municipal avançaram até ultrapassarem a

cota altimétrica de 5 metros sobre a planície. Cota esta que determina o setor que não deveria ser ocupado.

Nesse contexto de intervenções urbanas, o município de São José, bem como o setor urbano da bacia do ribeirão Forquilhas, vem sofrendo constantes problemas com as inundações na planície em questão. Entre os anos de 1975 e 2011 foram registrados 44 desastres no município, conforme registros oficiais e não-oficiais de episódios associados às inundações (BRASIL, 2014; HERRMANN (Org.), 2014).

O evento de novembro de 1991 foi considerado como o mais severo dentre os registros da década de 1990 (FERREIRA, 1994; HERRMANN et al., 1993), quando foi registrado pela Estação Meteorológica São José (código N° 83897) 404,8 mm de chuva em apenas 24 horas. O fato tomou maior proporção porque os canais estavam parcialmente obstruídos por entulhos e sedimentos, coincidindo ainda, com a maré alta, que atuou como agente represador do escoamento na foz. Muitos bairros da bacia foram inundados, resultando na decretação de calamidade pública por parte do município.

Tão marcante quanto a de novembro de 1991, foi a inundação ocorrida em fevereiro de 1994, quando em apenas 4 horas foram registrados 227,7 mm de chuvas. Além disso, a dragagem dos rios Maruim (trecho entre a BR-101 e a foz) e Forquilhas (junto ao bairro Flor de Nápolis) não foi suficiente para impedir as inundações dos meses de fevereiro, março e maio (HERRMANN et al., 1993).

Os episódios de dezembro de 1995 e de janeiro de 1997, assim como de 1991 levaram o município a estado de calamidade pública. No da final da década de 2000 a área de estudo voltou a ser fortemente afetada pelas inundações de 2008, 2010 e 2011 (BRASIL, 2014).

Assim, vários bairros do município de São José, alguns inseridos na bacia em análise, são constantemente atingidos por inundações, dentre eles destacam-se: Flor de Nápolis, Picadas do Sul, Forquilha e Colônia Santana.

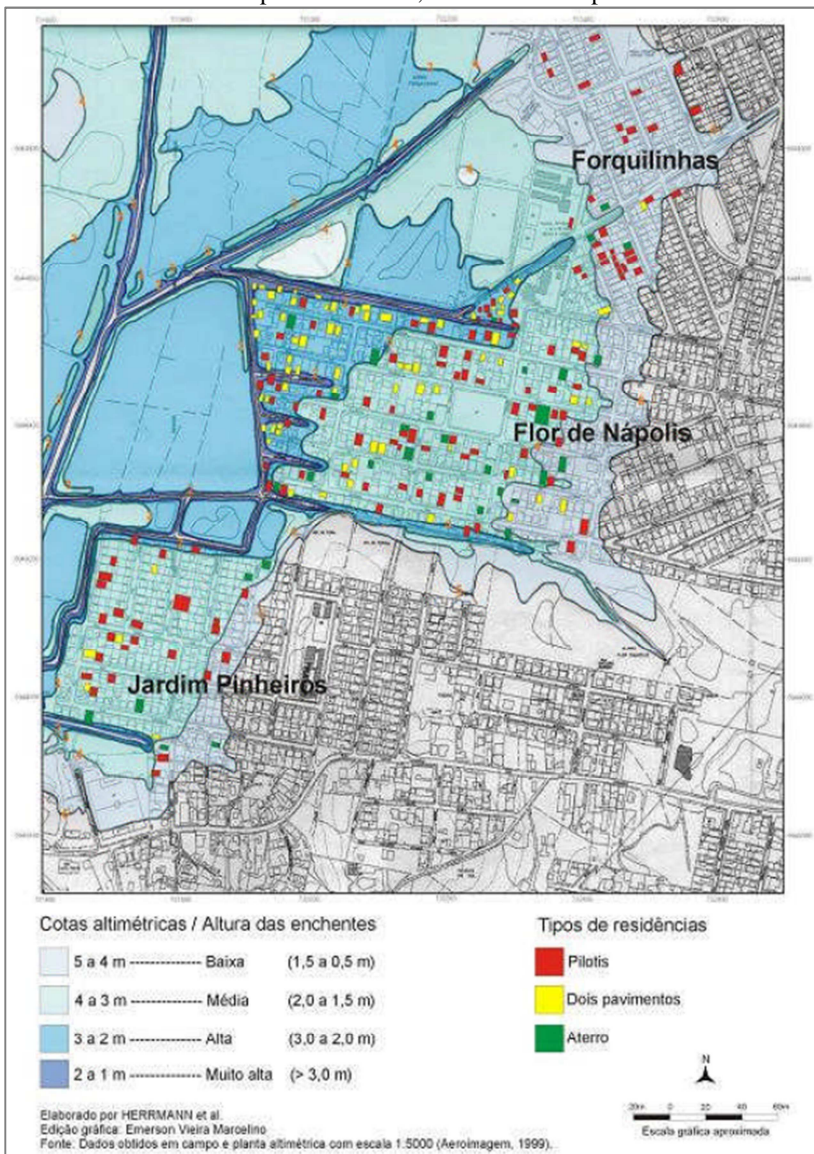
O município de São José possui grande parte do seu sítio urbano assentado em áreas planas. Grande parte da população, que vem sendo afetada diretamente pelas fortes chuvas e suas consequências, está instalada nessas áreas, as quais são sujeitas à inundação em virtude dos seus aspectos geomorfológicos.

Estudos foram realizados sobre a suscetibilidade à inundação em setores da bacia do rio Maruim e sub-bacia ribeirão Forquilhas. Ferreira (1994) pesquisou sobre as transformações ambientais e os consequentes impactos na bacia do rio Maruim, dentre eles os relativos às inundações. Herrmann et al. (1993) avaliaram as consequências das anomalias

pluviais que resultaram nas inundações de novembro 1991 e fevereiro de 1994 no município de São José; o descaso do poder público frente ao planejamento urbano, questões de saneamento e minimização dos desastres. A pesquisa de Herrmann (1998), a partir da avaliação dos problemas geoambientais da faixa central do litoral catarinense, resultou, dentre outros resultados, na delimitação da área inundável do baixo curso do rio Maruim e de seu afluente ribeirão Forquilhas. Herrmann e Cardozo (2008) determinaram os níveis das alturas de inundações na bacia do Forquilhas, as suas consequências, bem como os aspectos socioeconômicos da área em estudo, através de 100 questionários aplicados à população residente (Figura 4). Cardozo et al. (2010) ampliaram as áreas suscetíveis à inundação até a cota altimétrica de 8 m da bacia e geraram um mapa de suscetibilidade considerando os critérios adotados por Herrmann e Cardozo (op. cit.) (Figura 5).

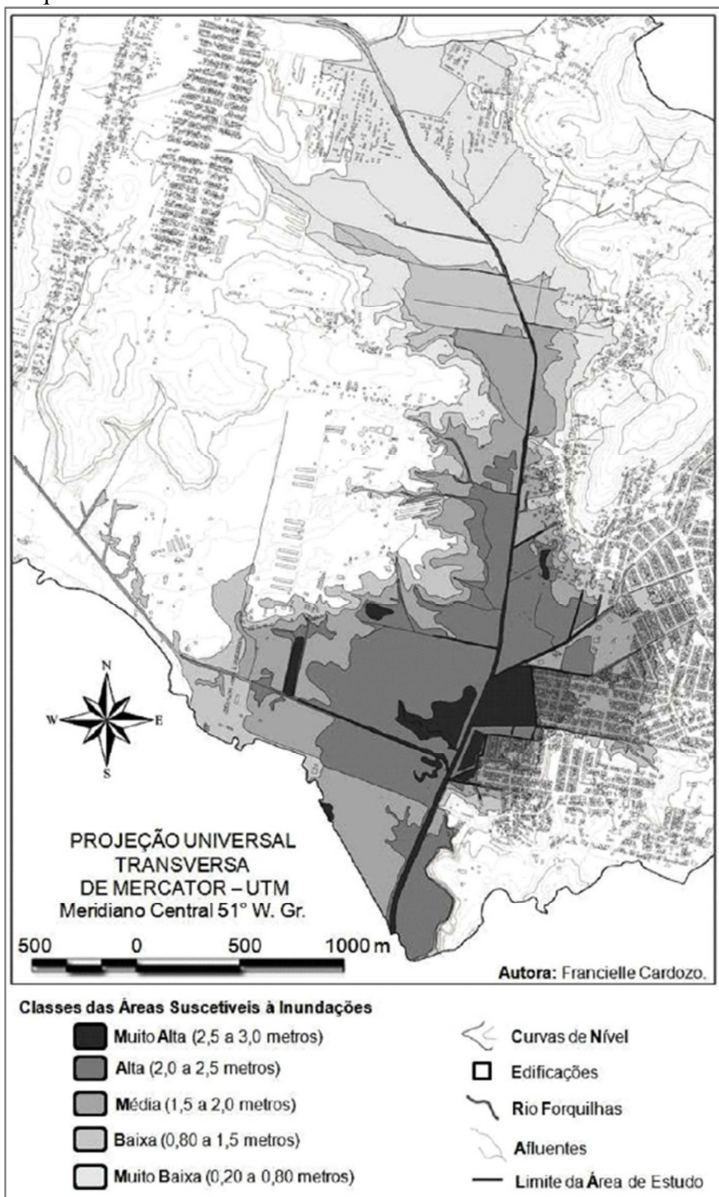
Diante desse cenário parcial, as pesquisas realizadas nesta área atribuem à frequência e à periodicidade das inundações na bacia do ribeirão Forquilhas fatores como o crescimento populacional na planície de inundação nas últimas décadas. Associados à urbanização irregular ou sem planejamento, a ocupação pode ocasionar efeitos sobre a hidrologia da bacia e interferir no escoamento superficial e no comportamento dos cursos d'água.

Figura 4 - Alturas das inundações nos bairros Forquilha, Flor de Nápolis e Picadas do Sul no município de São José, destacando os tipos de residências.



Fonte: Herrmann, Cardozo (2008).

Figura 5 - Mapa das áreas suscetíveis a inundações da bacia do ribeirão Forquilhas.



Fonte: Cardozo et al. (2010).

4. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 BACIA DO RIBEIRÃO FORQUILHAS, SÃO JOSÉ/SC

O município de São José está localizado na porção central do litoral do Estado de Santa Catarina entre as coordenadas geográficas 27°31'30'' e 27°38'31'' latitude Sul e 48°44'50'' e 48°35'20'' longitude Oeste.

São José situa-se na área conurbada da capital catarinense, Florianópolis, a qual se integra pelos aspectos comuns de ocupação antrópica e pelas suas propriedades físicas regionais.

Seu território abrange uma área de 151,1 km² de extensão. Faz limite ao norte com o município de Biguaçu; ao sul com Palhoça e Santo Amaro da Imperatriz; a oeste com Antônio Carlos e São Pedro de Alcântara; e a leste com Florianópolis e com o Oceano Atlântico (Figura 6). Dispõe de dois setores rurais (porções norte e sul do território) e de três distritos urbanos – Sede, Campinas e Barreiros – nos quais se inserem 28 bairros.

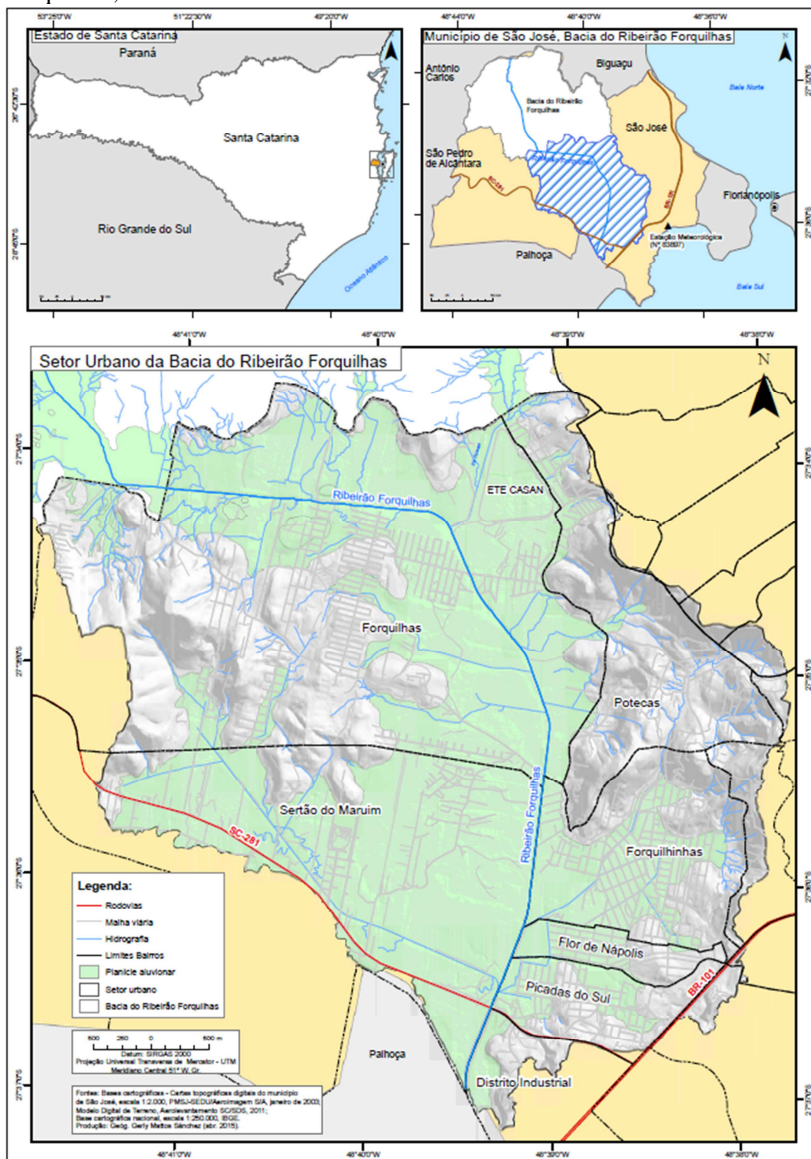
Segundo estimativa do IBGE em 2014, possui uma população de 228.561 habitantes, sendo o quarto município mais populoso do Estado, depois de Joinville, Florianópolis e Blumenau. Em 2010, a densidade populacional foi estimada em 1.388,17 habitantes por km², sendo que 207.312 habitantes residiam na área urbana, enquanto 2.492 na área rural (BRASIL, 2014).

São José está no sexto lugar do *ranking* da economia dos municípios de Santa Catarina (BRASIL, 2010). A base da economia josefense está fundamentada no comércio, indústria e atividade de prestação de serviços. De acordo com dados da administração municipal, possui mais de 1.200 indústrias, cerca de 6.300 estabelecimentos comerciais, 4.800 empresas prestadoras de serviços e 5.300 autônomos. Por outro lado, mantém ainda a pesca artesanal, maricultura, produção de cerâmica utilitária e agropecuária como atividades geradoras de renda (SEBRAE/SC, 2013).

A presente pesquisa tem como área de estudo o setor urbano da bacia do ribeirão Forquilhas. A bacia está situada à 27°31'/27°37' de latitude Sul e 48°43'/48°37' de longitude Oeste, integralmente no município de São José, conforme apresenta o mapa de localização da Figura 6. É constituída em parte, pela zona rural do município ao norte, e pela zona urbana, composta pelos bairros: Forquilhas, Potecas,

Forquilha, Flor de Nápolis, Picadas do Sul, Sertão do Maruim e Distrito Industrial.

Figura 6 - Localização da área de estudo: setor urbano da bacia do ribeirão Forquilha, São José/SC.



A bacia do ribeirão Forquilhas representa o principal sistema de drenagem que banha o município de São José, com uma área de 54,20 km² de extensão. O ribeirão Forquilhas chega a formar uma bacia de sexta ordem, atingindo no seu curso inferior cerca de 50 metros de largura.

O padrão de drenagem é dendrítica com controle estrutural. A densidade média da drenagem constitui 1,97 km/km²; densidade de canais representa cerca de 5,6 canais por km². O seu afluente principal é o rio Potecas.

O canal principal, ribeirão Forquilhas, possui 17,34 km de extensão. É o afluente principal do rio Maruim (nos limites do município) pela margem esquerda e se desenvolve no sentido geral Noroeste/Sudeste (Figura 6).

A bacia apresenta seu curso d'água principal retilinizado em sua maior extensão (Figura 7). Em grande parte, os canais meândricos foram retificados em função das ocorrências das inundações, e por vezes, retilinizados e aterrados para fins de ocupação (Figura 8).

Conforme verificado em campo, o ribeirão transporta uma grande quantidade de sedimentos, formando bancos de areia no setor de baixo curso. A extração desse material com utilização de dragas pode resultar numa mudança das seções transversais do rio ao longo do tempo. Intervenções desse tipo ocorreram no final do ano de 2012, com a dragagem e o alargamento do trecho do Forquilhas entre a Rua Antônio Jovita Duarte e seu exutório no rio Maruim.

No que diz respeito aos aspectos hidrológicos, a bacia não apresenta estação fluviométrica que disponha de dados de vazão, batimetria e seções transversais dos canais. Este fato dificulta estudos mais avançados sobre os processos hidrológicos que permitam identificar o comportamento de variáveis como escoamento superficial e subterrâneo; infiltração; velocidade e vazão, entre outros.

No município está localizada a Estação Meteorológica de São José (Nº 83897) sob responsabilidade do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), com série histórica de 47 anos de dados pluviométricos, desde o ano de 1968. Os dados de chuvas, por exemplo, podem ser utilizados como informações de entrada em hidrologia e são indispensáveis para cálculos de chuvas no que tange projetos de obras hidráulicas e para medidas de minimização de impactos de desastres, como as inundações.

Figura 7 – Trecho do Ribeirão Forquilhas retilizado, vista panorâmica para a montante sobre a ponte da Rua Antônio Jovita Duarte.



Foto: Gerly Mattos Sánchez, 24/07/2013.

Figura 8 – Curso d'água retificado, afluente do ribeirão Forquilhas que corta o bairro Flor de Nápolis.



Foto: Gerly Mattos Sánchez, 13/03/2015.

A possibilidade de ocorrência de eventos de inundação é uma preocupação relevante, considerando os avanços da urbanização em direção às várzeas potencialmente sujeitas à inundação, principalmente no baixo Forquilhas, em terrenos planos com cotas inferiores a 4,5 m de altitude. O adensamento urbano, a impermeabilização do solo, as rodovias SC-281 e BR-101 são condicionantes agravantes nos eventos de inundação na área de estudo, tornando-se ainda mais expressivos quando coincidem dias de maré alta e de episódios pluviais intensos.

A ausência de matas ciliares em grande parte da sua extensão, a transformação constante dos seus canais pelas obras de engenharia, e o estado avançado do seu assoreamento e poluição agravam ainda mais os problemas de drenagem dentro do setor urbano da bacia do ribeirão Forquilhas. A rede de drenagem da bacia é um dos processos mais dinâmicos do sistema urbano josefense, a qual necessita de uma regulamentação adequada ao contexto atual de uso e ocupação.

4.2 ASPECTOS FÍSICO-NATURAIS

4.2.1 Condições climáticas

O município de São José apresenta as características do clima regional da costa catarinense, cuja dinâmica é regulada pelos sistemas atuantes na Região Sul do Brasil.

As características climáticas dessa região são regidas pela constante e simultânea interação de fatores e processos meteorológicos de origem estática e dinâmica (EPAGRI, 2002).

Por sua localização geográfica nas médias latitudes (27°S), o clima caracteriza-se por ter as quatro estações bem definidas e as chuvas distribuídas ao longo do ano, não havendo estação seca. Possui clima temperado de categoria subquente, com temperatura média anual superior a 20°C, oscilando entre 18 e 15°C no inverno e entre 26 e 24°C no verão. Encontra-se na zona de passagem da frente polar em frontogênese, em que o tempo atmosférico está sujeito a bruscas mudanças pelas entradas sucessivas de tais fenômenos em qualquer estação do ano. A passagem das grandes descontinuidades é seguida, no inverno, por ondas de frio das massas polares, que no verão têm ação amenizadora (NIMER, 1979; MONTEIRO, 2001).

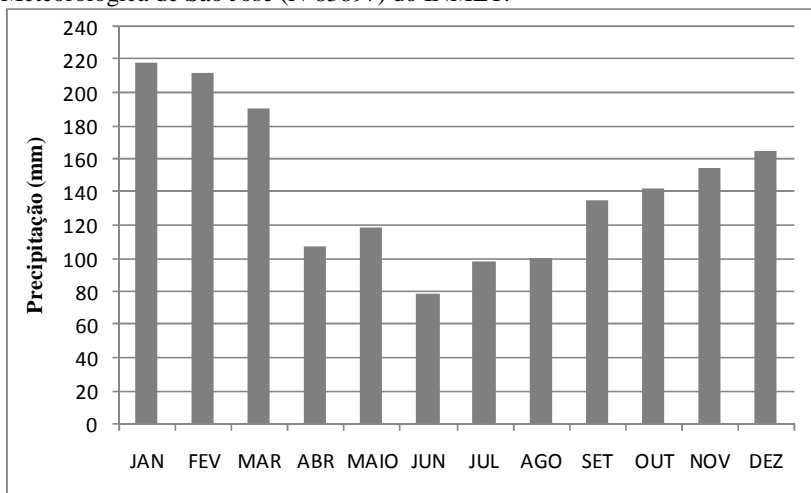
Em geral, as precipitações são bem distribuídas ao longo de todo o ano, com período mais chuvoso entre os meses de novembro e fevereiro, enquanto o mais seco em junho e julho. A umidade relativa anual compõe de 80 a 85%, sendo a pluviosidade média na região de São José de 1700-2100 mm/ano, distribuída em cerca de 150 a 200 dias chuvosos por ano. A evapotranspiração média anual oscila em torno de 800 a 1.000 mm (EPAGRI, 2002).

A climatologia mensal das precipitações¹ de São José pode ser observada na Figura 9. Esses valores são estimados com base na série

¹ A climatologia mensal consiste na precipitação normal esperada para determinada localidade em determinado mês, com base na série histórica de índices pluviométricos.

histórica da Estação Meteorológica de São José (Nº 83897). É possível visualizar a distribuição pluviométrica mensal no município, com verão mais chuvoso e o inverno mais seco.

Figura 9 – Média climatológica mensal das precipitações na Estação Meteorológica de São José (Nº83897) do INMET.

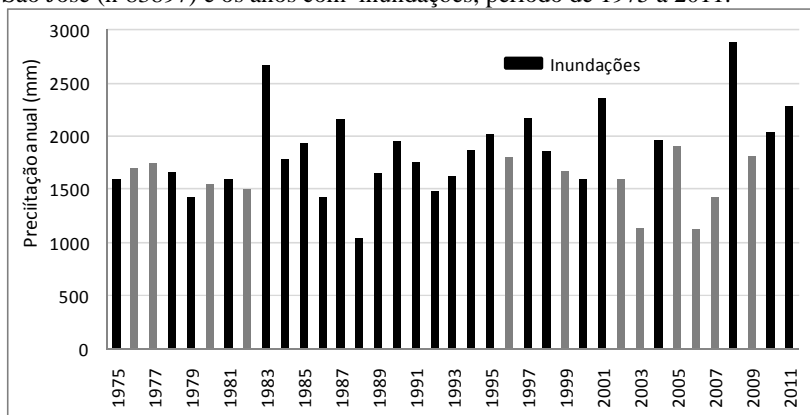


Fonte: EPAGRI/CIRAM.

Os índices dos acumulados anuais no município entre os anos de 1975 e 2011 e os anos com ocorrências de inundações estão representados na Figura 10. Observa-se que os anos considerados mais chuvosos foram 2008 e 1983, com 2.885,4 mm e 2.673,8 mm respectivamente. Além desses, outros anos obtiveram registros de inundações e apresentaram elevados índices de precipitação, acima de 2.000 mm, como em 1997 (2.173,9 mm), 2001 (2.360,7 mm) e 2011 (2.287 mm). A média anual registrada para este período foi de 1.769 mm.

Os principais sistemas meteorológicos responsáveis pelas precipitações na região são: as frentes frias, os vórtices ciclônicos, os cavados de níveis médios, a convecção tropical, a ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) e a circulação marítima. Alguns sistemas meteorológicos atuam praticamente o ano inteiro, no entanto sua maior influência ocorre em determinadas estações, contribuindo para diferenciar as condições do tempo (MONTEIRO, 2001).

Figura 10 – Acumulados anuais das precipitações da Estação Meteorológica de São José (nº83897) e os anos com inundações, período de 1975 a 2011.



Fonte: EPAGRI/CIRAM.

Os ventos predominantes na área do município são do quadrante Norte, com origem no anticiclone semifixo do Atlântico Sul, centro de ação da Massa Tropical Atlântica. Os ventos do quadrante Sul, embora sejam menos frequentes, são mais velozes, relacionados a diferentes trajetórias de massas polares e suas frentes.

4.2.2 Geologia

Geologicamente, a bacia do ribeirão Forquilhas é constituída por granitos da Suíte Marum, os quais são intrusivos em gnaisses e migmatitos do Complexo Águas Mornas. Nas porções oeste e sul da bacia ocorrem áreas de exposição do Granito Ilha da Suíte Intrusiva Pedras Grandes. Essas unidades do embasamento cristalino estão localmente encobertas por depósitos colúvio-aluvionares e aluvionares quaternários.

O Mapa Geológico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Forquilhas (FLORES et al., 2014) está representado na Figura 11.

O Complexo Águas Mornas, definido por Zanini et al. (1997), é constituído pela associação de gnaisses quartzo dioríticos e granodioríticos (lítotipos predominantes) e por migmatitos neoproterozóicos, com idade em torno de 570 milhões de anos. É resultante da fusão parcial de ortognaisses, com injeção de magmas graníticos, apresentando estrutura maciça ou lineada, possuindo, de modo geral, composição granítica, coloração acinzentada e granulação

variável entre fina e grosseira (FERREIRA, 1994; PIRES et al., 1995). Os gnaisses migmatíticos são caracterizados pela alternância entre bandas escuras, ricas em anfibólio e biotita de orientação planar e bandas claras, quartzo-feldspáticas.

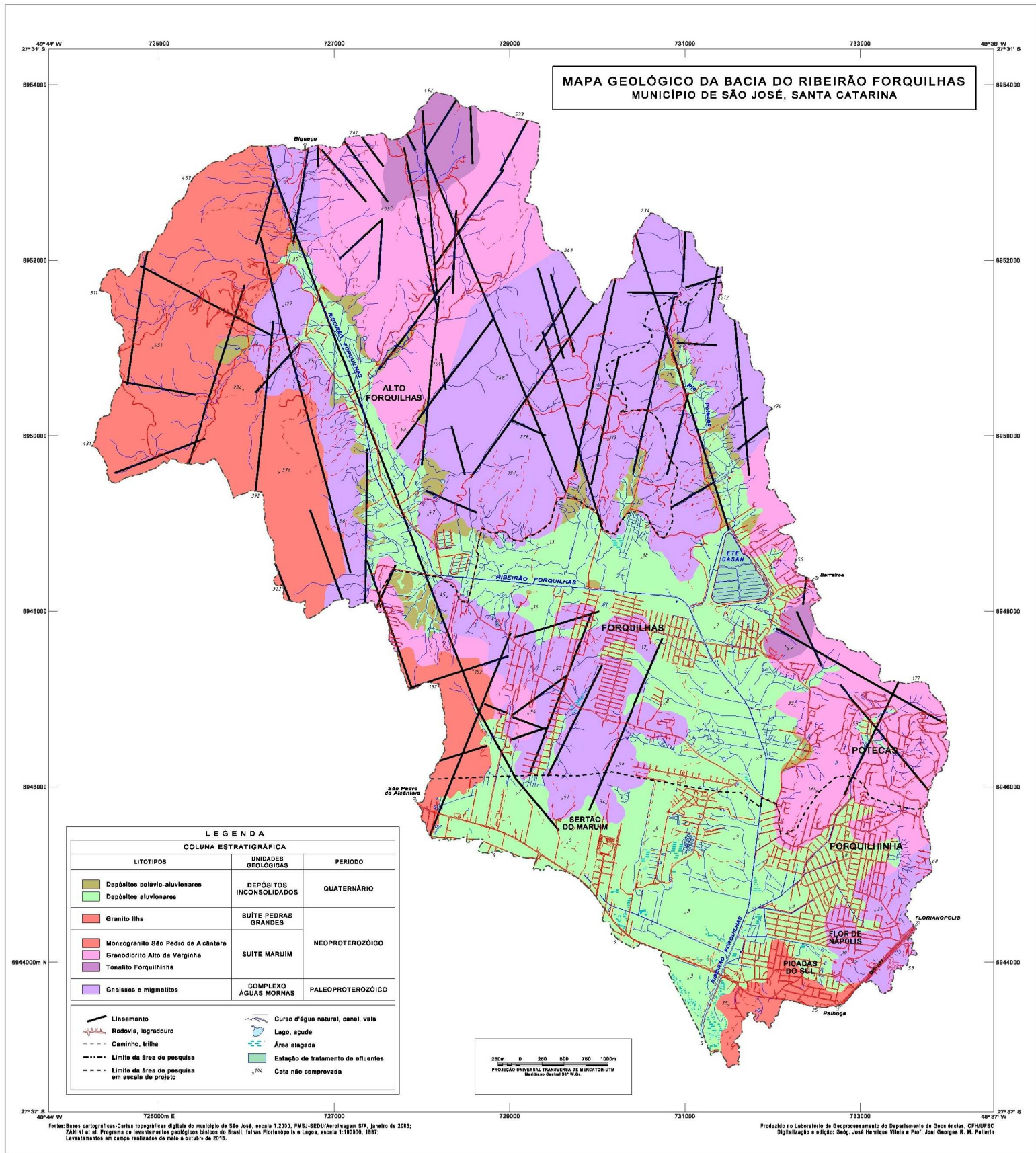
Os granitoides calcialcalinos da Suíte Intrusiva Maruim são predominantes na área da bacia e formam um maciço granítico zonado, intrusivo no Complexo Águas Mornas. Este maciço é representado pelo Tonalito Forquilha, situado nas porções marginais do maciço que evoluem para o granodiorito Alto da Varginha e monzogranito São Pedro de Alcântara como intrusões subsequentes nas porções centrais do maciço (ZANINI et al., 1997).

O tonalito Forquilha compreende rochas equigranulares média a grosseira, coloração cinza escuro, mesocráticas, ricos em hornblenda. A composição mineralógica é constituída por um arcabouço de quartzo e plagioclásio com quantidades variáveis de hornblenda, biotita, feldspato alcalino e, minerais acessórios como opacos, apatita, esfeno e zircão (FLORES et al., 2014).

O granodiorito Alto Varginha compreende rocha mesocrática, equigranular média a fina, por vezes mostrando orientação de fluxo. Mineralogicamente é constituído por quartzo, plagioclásio e feldspato alcalino como minerais essenciais, com biotita e, ocasionalmente anfibólio como varietais; apatita, esfeno, zircão e opacos como minerais acessórios, além de clorita epidoto, sericita e carbonatos como minerais secundários (FLORES et al., 2014).

O granito São Pedro de Alcântara consiste na unidade de maior ocorrência da Suíte Maruim (Figura 11). É representado por rochas mesocráticas cinza escuro, de granulação grossa, com fenocristais esbranquiçados de feldspato alcalino e, eventualmente, de plagioclásio. São frequentes os enclaves do tonalito Forquilha e granodiorito Alto Varginha. A composição mineralógica compreende feldspato alcalino, quartzo, plagioclásio e biotita, seguidos por minerais opacos, anfibólios e moscovita em ordem de abundância. Zircão, esfeno, alanita e apatita aparecem como acessórios, enquanto sericita, clorita epidoto e carbonato como minerais secundários (FLORES et al., 2014).

Figura 11 - Mapa Geológico da Bacia do Ribeirão Forquilhas, São José, Santa Catarina



Fonte: Flores et al. (2014)

A Suíte Intrusiva Pedras Grandes compreende uma série de corpos graníticos alcalinos de idade neoproterozóica (em torno de 550 M.A.), bastante expressivos no sul do Estado de Santa Catarina. Presente também a oeste e sul da bacia em estudo, observa-se afloramentos do Granito Ilha, integrante dessa suíte. São rochas graníticas homogêneas, não deformadas, com variação de textura, cor e granulação, e granodioritos e quartzo-monzonitos, de coloração rosa a cinza clara, com granulação variável de fina a grossa, com textura equigranular grossa apórfira. Constituem-se de quartzo, feldspato alcalino e biotita (anfíbólio), como minerais essenciais; zircão, alanita, apatita e minerais de óxidos de Fe-Ti (magnetita/ilmenita) como minerais acessórios e epidoto, sericita, moscovita, clorita, titanita, carbonatos e fluorita como minerais secundários (FLORES et al., 2014).

Segundo o modelo de evolução progressiva das rochas mais antigas de Zanini et al. (1997) afetadas pela intrusão dos granitos, os contatos sendo transicionais entre os diversos litotipos apresentam setores heterogêneos com, por exemplo, núcleos de granito isolados (formando “ilhas”) dentro de rochas gnáissicas, conforme observados no alto vale do ribeirão Forquilhas (Figura 12). Essa característica exerce influencia sobre o relevo e a própria heterogeneidade que podem apresentar as formações de alteração podendo contribuir para aumento da suscetibilidade a movimentos de massa (FLORES et al., 2014).

Os depósitos aluvionares e colúvio-aluvionares representam a cobertura sedimentar de idade quaternária. Os depósitos aluvionares estão localizados junto ao leito do ribeirão Forquilhas e afluentes. São constituídos por camadas de sedimentos de areia, cascalho e silte/argila, inconsolidados, depositados nas planícies de inundação, nos terraços e nas calhas da rede fluvial atual. Os depósitos colúvio-aluvionares são representados por sedimentos com granulometria heterogênea, ocorrendo sob a forma de leques aluviais ou rampas de colúvio no sopé das encostas (FLORES et al., 2014). Em geral, são sedimentos arenos-argilosos, com grânulos e seixos de litologias quartzíticas predominantes, depositados em fluxos de regimes torrenciais (HERRMANN, 1999). São constituídos, geralmente, por uma alternância de níveis ou lentes arenosas e argilosas, mal selecionados, com a presença frequente de horizontes de seixos e calhaus, os quais se tornam mais expressivos próximos às áreas fontes.

Figura 12 - Aspecto do afloramento do granito São Pedro de Alcântara, que forma núcleos isolados de granito dentro de rochas gnáissicas.



Foto: Joel Robert Pellerin, 2013.

Grande parte das litologias citadas acima se constitui de minerais facilmente intemperizáveis nas condições ambientais onde afloram, formando grandes mantos de alteração sobre as elevações. Os alteritos, como são chamados, são particularmente espessos nas rochas heterogêneas do Complexo Águas Mornas. Apresentam frequentemente cicatrizes de deslizamentos nos setores de forte declividade, bem como de erosão linear onde a declividade é mais tênue (Figura 13).

Figura 13 - Erosão de alteritos espessos de rochas do Complexo Águas Mornas, deixados sem cobertura vegetal em um setor de relevo colinoso.



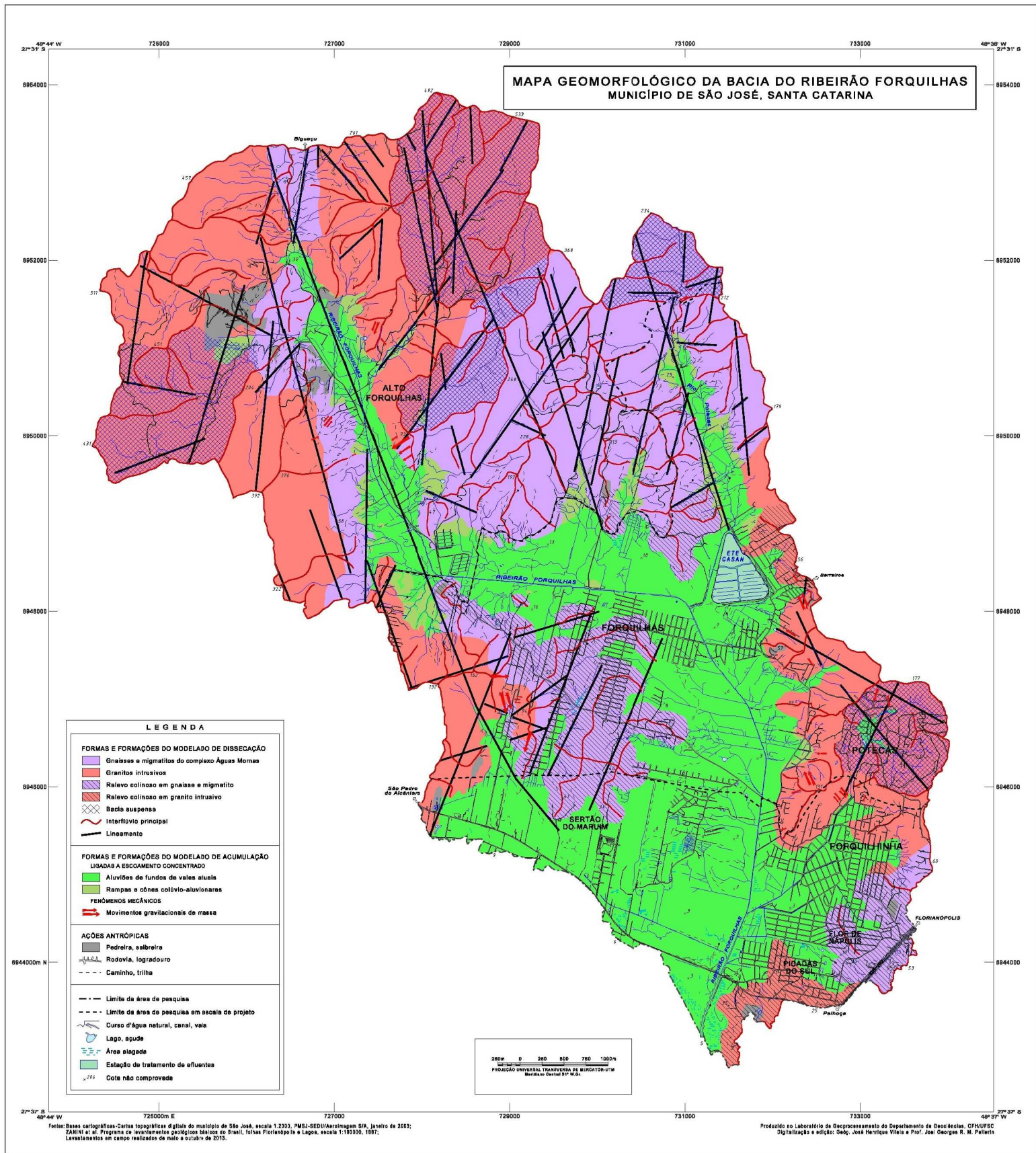
Foto: Gerly Mattos Sánchez, 30/08/2013.

4.2.3 Geomorfologia

A evolução da rede de drenagem fluvial de São José resultou na formação de grandes alvéolos e planícies alveolares, com um relevo residual expressivo mamelonado de altitudes médias e baixas (0 a 200 m) (SÃO JOSÉ, 2004).

O relevo do município é caracterizado pela presença de espigões e esporões rebaixados, pequenos maciços, morros isolados ou em grupos, morrotes e colinas de rochas metamórficas. O ponto mais elevado situa-se no extremo norte do limite municipal, conhecido como morro Biguaçu (533 m) (Figura 14). Os pontos mais baixos correspondem à orla costeira e suas praias. As altitudes de até 50 m ao nível de mar ocupam mais de metade do território do município (SÃO JOSÉ, 2004).

Figura 15 - Mapa Geomorfológico da Bacia do Ribeirão Forquilhas, São José, Santa Catarina



Fonte: Flores et al. (2014)

No Domínio do Embasamento Cristalino está inserida a Unidade Geomorfológica Serras do Leste Catarinense. Esta é constituída por seqüências de elevações dispostas paralelamente ou sub-paralelamente, com cristas orientadas preferencialmente no sentido NE/SW, com altitudes até 515 metros, sendo que essas serras na medida em que se aproximam da linha de costa, se apresentam mais baixas. Nessa unidade estão inseridos os Modelados de Dissecação, resultantes de processos erosivos relacionados à dinâmica fluvial e/ou pluvial, não obedecem necessariamente ao controle estrutural. O Modelado de Dissecação em Outeiro (morrarias) são elevações convexo-côncavas na forma de morros, em vales encaixados, com amplitude altimétrica que varia de 100 a 200 metros. O Modelado de Dissecação em Colinas é formado por vales pouco encaixados, abertos e de baixas altitudes, em torno de 100 metros, com elevações em forma de colinas com encostas convexas (ROSA, 1995; HERRMANN, 1999).

As formações do modelado de dissecação são representadas pela morfologia de morros que se estende em sentido norte-sul e compreendem o alto vale do ribeirão Forquilhas (Morro Forquilhas – 436 m) e o curso médio do rio Maruim (Maciço Pedra Branca – 490 m). Do ponto de vista do substrato rochoso, são dominadas pela ocorrência de suítes intrusivas pré-cambrianas. Geomorfológicamente, estes morros dispõem da morfologia típica de cotas mais elevadas, delineados em vales profundos dissecados, obedecendo às orientações das estruturas de falhas na direção N e também das fraturas ortogonais NW e NE.

Os morros que constituem os divisores das pequenas bacias hidrográficas, onde se localiza a área urbana consolidada da bacia, fazem parte do Modelado de Dissecação em Outeiros. Enquanto o Modelado de Dissecação em Colinas ocorre em pequeno setor próximo à rodovia BR-101 no lado leste da bacia (ROSA, 1995).

No Domínio Morfoestrutural Cobertura Sedimentar Quaternária está inserida a Unidade Geomorfológica Planícies Costeiras, que são extensões de terrenos modelados em sedimentos arenosos e argilo-arenosos, apresentando formas planas ou rampeadas, com níveis de cascalhos depositados durante episódios de oscilações marinhas do Quaternário. Nessa unidade estão inseridos os Modelados de Acumulação que abrangem o conjunto de formas do relevo associados aos sedimentos transportados e depositados sob o regime fluvial e por ação de ondas e correntes marítimas (HERRMANN, 1999; ROSA, 1995).

Dentre os modelados de acumulação presentes na bacia de estudo tem-se: Aluviões de fundos de vales atuais e Rampas e cones colúvio-aluvionares (Figura 16).

Figura 16 – Aspecto dos aluviões e das rampas colúvio-aluvionares da bacia do ribeirão Forquilhas.



Foto: Joel Pellerin, 26/09/2013.

O ambiente aluvial é constituído por setores às margens dos rios atuais e paleocanais, formando terraços e planícies compostos de sedimentos inconsolidados, oriundos da deposição fluvial. São sedimentos heterogêneos, mal selecionados, de coloração cinza a marrom, compostos por areias, siltes e argilas.

Essas áreas de planícies aplainadas, com presenças de solos moles são propensas a inundações em períodos de precipitações intensas. Apresentam importante função no sistema hídrico natural da região com o controle de cheias, visto que desempenham função de reservatório de acumulação de águas de chuva, por favorecer o transbordo das águas fluviais, ultrapassando as calhas dos rios e inundando as planícies marginais.

Os aluviões possuem elevada suscetibilidade a inundações, sendo os primeiros setores a serem atingidos. Na bacia do ribeirão Forquilhas,

essas áreas atualmente vêm sofrendo com perda de matas ciliares, assoreamento e pressão antrópica pela expansão urbana.

As rampas e cônes colúvio-aluvionares compreendem os materiais depositados na base das encostas e os depósitos dos rios de baixa ordem que descem das encostas (alúvios) e avançam sobre a planície. As altitudes variam de 10 a 130 metros.

Esta planície apresenta formas planas, mas localmente podem ser encontradas formas abaciadas ou rampeadas (leques), podendo ser diferenciadas em proximais e distais, em função da distância da área fonte (ROSA, 1995). É constituída por sedimentos atuais heterogêneos de cascalheiras, areias, silte e argilas (ZANINI et al., 1997). Estes sedimentos são melhores selecionados à medida que se encontram mais próximos das linhas de drenagem (alúvios). Os colúvios tendem a ser menos selecionados, no entanto como as rochas do local são muito alteradas produzem materiais predominantemente finos.

Esse modelado exhibe colorações variadas em função da área fonte e sua gênese está relacionada a movimentos de massa e retrabalhamento das partículas, por ação da gravidade.

4.2.4 Hidrografia

A rede hidrográfica do Estado de Santa Catarina é classificada em dois sistemas de drenagem, os quais compõem o sistema integrado da Vertente do Interior, composto pela bacia Paraná-Uruguai, e o sistema da Vertente Atlântica, formado por um conjunto de bacias autônomas que vertem diretamente para o litoral (SANTA CATARINA, 1997).

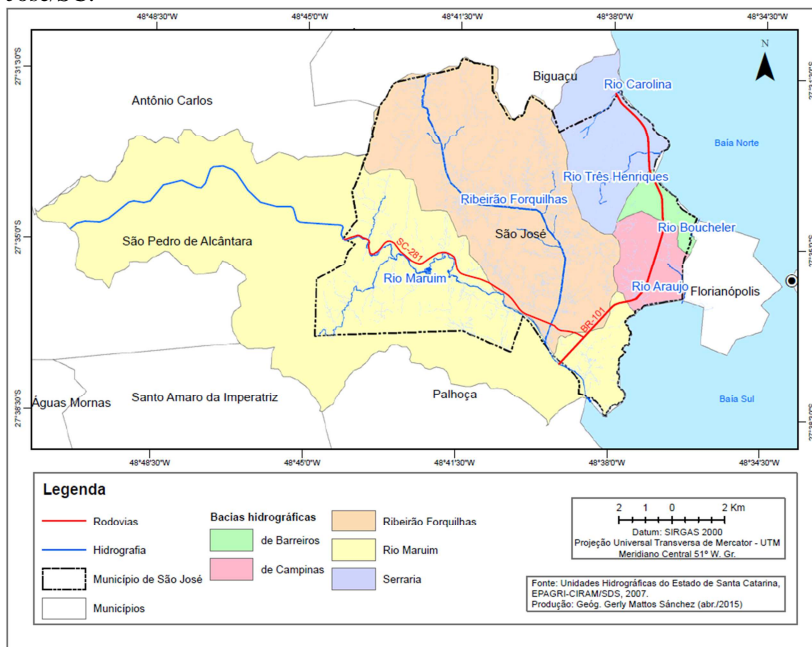
Os rios da Vertente Atlântica possuem características de menor caudal, apresentando um perfil longitudinal acidentado, tendo em seu curso cascatas e corredeiras nas partes elevadas e meandros nas áreas com baixos valores hipsométricos. São comandados pelo regime pluviométrico, caracterizados pelas chuvas distribuídas durante todo o ano (SANTA CATARINA, 1997). Há, no entanto, dinâmicas pluviométricas regionais que diferenciam as precipitações nas diversas bacias hidrográficas.

A hidrografia do município de São José integra a Região Hidrográfica Central Catarinense, Bacia do Atlântico Sul e é constituída, essencialmente, pelo rio Maruí e seus afluentes, assim como por rios e córregos litorâneos (SANTA CATARINA, 1997).

São José é formado por um sistema hídrico constituído de seis bacias hidrográficas que drenam em seus limites: rio Araújo, rio

Bücheler, rio Três Henriques, rio Carolina, ribeirão Forquilha, rio Maruim (Figura 17).

Figura 17 – Sistema de bacias hidrográficas que drenam o município de São José/SC.



Fonte: Própria pesquisa.

O rio Maruim drena os municípios de São Pedro de Alcântara, Palhoça e a porção sul do município de São José. Junto a sua foz, este rio serve de divisor entre São José e Palhoça.

A bacia do rio Maruim apresenta uma forma alongada na direção leste-oeste aproximadamente, com extensão de 35,85 km e característica de curso meandrante com degraus estruturais, formando corredeiras. Chega a formar uma bacia de sexta ordem atingindo no seu curso inferior cerca de 50 m de largura. O seu maior afluente (nos limites do município) é o ribeirão Forquilha objeto de estudo desta pesquisa. Entre outros afluentes importantes do Maruim destaca-se: o rio Pagará (margem direita), o córrego Mariquita e o córrego da Colônia Santana (margem esquerda) (SÃO JOSÉ, 2004).

O rio Maruim, próximo a sua foz, cuja cota altimétrica é inferior a 5m, as inundações são recorrentes durante episódios pluviiais intensos

e, sobretudo, quando há influência da maré, o que contribui significativamente no processo de inundação do baixo curso do ribeirão Forquilhas.

Muitos rios, córregos e ribeirões do município formam bacias de primeira a terceira ordem, que drenam a orla costeira (cerca de 1/3 do território) na direção oeste-leste, desaguando suas águas diretamente nas baías Sul e Norte.

Destacam-se os rios Carolina, Büscheler, Três Henriques e Araújo. O rio Carolina, também conhecido como rio Serraria, é o divisor entre os municípios de São José e Biguaçu. O rio Büscheler nasce no distrito de Barreiros e constitui o limite ao norte entre os municípios de São José e Florianópolis. O rio Três Henriques nasce na localidade de Areias, no distrito de Barreiros. O rio Araújo nasce no bairro Roçado e, posteriormente, corta o distrito de Campinas. Esses rios apresentam-se ambientalmente muito degradados, em virtude do lançamento de efluentes domésticos em seus leitos.

Os cursos d'água que drenam a área de estudo compõem vales encaixados nas encostas e canais meandantes nas planícies. Muitos deles foram canalizados e, atualmente, suas águas correm em galerias com contenção de margens e fundo e, em muitos trechos, em galerias completamente fechadas.

Em geral, as planícies de inundação de São José apresentam grau avançado de transformação antrópica relacionada ao canal de escoamento, retirada da vegetação, assoreamento e implantação de edificações sem considerar as faixas de proteção de cursos d'água. Estas ações podem provocar mudanças na dinâmica hídrica, as quais refletem no processo de inundação.

4.3 HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO

O município de São José teve sua colonização iniciada em 26 de outubro de 1750 por 182 casais açorianos, oriundos das Ilhas Graciosa, São Miguel e São Jorge, nos Açores. As atividades agrícolas constituíram como em toda a Província fator primordial de sua economia, principalmente as culturas de algodão e linho. O governo ao reconhecer a importância que assumia o povoado, em 1756 foi elevado à categoria de freguesia, denominada de São José da Terra Firme. O desenvolvimento aliado ao aumento populacional e ao poder econômico fez com que em 1833, através da Resolução do Presidente da Província, São José passasse da categoria de freguesia à vila, com denominação de

São José. Em 1856 foi elevada à condição de cidade, sendo uma das cidades mais populosas e ricas da província naquela época. E, por fim, em 1963 foi elevado à categoria de município (BRASIL, 2013a; SÃO JOSÉ, 2013).

A população açoriana original de São José composta por 338 pessoas fixou-se, inicialmente, no entorno da Praça da Igreja Matriz e ao longo do litoral, para o norte e sul da sede da freguesia. Lentamente foram ocupando o vale do rio Maruim e seus afluentes, bem como os bairros da Praia Comprida, Roçado, Capoeiras, Barreiros e Coqueiros e Estreito, que pertenciam à São José na época (FARIAS, 2006). O rio Maruim e seus afluentes, dentre eles o ribeirão Forquilhas, tiveram grande importância na ocupação do território, funcionando como meio de transporte e fornecedor de água potável.

O modo de vida agrícola desenvolvido em São José nos séculos XVIII e XIX pelos imigrantes açorianos e descendentes tinha como uma de suas principais características o isolamento das propriedades rurais. Seus habitantes viviam da agricultura, principalmente do cultivo da mandioca. Para algumas localidades da bacia do ribeirão Forquilhas a agricultura representava mais de 70% da mão-de-obra: Picadas do Sul – 79,2%, Picadas do Norte – 88,8% e Forquilha – 95,6%, o que mostra a predominância agrícola no aproveitamento do solo. A atividade agrícola teve importância no município até meados do século XIX, quando as terras passaram a ter outros usos em razão do adensamento populacional (FARIAS, 2006).

Do século XIX ao XX, os municípios de Palhoça, Biguaçu e São José, que apresentavam características rurais predominantes, forneciam produtos primários demandados pelo núcleo urbano da Capital. Até meados do século XIX São José crescia isoladamente da capital, com o desenvolvimento de suas atividades comerciais que sobressaíam perante Palhoça e Biguaçu. A maior parte dos atuais distritos e localidades surgiu e se desenvolveu de povoamentos progressivos (SÃO JOSÉ, 2004).

As pequenas comunidades dispersas e isoladas umas das outras, sem estrutura administrativa eram conhecidas por arraial. Barreiros, Serraria, Praia Comprida, Roçado, Forquilhas são comunidades que passaram por essa fase de desenvolvimento ainda no século XIX. Nessa mesma época o caminho do planalto, via São Pedro de Alcântara, foi aberto e povoado dando origem à rodovia que atualmente é conhecida como SC-281 (antiga SC-407) (SÃO JOSÉ, 2004; FARIAS, 2006).

A dependência da ligação marítima entre o continente e o setor insular de Florianópolis foi o fator que garantiu durante dois séculos a

economia do município (FARIAS, 2006). O século XX foi marcado pelo declínio e término das atividades portuárias, abandono do transporte marítimo e predomínio do transporte rodoviário, dirigido ao aterro da Baía Sul em Florianópolis (REIS, 2002).

A criação das linhas de ônibus na década de 1930 facilitou o acesso da população das áreas continentais para a Capital. Nessa década, São José perde a importância de entreposto comercial devido ao novo sistema de transporte, agora enfatizado pelo uso rodoviário (FARIAS, 2006).

Nas décadas de 1950 e 1960 houve incremento da migração rural-urbana, das ocupações clandestinas e ocorrência da população de baixa renda para São José, sem investimento de infraestrutura e serviços urbanos. A taxa de crescimento no município passou de 3,99% para 6,38% ao ano neste período (SUGAI, 2003).

O crescimento urbano de São José de forma acelerada está ligado à explosão urbana da capital do Estado. Sugai (2003) cita algumas características que marcaram a década de 70, como a consolidação da área conurbada de Florianópolis:

- a) crescimento da população;
- b) crescentes movimentos migratórios;
- c) dinâmica imobiliária na Ilha e no continente;
- d) tendência à concentração de baixa renda no continente e elites na Ilha;
- e) expansão intraurbana extrapolando as divisas entre São José, Palhoça e Biguaçu;
- f) distribuição diferenciada dos equipamentos urbanos;
- g) crescimento das atividades industriais em São José;
- h) papel de atração exercida pela BR-101;
- i) falta de instrumentos legais dos demais municípios, com exceção de Florianópolis, que dessem diretrizes decrescimento ou que regulassem o uso e ocupação da terra urbana.

Assim, o município de São José se tornou polo receptivo do êxodo rural de populações oriundas da Grande Florianópolis, e num segundo momento, de populações de Lages, oeste, meio-oeste catarinense e de outros estados (FARIAS, 2006).

A partir da década de 1970, o crescimento populacional do município também foi facilitado pelo início de um processo de industrialização, incentivado pela política econômica do Governo Federal. Esta privilegiou o desenvolvimento industrial e a agricultura de

exportação, o que estimulou ainda mais o movimento migratório da população rural para os centros urbanos. Com a criação do Plano de Desenvolvimento Integrado, que previu área de expansão urbana ao longo da BR-101, São José foi definido para sediar os distritos industriais da área conurbada. O município obteve incremento das atividades industriais pela acessibilidade rodoviária, incentivos fiscais, mão de obra barata e legislações restritivas a indústrias na Ilha de Santa Catarina. Instalaram-se empresas dos mais diversos gêneros, caracterizadas como um polo da “indústria diversificada” (SÃO JOSÉ, 2004; CAMPOS, 2009). A Área Industrial foi estabelecida no bairro Fazenda Santo Antônio, às margens da rodovia BR-101.

Até 1980 o uso predominante no município era o residencial, recebendo grande fluxo de mão de obra de baixa renda, caracterizando-o como cidade-dormitório evidenciado pela abertura de loteamentos novos, principalmente em Barreiros e Campinas (FARIAS, 2006). Na década de 1980, São José bem como todos os outros municípios da área conurbada de Florianópolis possuíam cerca de 80% do seu contingente populacional na zona urbana. A maioria da população economicamente ativa exercia atividades nos setores secundário e terciário (HERRMANN, 1999).

A partir de 1991 evidencia-se o crescimento da classe média e a expansão da oferta de imóveis e verticalização em São José. Entre 1998 e 2000 foram realizados investimentos na infraestrutura de ruas e acessos, com a pavimentação de 250 km aproximadamente. Entre as principais obras estão: duplicação da BR-101; execução de catorze viadutos e passagens inferiores à BR-101, construídos dez viadutos nos acessos dos três municípios da área conurbada de Florianópolis; continuação da BR-282; ponte do rio Maruim; Avenida Transpotecas; Avenida das Torres; aterro da Beira Mar Sul (SÃO JOSÉ, 2004). Tais obras favoreceram a expansão urbana do município nas duas últimas décadas.

Os fatos citados no que diz respeito ao processo de ocupação e expansão urbana do município podem ser verificados na série histórica do crescimento populacional de São José, no período de 1960 a 2010 na Tabela 1.

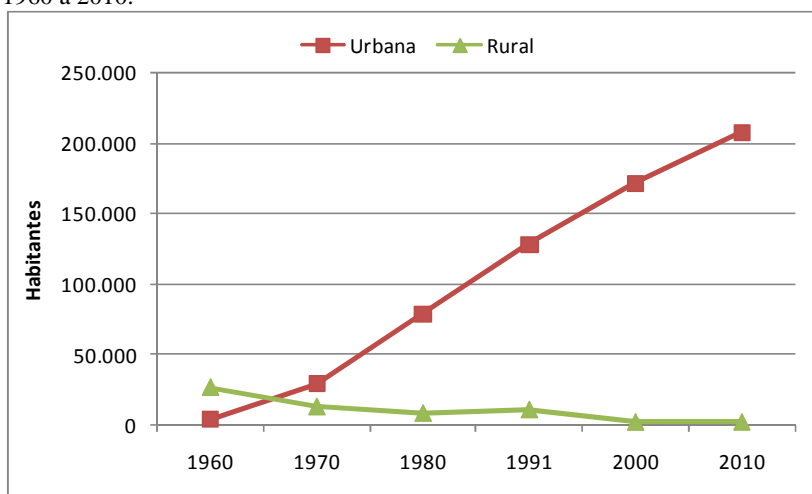
A Figura 18 demonstra a evolução da população urbana e a redução da população rural no município, segundo os dados dos censos demográficos do IBGE desde 1960 a 2010.

Tabela 1 – População urbana e rural do município de São José no período de 1960 a 2010

População	1960	1970	1980	1991	2000	2010
Urbana	4.347	29.363	79.170	128.375	171.230	207.312
Rural	26.845	13.172	8.652	11.118	2.329	2.492
Total	31.192	42.535	87.822	139.493	173.559	209.804

Fonte: Censo demográfico IBGE, 1960, 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010.

Figura 18 - População urbana e rural do município de São José entre os anos de 1960 a 2010.



Fonte: Censo demográfico IBGE 1960, 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010.

Desde o ano de 1960 verifica-se um aumento progressivo da população urbana, que de 4.347 habitantes passou para 207.312 habitantes. Este cenário corresponde a um incremento de 4.669% no período de 50 anos.

Durante o decênio de 1970 a 1980 houve um aumento notável da população em São José que duplicou o total demográfico. O crescimento populacional urbano somente neste período passou de 29.363 para 79.170 habitantes, um incremento de 170%.

Em 1980 a população urbana alcançou 90% da população total do seu território. Com o censo demográfico de 2010, verificou-se que esse percentual passou para 99%.

O número e a distribuição espacial da população do município, evidentemente, sofreram várias alterações durante todo o seu período histórico de desenvolvimento. Importante salientar que, entre 1960 e 1970, o município de São José perdeu os Distritos de Garcia, Angelina e Rancho Queimado. Assim como, em 1994 houve o desmembramento do município de São Pedro de Alcântara. Fatores estes que contribuíram para diminuir ainda mais a população rural do município (FARIAS, 2006).

Este crescimento urbano acelerado nos últimos 50 anos esteve ligado à explosão urbana de Florianópolis a partir da década de 1960, em que a construção da BR-101, a criação da Universidade Federal de Santa Catarina e campanhas de divulgação turística aumentaram a procura por imóveis. No entanto, grande parte dessa população optou pelo continente, em áreas pouco valorizadas, pelo seu menor poder aquisitivo (PELUSO JR, 1991).

Além dos fatores já mencionados, ressalta-se que o aumento do contingente urbano está associado ao incentivo do setor secundário e ao incremento da indústria. Esses incrementos foram favorecidos pelas limitações físicas do sítio urbano de Florianópolis, que influíram na ocupação dos espaços vizinhos, concentrando áreas industriais nos seus arredores, as quais deram origem ao distrito industrial de São José (FERREIRA, 1994; CAMPOS, 2009).

O incremento da população urbana e, conseqüentemente, o aumento das áreas urbanizadas fez surgir a necessidade de uma legislação específica em São José, o Plano Diretor. O Plano Diretor passou a constituir-se como “o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana”, previsto no Art. 182 da Constituição Federal (BRASIL, 1988). Devem ser estabelecidas questões fundamentais para a ordenação do território municipal, de acordo com a realidade local e em conformidade com a Política Nacional de Desenvolvimento Urbano de 2001².

A Lei do Plano Diretor de São José foi criada em 17 de abril de 1985 (SÃO JOSÉ, 1985a), a qual está estruturada da seguinte maneira:

- a) Lei do Plano Diretor;
- b) Lei de Zoneamento;
- c) Lei do Parcelamento do Solo;
- d) Código de Obras;
- e) Proposições a nível municipal, estadual e federal das obras e ações prioritárias.

² Lei Nº 10.257 de 10 de julho de 2001 – Estatuto das Cidades.

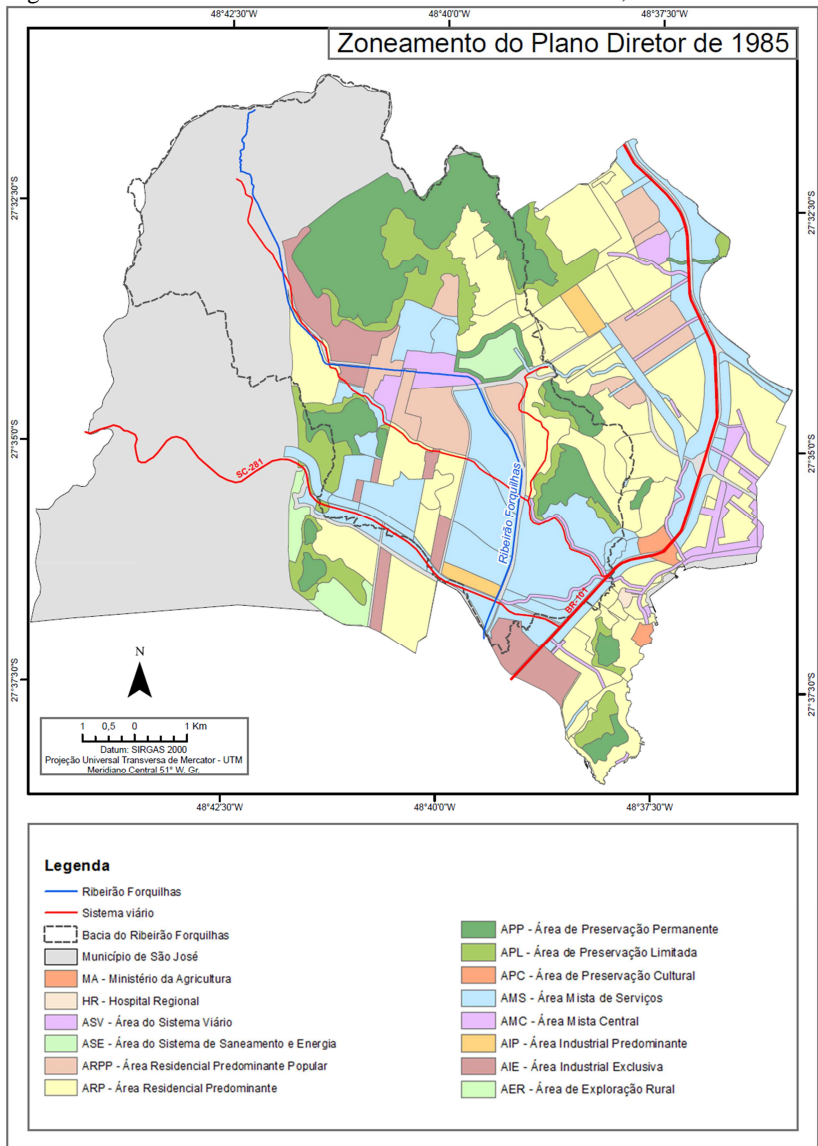
Foram estabelecidos pela Lei nº 1.604, de 17 de abril de 1985 (SÃO JOSÉ, 1985b), os objetivos, as diretrizes e as estratégias do Plano Diretor Municipal de São José. Para viabilizar a aplicação desse Plano Diretor foram aprovadas as Leis nº 1.605 e 1.606, ambas de 17 de abril de 1985. A Lei nº 1.605 dispõe sobre o zoneamento de uso e ocupação do território do município de São José (SÃO JOSÉ, 1985b). A Lei nº 1.606, por sua vez, dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências (SÃO JOSÉ, 1985c). O Código de Obras não chegou a ser implementado.

Com relação ao zoneamento de uso e ocupação da terra, a Lei nº 1.605/1985 dispõe sobre a organização do território municipal, define as atividades e usos, e regulamenta o controle, o uso e a ocupação. Prevê três zonas gerais, sendo elas: urbana, de expansão urbana e rural. De acordo com o seu Art. 7º “as zonas urbana e de expansão urbana dividem-se em áreas, as quais variam de acordo com as peculiaridades locais e as diretrizes da Lei do Plano Diretor”. A Figura 19 apresenta os limites dessas áreas que definem o zoneamento territorial.

O zoneamento é um dos instrumentos utilizados pelo Plano Diretor de 1985, e estava de acordo com aqueles adotados em todo o Brasil. Este, por sua vez, é alvo de críticas por sua ineficácia, em razão das limitações de regras, em que a população se enquadra ou não. O zoneamento não contribui para a implementação de infraestruturas adequadas e por isso torna-se uma lei incoerente que reflete a negação da multiplicidade de funções por parte da municipalidade (SÃO JOSÉ, 2004; SILVA, 2006).

Um dos problemas atuais em relação à Lei do Plano Diretor é a alteração constante de suas leis, em que o zoneamento, os gabaritos e taxas de aproveitamento podem mudar de configuração a qualquer momento. Segundo a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, pelo considerável número de alterações nas leis do Plano Diretor, estas repercutem em conflitos de legislações, uma vez que os limites do perímetro urbano não coincidem com aqueles dos bairros. Este tipo de imposição legal reflete negativamente no planejamento das infraestruturas urbanas e na população.

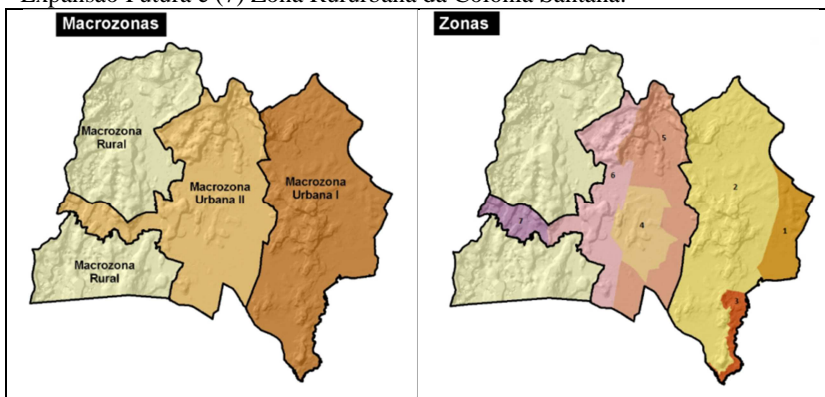
Figura 19 – Zoneamento territorial do Plano Diretor de 1985, São José.



Fonte: Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano (SÃO JOSÉ, 2013).

Uma proposta do novo Plano Diretor do Município de São José foi elaborada em 2004 pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) com base nos princípios estabelecidos pelo Estatuto das Cidades, que impõem a necessidade de uma profunda revisão do modo como o desenvolvimento urbano vem sendo conduzido nas últimas décadas. Dentre os instrumentos previstos, o zoneamento consiste na divisão do território em três macrozonas: urbana I e II e rural; zonas e áreas especiais de interesse, estabelecendo as diretrizes para o uso e a ocupação do solo, tendo como referência as características dos ambientes natural e construído (SÃO JOSÉ, 2004) (Figura 20).

Figura 20 – Divisão territorial de acordo com a proposta do Plano Diretor de São José em 2004 em Macrozonas e Zonas: (1) Zona Urbana Consolidada; (2) Zona Urbana em Consolidação e (3) Zona de Interesse Histórico-Cultural, (4) Zona de Expansão Imediata; (5) Zona de Ocupação Controlada; (6) Zona de Expansão Futura e (7) Zona Rururbana da Colônia Santana.



Fonte: Adaptado de São José (2004).

As Zonas de Ocupação Controlada e de Expansão Futura, indicadas para área sem ocupação significativa naquele momento, abrangem grande parte da área de estudo. Seus limites situam-se na direção dos vetores de crescimento do município nos últimos anos. Consideram os condicionantes limitantes à ocupação urbana, como por exemplo, as áreas inundáveis. Deste modo, a proposta de Plano Diretor de 2004 considerou em seu estudo o histórico das cheias, bem como previu a área inundável em seu escopo recomendando que a mesma não fosse urbanizada.

O projeto, de maneira geral, resultou na época em um avanço quanto ao entendimento do contexto municipal, no entanto teve seu

processo legislativo descontinuado. Atualmente, os trabalhos de reelaboração do Plano Diretor Participativo foram retomados e encontram-se em fase de preparação do processo participativo. O presente projeto visa aprimorar a estrutura de planejamento proposta em 2004, considerando a atual realidade municipal e regional (SÃO JOSÉ, 2015).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

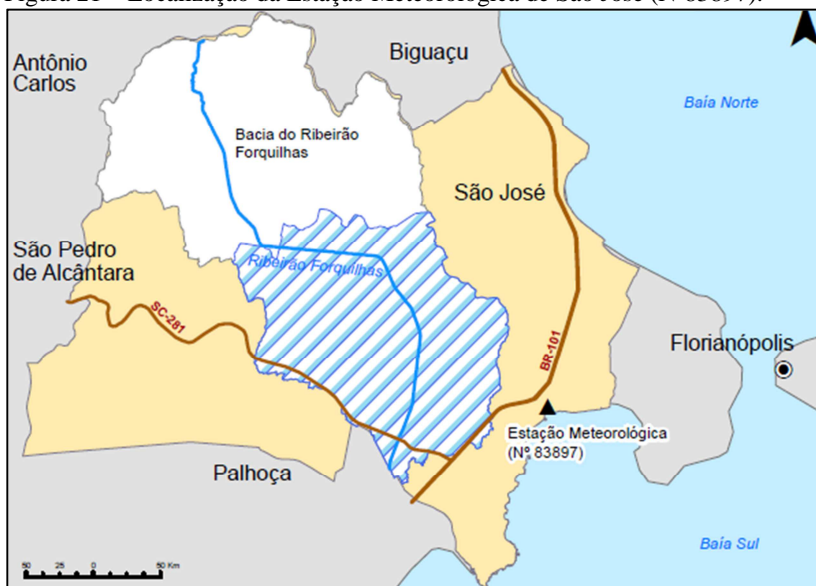
5.1 LEVANTAMENTOS DE DADOS

5.1.1 Dados pluviométricos

Foram utilizados para a análise das chuvas de eventos de inundação os dados de precipitação da Estação Meteorológica São José³, código N° 83897, situada nas coordenadas 27°36'07"S e 48°37'11"W, altitude de 2 metros, no município de São José e operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A série histórica de chuvas do período de 1975 a 2011 foi disponibilizada pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (EPAGRI/CIRAM).

Figura 21 – Localização da Estação Meteorológica de São José (N°83897).



Fonte: Própria pesquisa.

³ A série de dados pluviométricos de São José é alimentada pelas estações meteorológicas: convencional do INMET (desde 1968) e automática da EPAGRI/CIRAM (desde 2005). Ambas instaladas no mesmo local.

5.1.2 Dados cartográficos

O material cartográfico foi cedido pela Prefeitura Municipal de São José, Secretaria de Serviços Públicos. Consiste em cartas digitais planialtimétricas do município na escala 1:2.000, elaboradas pela empresa Aeroimagem S/A Engenharia e Aerolevanteamento em janeiro de 2003 de acordo com a cobertura aerofotogramétrica realizada em outubro de 2001. A partir das cartas planialtimétricas elaborou-se a base cartográfica do setor urbano da bacia do ribeirão Forquilhas.

Para o mapeamento de uso e ocupação da terra foram utilizadas fotografias aéreas das coberturas aerofotogramétricas dos anos de 1978 (escala 1:25.000), 1995 (escala 1:12.500), 2001 (escala 1:8.000) e a ortofoto de 2011 (escala 1:10.000, resolução 1m), obtidas junto à Secretaria de Estado de Planejamento e Orçamento (SEPLAN) e à Prefeitura Municipal de São José.

5.1.3 Registros históricos

Os registros históricos das inundações no município foram obtidos através da Secretaria Nacional de Defesa Civil (BRASIL, 2014); dos arquivos do Grupo de Estudos de Desastres Naturais (GEDN), vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); de jornais locais e regionais; de periódicos e trabalhos acadêmicos (HERRMANN et al. 1993; HERRMANN, 1999; HERRMANN, CARDOZO, 2008; CARDOZO et al., 2010); do polígono de área inundável da Prefeitura Municipal de São José e informações obtidas no campo junto à população local.

5.2 LEVANTAMENTOS EM CAMPO

Foram realizados levantamentos em campo no setor urbano da bacia entre os meses de julho a setembro de 2013 a fim de identificar cotas das inundações, uma vez que os registros históricos não dispunham de informações precisas para alguns eventos que permitissem diferenciar a amplitude das áreas inundadas entre as ocorrências.

Os levantamentos foram realizados com GPS de navegação, modelo Garmin 76 *Marine Navigator*. Como os levantamentos foram realizados muito tempo após os eventos de inundação, os pontos

coletados foram escolhidos com base no levantamento histórico e na orientação dos relatos de moradores locais.

Para orientação em campo, utilizou-se o recorte da ortofoto de 2011 da bacia e o polígono de área inundável da prefeitura municipal de São José referente à ocorrência de 2008.

5.3 INVENTÁRIO DAS INUNDAÇÕES

A partir do levantamento histórico das inundações ocorridas no município de São José e da análise das precipitações foi possível constituir um inventário dos eventos com informações relativas à área inundada e aos danos registrados no setor urbano da bacia.

Todos os registros levantados foram digitados em uma planilha, buscando atender aos campos a seguir:

- a) Data da ocorrência,
- b) Área afetada: Descrição e Extensão (km²),
- c) Danos humanos: Afetados, Desabrigados, Desalojados, Mortos e Outros (desaparecidos, enfermos e feridos),
- d) Danos econômicos (R\$),
- e) Tipo de documento - Relatório (R), Jornal (J), Decreto (D), Portaria (P), NOPRED (N), AVADAN (A) ou Outro (O).
- f) Tipo de ocorrência: ECP (Estado de Calamidade Pública) ou SE (Situação de Emergência),
- g) Precipitação: Diária (mm em 24 horas), Precipitação Antecedente de 5 dias.

Os campos não preenchidos correspondem à inexistência de informação nas diferentes fontes de pesquisa. Isso se deve a algumas limitações encontradas durante a realização do inventário, como: descrições incompletas quanto às ocorrências registradas e a existência de lacunas nas descrições da série histórica oficial dos desastres no município.

5.4 USO E OCUPAÇÃO DA TERRA

Para avaliar a evolução da área urbana da bacia hidrográfica, optou-se pelos limites dos bairros para delimitar o setor urbano da área em estudo.

Foram utilizadas fotografias aéreas digitais georreferenciadas dos anos de 1978, 1995, 2001 e a ortofoto de 2011 para a elaboração dos mapas de uso e ocupação da terra (Tabela 2). Estes anos representam o crescimento urbano na planície iniciada na década de 1970, visto que nas décadas anteriores a mancha urbana era inexistente, de acordo com fotografias aéreas disponíveis.

Tabela 2- Fotografias aéreas e ortofoto de levantamentos aerofotogramétricos utilizados no estudo

Ano	Escala	Cobertura	Responsável
1978	1:25.000	Estado de Santa Catarina	SEPLAN/SC
1995	1:12.500	Município de São José	Prefeitura São José
2001	1:8.000	Município de São José	Prefeitura São José
2011	1:10.000	Estado de Santa Catarina	SDS/SC

Para a fotointerpretação adotou-se o recomendado pelo manual técnico do IBGE (2006) e foi utilizado o programa de geoprocessamento de dados *ArcGIS* (versão 10.1) para vetorizar, classificar e quantificar as unidades de mapeamento. Assim têm-se as classes elegidas neste trabalho: Vegetação natural (arbóreo-arbustiva); Área urbanizada (locais com adensamentos urbanos, arruamentos, áreas construídas); Pastagem (áreas de vegetação rasteira do tipo gramíneas, terrenos baldios com gramado); Solo exposto (áreas erodidas, solo nu) e Lavoura (cultivos agrícolas).

5.5 DELIMITAÇÕES DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO

Do total de 44 eventos de inundação levantados foi possível espacializar a área inundada de 7 eventos ocorridos nos anos de 1991, 1994, 1995, 1997, 2008, 2010 e 2011. A Diretoria de Defesa Civil de São José não dispõe de registros e/ou mapeamentos de áreas frequentemente inundadas, o que limitou a delimitação das manchas.

Para estimar as áreas inundadas nos eventos entre 1991 e 1997 adotou-se como referências os trabalhos realizados por Herrmann et al. (1993) e Hermann e Cardozo (2008). Neste determinaram a altura das inundações dos bairros da área de estudo, considerando as respostas de 100 questionários aplicados entre os moradores a respeito das marcas da água. A mancha do evento de janeiro de 2008 indica as áreas demarcadas pela Secretaria Municipal de Serviços Públicos após as ocorrências. As manchas de inundações correspondentes aos eventos de

2010 e 2011 foram estimadas com base nos relatos de moradores obtidos em campo.

Desta forma, nos pontos com informações de alturas das inundações foram acrescentadas às respectivas cotas altimétricas na carta planialtimétrica da bacia, com curvas de nível a cada 1 metro. A soma das cotas (de inundação e altimétrica) possibilitou a extrapolação dos polígonos e mapear, aproximadamente, as áreas inundadas nessas datas.

Os limites das manchas de inundação para diferentes eventos, portanto, possibilitaram a delimitação aproximada da área sujeita à inundação do setor urbano da bacia. As áreas inundáveis referem-se somente a áreas atingidas pelo transbordamento do ribeirão Forquilhas, desconsiderando seus afluentes e as áreas alagadas por deficiência do dimensionamento da drenagem pluvial.

5.6 ANÁLISE DAS PRECIPITAÇÕES

Foram analisados os dados de precipitações das datas em que ocorreram inundações, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Datas dos eventos de inundação registrados na bacia do ribeirão Forquilhas, São José/SC entre os anos de 1975 e 2011.

No.	Data	No.	Data	No.	Data	No.	Data
1	08/01/1975	12	12/02/1987	23	09/03/1994	34	30/09/2001
2	01/03/1978	13	30/12/1987	24	11/05/1994	35	27/01/2004
3	23/02/1979	14	30/03/1988	25	22/12/1994	36	08/12/2004
4	28/03/1981	15	06/01/1989	26	24/12/1995	37	31/01/2008
5	05/01/1983	16	02/01/1990	27	28/12/1995	38	22/11/2008
6	09/07/1983	17	11/02/1990	28	20/01/1997	39	25/03/2010
7	16/12/1983	18	14/11/1991	29	21/10/1997	40	19/05/2010
8	06/08/1984	19	26/01/1992	30	04/01/1998	41	22/01/2011
9	08/11/1984	20	02/07/1993	31	06/03/2000	42	13/03/2011
10	15/02/1985	21	04/10/1993	32	04/02/2001	43	08/09/2011
11	10/10/1986	22	22/02/1994	33	28/05/2001	44	13/12/2011

Fonte: Própria pesquisa.

A partir desse conjunto de dados foram extraídas para cada evento as precipitações mensais, as diárias (P_{24h}) e as acumuladas do evento ($P_{ac.}$). Para as precipitações diárias considerou-se a precipitação total registrada em 24 horas, com limiar da leitura das 9 horas,

convencionalmente estabelecido pelo Órgão Mundial de Meteorologia (OMM) para estações convencionais com registros nos horários sinóticos 12, 18 e 00 z, equivalente a 9h, 15h e 21h do horário local - horários do Tempo Coordenado Universal (UTC), de acordo com orientação da EPAGRI/CIRAM.

A precipitação máxima diária ($P_{\text{máx}}$) corresponde ao maior registro pluviométrico diário durante as 24 horas consideradas de cada evento.

A precipitação acumulada do evento (P_{ac}) refere-se aos acumulados responsáveis pelo processo de inundação, indicados pelo número de dias de chuvas.

A precipitação média (P_{med}) indica a média da (P_{ac}) distribuída pelo número de dias com chuvas.

O parâmetro precipitação antecedente foi adotado para observar a influência de dias consecutivos de chuvas sobre o processo de desenvolvimento das inundações no município. Com base nos dados pluviométricos foi extraída a precipitação diária para um, dois, três, quatro e cinco dias antecedentes à data de cada um dos 44 eventos de inundação registrados. Para a precipitação antecedente acumulada (ΣP) considerou-se a somatória das precipitações dos cinco dias consecutivos anteriores ao evento.

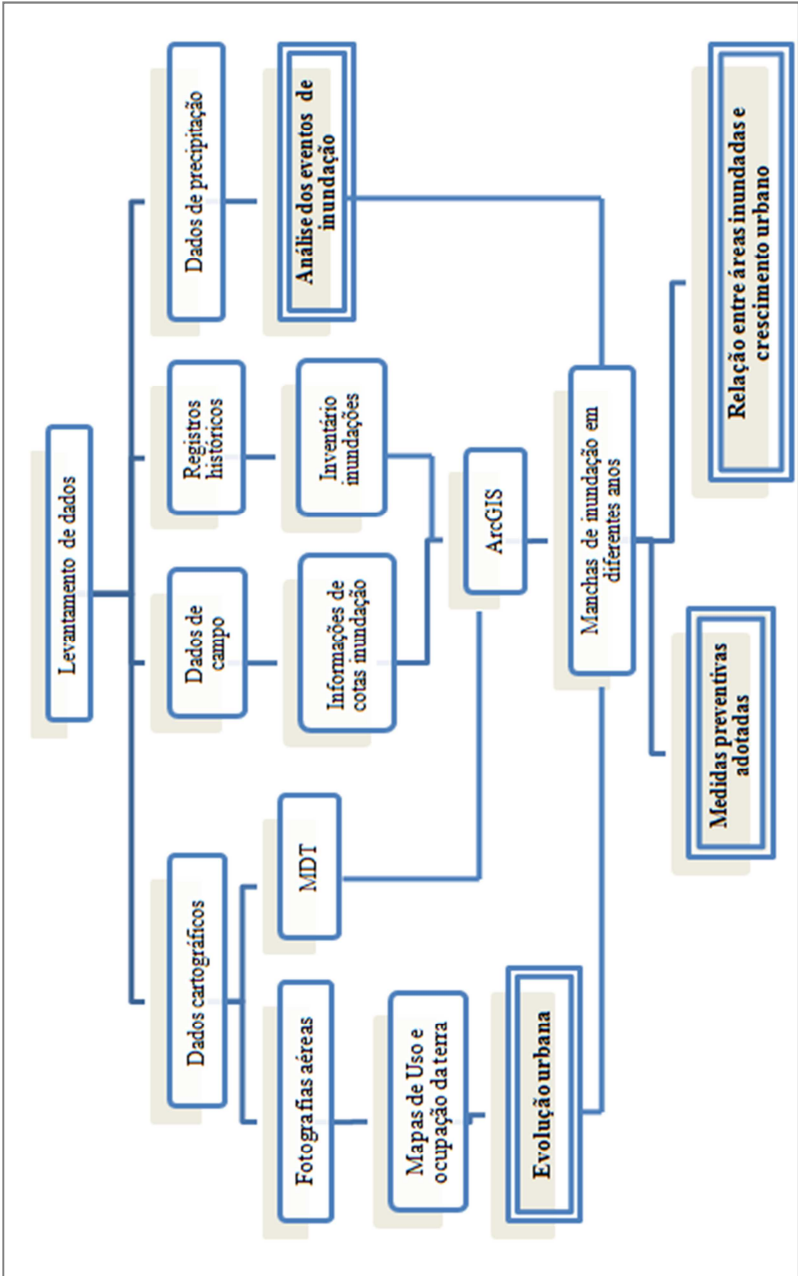
5.7 ANÁLISE CORRELAÇÃO LINEAR

Como forma de apoiar uma análise mais subjetiva da relação entre as inundações e o regime pluviométrico, buscou-se a análise de correlação linear. Os parâmetros analisados foram: precipitação diária (P_{24h}); precipitação acumulada do evento (P_{ac}), precipitação média (P_{med}), precipitação máxima ($P_{\text{máx}}$), precipitação acumulada antecedente para cinco dias (ΣP) e a área inundada (AI) de 7 eventos. Os parâmetros característicos da precipitação dos eventos foram analisados individualmente e, em seguida, de forma conjunta com uso de valor de correlação.

5.8 FLUXOGRAMA METODOLÓGICO

A Figura 22 apresenta o fluxograma metodológico com as principais etapas realizadas para o presente estudo e os resultados obtidos respectivamente.

Figura 22 – Fluxograma metodológico.



6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 EVOLUÇÃO URBANA NO PERÍODO DE 1975 A 2011

A realização de estudos de evolução das diferentes formas de uso e ocupação da terra permitiu avaliar as transformações do espaço na área de pesquisa, a fim de entender de que maneira influenciaram nas consequências das inundações. Tais estudos podem subsidiar o planejamento de formas mais adequadas de uso e ocupação considerando os aspectos naturais, especialmente a dinâmica fluvial responsável por fenômenos como a inundação.

Com o objetivo de analisar o comportamento evolutivo das formas de ocupação humana da planície do ribeirão Forquilhas, sobretudo a expansão urbana, foram confeccionados mapas de uso e ocupação da terra para os anos de 1978, 1995, 2001 e 2011. O mapeamento temático possibilitou quantificar a área ocupada para cada classe de uso.

A abrangência das diferentes classes e sua evolução ao longo dos anos analisados podem ser observadas na Tabela 3, a qual demonstra o crescimento ou a redução das respectivas unidades no setor urbano da bacia.

Tabela 3- Uso e ocupação da terra, em área e porcentagem, na planície da bacia do ribeirão Forquilhas, São José/SC nos anos de 1978, 1995, 2001 e 2011

Anos	1978		1995		2001		2011	
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
Lavoura	1,27	5,0	0,56	2,2	0,60	2,4	0,10	0,4
Pastagem	10,16	40,1	9,90	39,6	9,29	37,2	7,86	31,5
Solo exposto	0,28	1,1	0,44	1,8	0,79	3,2	0,67	2,7
Área urbanizada	2,30	9,1	4,73	19,0	6,75	27,0	9,40	37,6
Vegetação natural	11,35	44,7	9,34	37,4	7,56	30,3	6,95	27,8
TOTAL	25,37*	100	24,98	100	24,98	100	24,98	100

*NOTA: em 1978 a ETE da CASAN não havia sido instalada, portanto a área total é maior do que nos demais anos. Fonte: Própria pesquisa.

Ao associar os mapas de uso e ocupação da terra com as informações apresentadas na Tabela 3 pode-se estabelecer algumas

considerações no que diz respeito à evolução urbana da bacia do ribeirão Forquilhas entre os anos de 1975 e 2011. Os mapas estão representados pela Figura 23, Figura 24, Figura 25 e Figura 26.

Quanto aos aspectos da vegetação, ao se observar as fotografias aéreas nota-se uma progressiva diminuição da cobertura vegetal ao longo dos anos.

Em 1978, as áreas cobertas por vegetação natural correspondiam à classe de uso predominante, com 44,7% de abrangência. A vegetação concentrava-se tanto em terrenos de encostas e de topos de morro como nos de planície. No entanto, até a década de 1970, nos locais de maior declividade era comum a prática da coivara, hábito absorvido das populações indígenas de derrubada, queima e posterior aproveitamento da mata.

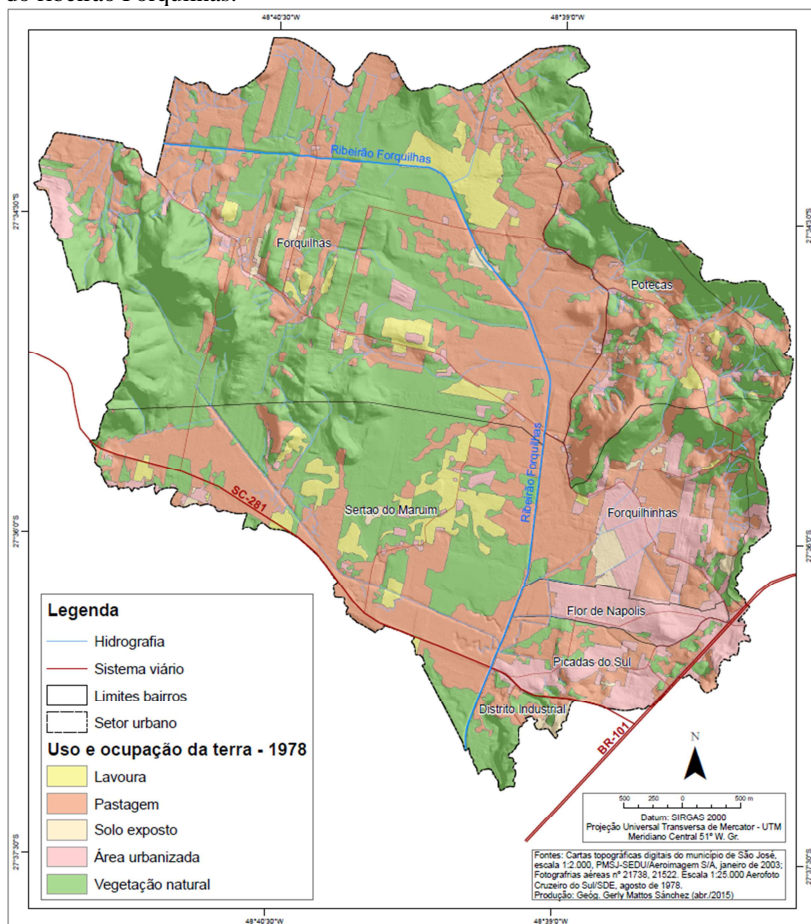
Em 1995 houve uma significativa redução na extensão dessas áreas passando a ocupar 9,34 km², equivalente a 37,4% do total. Esta redução se deve ao surgimento de novos loteamentos, assim como ao desmatamento de áreas para o uso de pastagens nas adjacências do trecho do baixo Forquilhas, próximo ao seu exutório no rio Maruim. A abrangência dessa classe de uso no ano de 2001 passou a ter 30,3% da área total, com redução em decorrência de novas ocupações nos terrenos de planície. A cobertura vegetal abrangia uma área de 7,56 km² nessa ocasião, passando a ocupar 6,95 km² de área (27,8%) em 2011.

Ao longo de 36 anos, entre 1975 e 2011, houve uma redução de 17% da vegetação natural na área de estudo. Embora o percentual tenha diminuído verificou-se também a regeneração da vegetação nativa em setores de encosta e de planície, degradados anteriormente pela extração de madeira e pela atividade agropecuária.

De maneira geral, as áreas de vegetação natural encontram-se ameaçadas pela expansão urbana, a qual possui ação mais intensa, comparada com os antigos usos da terra, como a agricultura e a pecuária. A legislação municipal vigente prevê Áreas de Preservação Permanente (APP) no setor urbano da bacia, todavia não há ações efetivas de fiscalização por parte da administração pública que contenham o avanço desenfreado da ocupação nessas áreas.

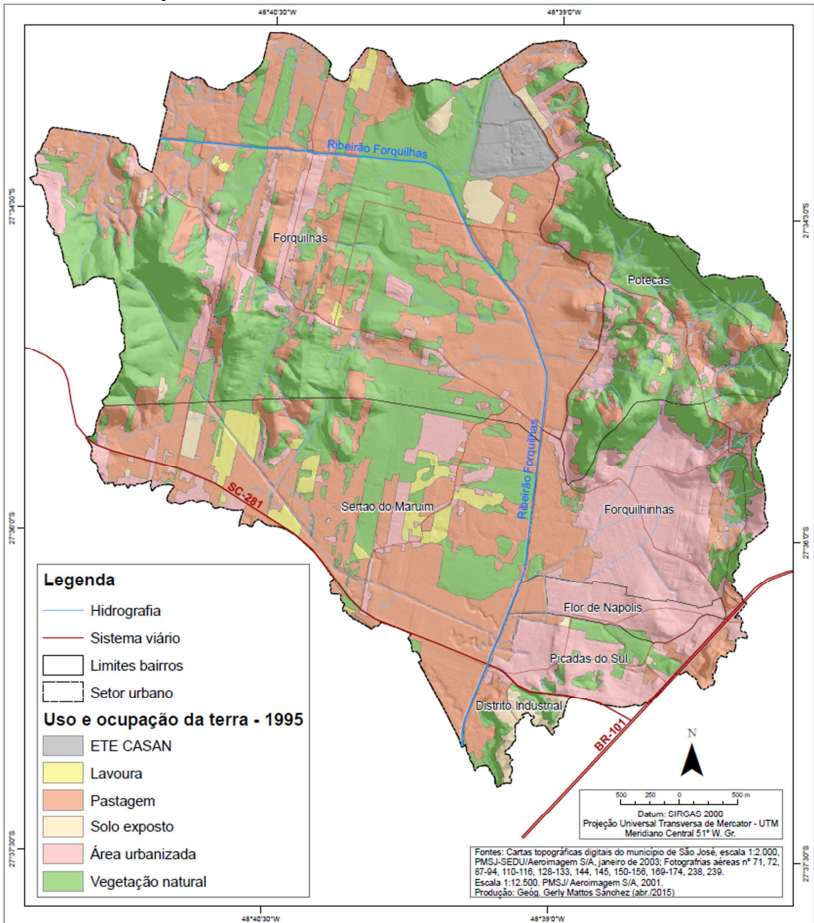
Em 1978, a segunda classe de maior abrangência na bacia era destinada a extensas pastagens (40,1%), para criação de animais, como gado. As pastagens espalhavam-se predominantemente pelas áreas planas da planície, às margens do ribeirão Forquilhas, assim como em áreas colinosas e de encosta no setor leste.

Figura 23 - Mapa de Uso e Ocupação da Terra de 1978 do setor urbano da bacia do ribeirão Forquilhas.



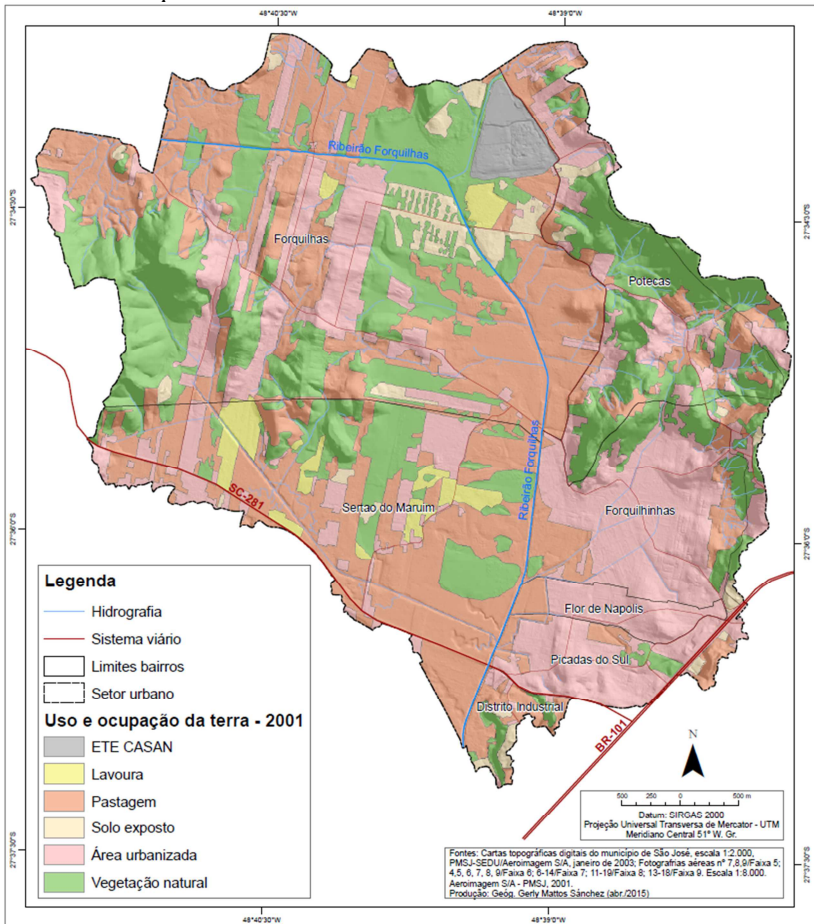
Fonte: Própria pesquisa.

Figura 24 - Mapa de Uso e Ocupação da Terra de 1995 do setor urbano da bacia do ribeirão Forquilhas



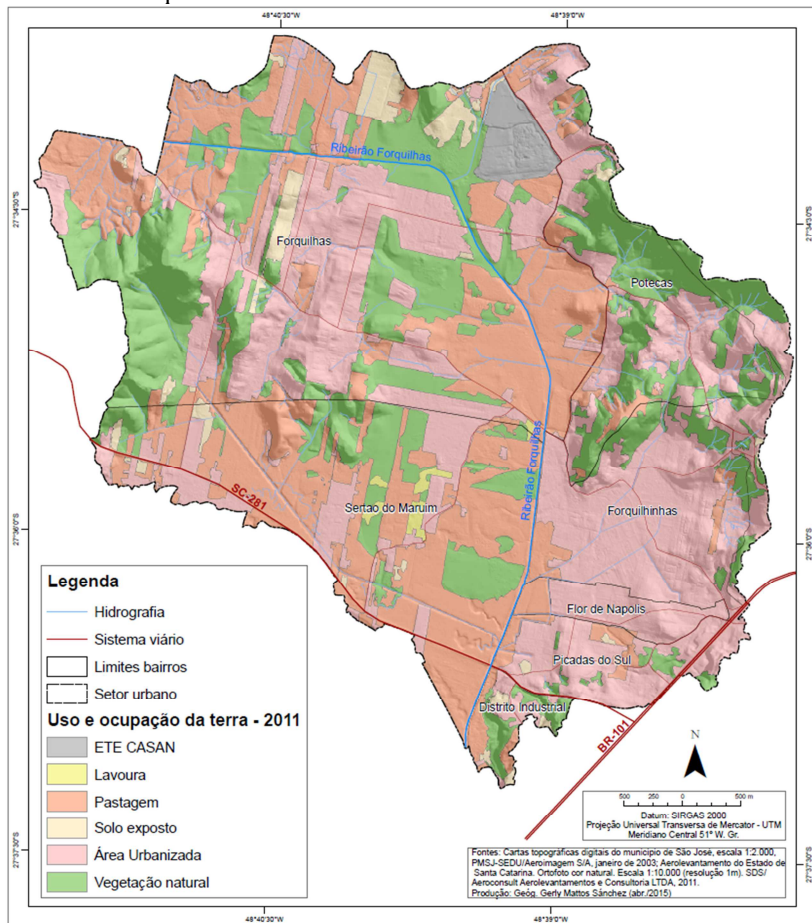
Fonte: Própria pesquisa.

Figura 25 - Mapa de Uso e Ocupação da Terra de 2001 do setor urbano da bacia do ribeirão Forquilhas



Fonte: Própria pesquisa.

Figura 26 - Mapa de Uso e Ocupação da Terra de 2011 do setor urbano da bacia do ribeirão Forquilhas.



Fonte: Própria pesquisa.

As pastagens apresentaram uma pequena redução em sua extensão que passou a abranger 9,90 km² (39,27%) no ano de 1995. Esta redução é atribuída à instalação de novos loteamentos e à regeneração da vegetação natural de áreas anteriormente desmatadas. Por outro lado, verifica-se um incremento nas áreas dos terraços de inundação do ribeirão Forquilhas, substituindo o uso que em 1978 era atribuído à cobertura vegetal.

As fotografias aéreas de 2001 revelam que grande parte da bacia mantinha-se destinada às pastagens. Mesmo com uma pequena redução da sua abrangência em relação ao ano de 1995, esta classe correspondeu a 37,2% da área total, cobrindo uma extensão de 9,29 km². A redução foi em torno de 2%, atribuída à densificação urbana dos bairros Potecas e Forquilhas, com o surgimento de novos loteamentos como: Terra Firme, Dona Zenaide, Jardim dos Palmares. No entanto em 2011 o percentual foi maior em relação à década anterior, com decréscimo de 6%, passando a ocupar uma área de 7,86 km².

Ao longo das décadas analisadas, as áreas destinadas a pastagens não apresentaram redução significativa em sua abrangência, mesmo com o incremento das áreas urbanizadas. Parte delas está voltada à criação de bovinos e equinos, mas não representam necessariamente uma economia rural marcante no município. Atualmente, embora sejam áreas ainda extensas e bastante visíveis, percebem-se terras vazias, o que indica a tendência a um gradual abandono enquanto área de produção. Esta condição as torna em pousio imobiliário, a espera de valorização no mercado de terras, levando-as assim a um passo da urbanização. Esta característica indica constituir-se numa forma de domínio fundiário dirigido à futura especulação (CAMPOS, 2009), o que veio a se confirmar com o surgimento de muitos loteamentos pós os anos 1990 até os dias atuais.

As terras destinadas ao cultivo agrícola diminuíram sua dimensão significativamente desde 1975 a 2011, uma vez que a atividade agrícola teve importância no município até o início da década de 1970, quando iniciou o processo de transformação da periferia de Florianópolis em cidade-dormitório. Essa redução ficou por volta dos 90%, uma vez que em 1978 ocupava cerca de 1,27 km² de área e passou a ocupar 0,1 km² em 2011.

A produção agrícola, portanto, passou a ter espaços específicos, com produtos voltados diretamente ao mercado. Em períodos anteriores, a produção era de domínio da subsistência; subsistência conjugada a venda de excedentes; ou mesmo pequena produção de domínio mercantil de tradicionais produtos regionais, como a mandioca (FARIAS, 2006; CAMPOS, 2009).

Em 1978, os locais com lavouras distribuíam-se em vários pontos da área da pesquisa, ocupando 5% do total. A utilização de terras para lavouras por pequenos produtores era mais prenunciada em áreas de várzeas, como nas localidades dos bairros Forquilhas e Sertão do Maruim, bem como nas encostas de morro do bairro Potecas.

As áreas de lavouras em 1995 passaram a compreender a dimensão de 0,56 km², representando 2,18% do total das formas de uso da terra. Com o processo de expansão urbana as terras para lavouras ficaram mais restritas ao bairro Sertão do Maruim. Este apresentava na década dos anos 1990 algumas características rururbanas⁴ pela extensa área rural presente no entorno do perímetro urbano desse bairro.

No ano de 2001 o percentual praticamente se manteve, com 0,6 km² de área, permanecendo em 2011 reduzida a inexpressivos pontos do setor sul da área de estudo, representado por menos de 1% do uso total das terras. Atualmente, as lavouras evidenciam elementos do rural ainda presentes no Sertão do Maruim, em forma de pequenas roças em pequena escala.

A diminuição percentual se deve, além da expansão urbana, à limitação ao uso das áreas mais elevadas para o cultivo agrícola, atribuída ao processo de decadência da economia regional, aliado às dificuldades de acesso a elas. Além disso, tem-se as proibições às derrubadas, queimadas e plantações em áreas de morros com matas previstas em legislações ambientais. Essas iniciativas favoreceram à retomada da vegetação natural em setores da bacia anteriormente degradados ou ocupados por lavouras.

Com relação às áreas de solos expostos, em 1978 apresentavam-se pouco significativas. Abrangiam 1,1% do total e correspondiam a áreas em preparo para receber edificações no setor leste da bacia e para lavouras, no centro-sul. Desde então, esta classe de uso manteve um crescimento até 2001 (3,2%) e teve uma pequena redução em 2011 (2,7%). Estas áreas, quando se referem ao preparo de terrenos para a construção são indicativos do crescimento do número de loteamentos nas últimas décadas. Crescimento esse, que pode ser evidenciado no Mapa de Uso e Ocupação da Terra de 2011 (Figura 26), com o aumento das áreas urbanizadas em relação aos anos anteriores.

Quanto às áreas urbanizadas, nas décadas de 1950 e 1960 houve incremento das migrações rural-urbano e urbano-urbano, por populações oriundas de municípios de zonas rurais e de baixa renda, as quais passaram a dispor de uma possibilidade de melhorar sua condição habitacional com a aquisição de terrenos menos valorizados em São José (FARIAS, 2006; PELUSO JR., 1991). Assim, obras de retificação foram executadas em grande parte do leito do ribeirão Forquilhas nos

⁴Rururbano - denominação dada às zonas de transição entre cidade e campo, onde se mesclam atividades rurais e urbanas na disputa pelo uso do solo.

anos de 1960, visando à diminuição dos danos provocados por inundações na produção agrícola e à expansão do sítio urbano.

O aumento da população urbana de São José, de 29.363 habitantes (1970) para 79.170 habitantes (1980) (IBGE) estimulou a expansão urbana nas áreas planas da bacia.

O processo de crescimento populacional na área de estudo iniciou a partir da década de 1970 e, portanto, foi impulsionado pela expansão urbana da capital Florianópolis e pela rodovia federal BR-101. Além disso, o município obteve incremento das atividades industriais pela acessibilidade rodoviária, incentivos fiscais, mão de obra barata e legislações restritivas a indústrias na Ilha de Santa Catarina (FARIAS, 2006; CAMPOS, 2009).

Em 1978 a ocupação urbana encontrava-se em fase inicial e compreendia uma área de 2,30 km², equivalente a 9,1% do total.

Até 1980 o uso residencial predominava no município, caracterizado como cidade-dormitório. Ao longo da década de 1980, o crescimento urbano tornou-se mais acelerado e São José possuía mais de 80% da população na zona urbana. Assim, em 1985 foi aprovado o Plano Diretor do município a fim de fornecer diretrizes de regulamentação de uso e ocupação das terras no perímetro urbano. A ocupação deste período inicial é marcada por certa precariedade do ponto de vista da infraestrutura urbana (CAMPOS, 2009; SIMAS, CAMPOS, 2014).

Desde o início da década de 1990 evidenciou-se a expansão da oferta de imóveis em São José (FARIAS, 2006) e a bacia do ribeirão Forquilhas passou a ser ocupada de maneira significativa.

No ano de 1994 foi instalada a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Potecas com área de espelho d'água de 278.588 m² e sistema de lagoas de estabilização, operado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) (FLORIANÓPOLIS, 2011). O Sistema de Esgotos Florianópolis-Continente implantado passou a atender ao setor continental da capital e alguns bairros de São José. Antes da sua instalação, o entorno não dispunha de ocupação. Com a intensificação do crescimento urbano na bacia durante a década de 1990, os espaços passaram a ser ocupados. Assim, a concessionária passou a sofrer pressão por parte da população local para que haja investimentos em tecnologias que amenizem o desconforto olfativo proveniente do tratamento dos efluentes (SÃO JOSÉ, 2004).

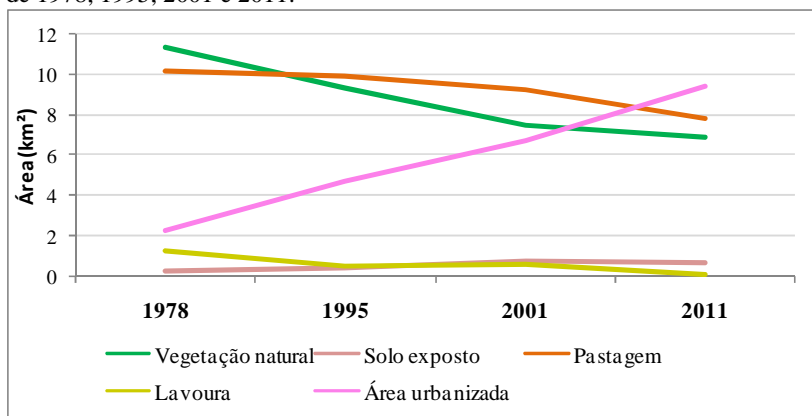
Em 1995 a área urbanizada passou a compreender uma dimensão de 4,73 km², 19% do total, perfazendo um incremento de cerca de 10% na sua abrangência com relação ao ano de 1978. Nesse intervalo a

urbanização passou a intensificar-se também no setor do médio vale. No ano de 2001, as áreas urbanizadas passaram a compreender 27% do total, com 6,75 km² de área e a ocupação do médio vale consolidou-se. A urbanização em 2011 aumentou significativamente se comparada com os anos anteriores, ocupando uma área de 9,4 km², relativa a 37,6% do total. No bairro Forquilhas, a malha urbana aumentou expressivamente com o surgimento de novos loteamentos residenciais em terras que no ano de 1978 tinham o uso destinado à agropecuária.

Dessa maneira, no período de análise (1975-2011), as áreas urbanizadas obtiveram um incremento de 28,5% na sua extensão, com uma média de crescimento aproximada em torno de 1% ao ano. De 1995 a 2001, no intervalo de seis anos houve um aumento de 8% no percentual dessas áreas, enquanto de 2001 a 2011, em 11 anos, o aumento foi de 10%.

A Figura 27 representa este aumento das áreas urbanizadas e a redução das áreas verdes, de lavouras e de pastagens em detrimento à expansão urbana da bacia.

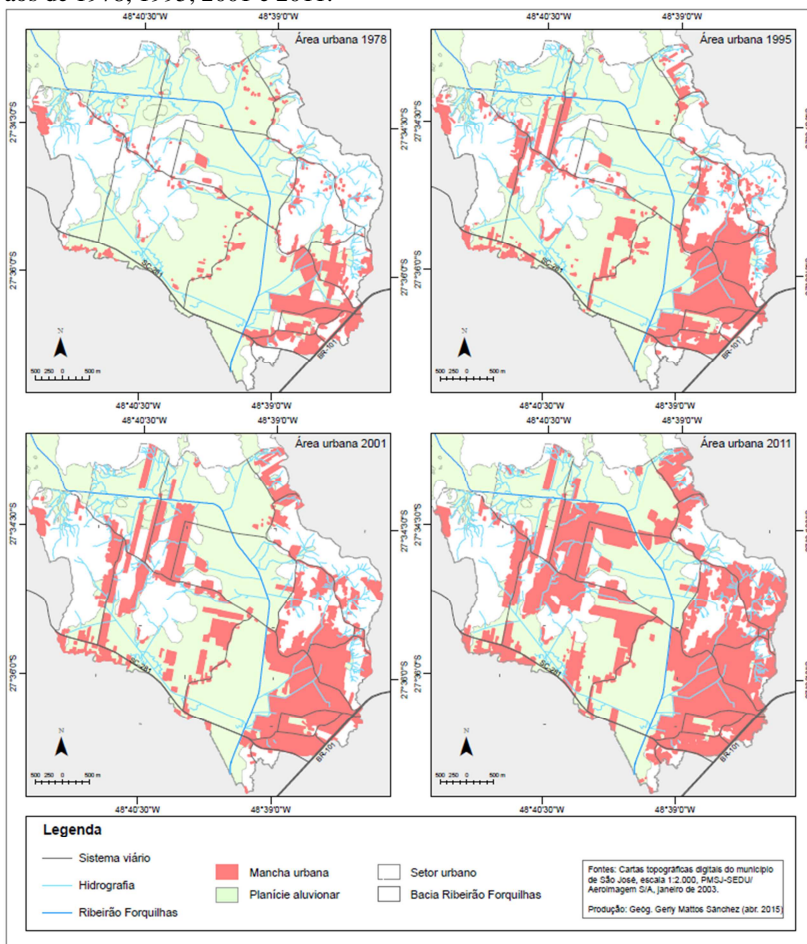
Figura 27 – Evolução das diferentes classes de uso e ocupação da terra nos anos de 1978, 1995, 2001 e 2011.



Fonte: Própria pesquisa.

A análise das modificações dos tipos de uso e ocupação do setor urbano da bacia possibilitou a geração do mapa síntese da evolução das áreas urbanizadas (Figura 28).

Figura 28 – Processo de evolução urbana na bacia do ribeirão Forquilhas, nos anos de 1978, 1995, 2001 e 2011.



Fonte: Própria pesquisa.

Ao considerá-lo, verifica-se que o processo de crescimento urbano na bacia iniciou a partir do eixo rodoviário da BR-101 e estende-se pelos terraços e áreas colinosas da bacia. A rodovia federal representa um verdadeiro marco, pois, além de valorizar as terras em seu entorno, atraiu uma série de atividades e interesses.

Além da BR-101, a base urbana da área de estudo foi impulsionada pela implantação de um grande loteamento de conjuntos

habitacionais para população de baixa renda pela Companhia de Habitação de Santa Catarina (COHAB-SC), situado no bairro Forquilha, no final dos anos 1970. Segundo Silva (2006), os Conjuntos Habitacionais Arthur Mariano com 251 unidades e Picadas do Norte com 250, formaram, juntamente com o Forquilha, o segundo maior aglomerado de habitações populares de São José, com total de 1.187 unidades. Pelo fato de possuírem formas e tipologias arquitetônicas semelhantes e por terem sido construídos no mesmo período, dissociá-los tornou-se difícil.

A partir desse aglomerado surgiram novos loteamentos residenciais no entorno, que passaram a ser ocupados gradualmente (Figura 29). Podem ser citadas as localidades de Picadas do Sul, Picadas do Norte, Los Angeles, Melo, Vila Formosa, Santos Saraiva, Flor de Nápolis, entre outras (FARIAS, 2006).

Figura 29 – Loteamentos residenciais situados no bairro Forquilha e seu entorno, à margem esquerda do ribeirão Forquilha.



Fonte: Joel Pellerin, 15/12/2010.

Estas localidades, por sua vez, possuem uma relação de dependência muito clara em relação ao bairro Forquilha, no que diz respeito a infraestrutura urbana, comércio e serviços, e equipamentos como escolas, posto de saúde, centro comunitário e posto policial. A centralidade desenvolvida em Forquilha faz com que não haja mais a necessidade de deslocamento da população até bairros próximos, como a Praia Comprida e o Centro Histórico.

Os conjuntos habitacionais, portanto, foram um dos principais fatores a estimular a urbanização de São José e, por sua vez, da bacia do ribeirão Forquilhas e áreas adjacentes. Favoreceram o aumento de populações migrantes e determinaram em grande medida o tipo e a direção das transformações socioespaciais.

A Figura 30 demonstra o processo de densificação da área dos primeiros conjuntos habitacionais da COHAB/SC implantados em áreas rurais da bacia, desde a fase inicial de implantação (1978) até o ano de 2011, configurando o processo de expansão urbana do entorno. Deste modo, o espaço urbano da bacia foi rapidamente se ampliando, transformando áreas anteriormente ocupadas por atividades rurais. Assim, o crescimento urbano a partir da década de 1970 advém do acréscimo de áreas destinadas a fins residenciais.

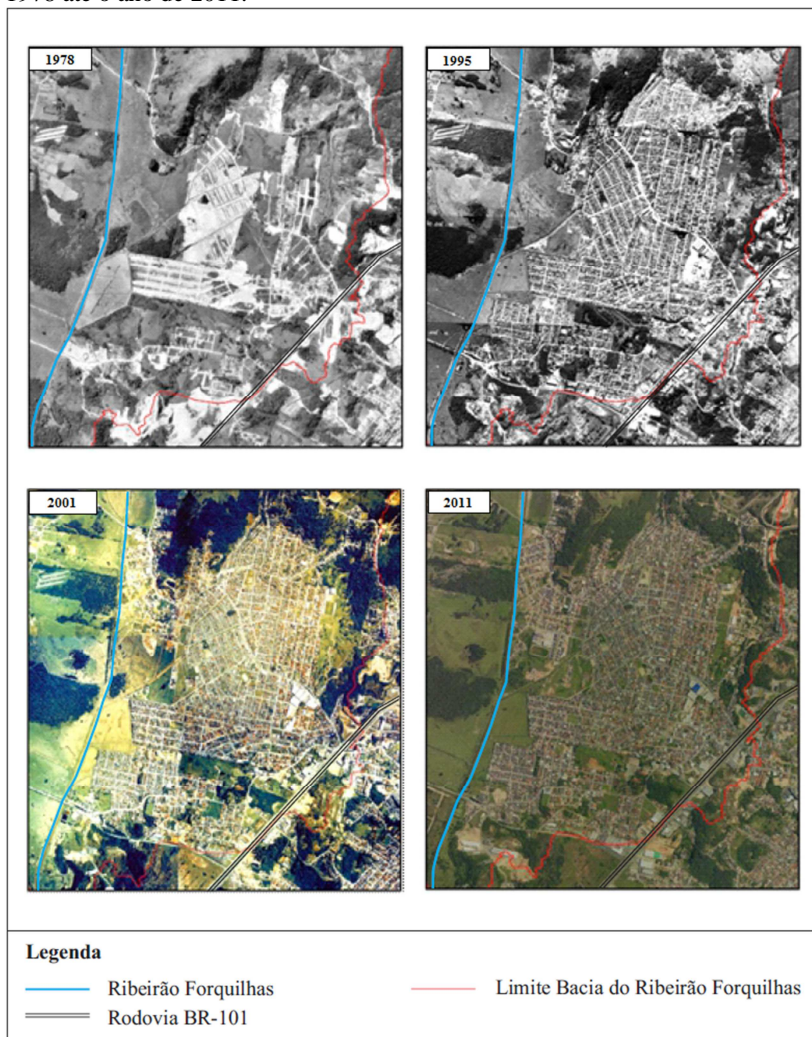
Esse rápido e pronunciado processo de urbanização que a bacia do ribeirão Forquilhas vem sofrendo contribuiu para a valorização imediata das terras periféricas às áreas já urbanizadas. Neste sentido, a ocupação do setor urbano foi se ampliando, e atualmente abrange áreas antes tipicamente rurais, como o caso dos bairros Forquilhas e Sertão do Maruim.

Novos loteamentos são implantados a cada ano, ainda que grande parte dos bairros da área de estudo não apresente infraestrutura urbana adequada para recebê-los. Muitos deles são construídos na irregularidade e não seguem os trâmites necessários para a sua aprovação (SÃO JOSÉ, 2004). Estas atuais construções irregulares estão, portanto, em desacordo com a lei de uso e ocupação da terra do município e fogem do controle da administração pública municipal. Além disso, são criados afastados da ocupação consolidada, criando vazios intra-urbanos que encarecem a infraestrutura e favorecem a especulação imobiliária.

Em geral, as dimensões de crescimento do município não são apenas espaciais, mas principalmente sociais, uma vez que a cidade cresce de forma desproporcional à infraestrutura presente (SIMAS, CAMPOS, 2014).

A rápida urbanização sofrida pela bacia foi também responsável por um forte processo de transformação ambiental, provocando sérios problemas socioambientais. A maior parte deles relacionada ao saneamento ambiental, com a poluição hídrica e a destinação inadequada de materiais e resíduos sólidos. Este fato leva ao agravamento dos danos oriundos de eventos como inundações, alagamentos e deslizamentos de terra por exemplo (CARDOZO et al., 2010; HERRMANN, 1999; FERREIRA, 1994).

Figura 30 – Recorte espacial da área compreendida pelo conjunto habitacional da COHAB-SC no bairro Forquilha, desde a fase inicial de implantação em 1978 até o ano de 2011.



Fonte: Aerolevantamentos fotogramétricos de 1978 (SEPLAN/SC); 1995 e 2001 (PMSJ) e ortofoto de 2011 (SDS/SC).

A ocorrência de inundações frequentes interfere na qualidade de vida da população que vive nas proximidades do ribeirão Forquilha. Embora a bacia encontre-se em constante expansão, verifica-se que tal

crescimento ocorre de forma mal planejada. Não há uma organização espacial do território prevista por políticas públicas e um plano diretor atualizado que minimize os efeitos dessa expansão crescente juntamente a ocorrência de inundações.

6.2 ESTUDODAS OCORRÊNCIAS DE INUNDAÇÃO

6.2.1 Histórico das inundações

Os eventos de inundação sempre foram recorrentes no município de São José, que possui grande parte do seu sítio urbano assentada em áreas planas. À medida que o crescimento urbano passou a expandir-se para a bacia do ribeirão Forquilhas, as inundações passaram a afetar as populações que residem em locais próximos aos cursos d'água.

Nos últimos anos, as inundações têm causado danos à população em virtude da expansão urbana, sobretudo os residentes do setor urbano da planície do ribeirão Forquilhas.

Nesse contexto, buscou-se realizar o levantamento histórico das inundações ocorridas no município de São José. A pesquisa resultou em 44 ocorrências registradas no período de 1975 a 2011, das quais foi possível constituir um inventário dos eventos a fim de contribuir na gestão do risco à inundação.

Este inventário abrange registros com um intervalo temporal de 36 anos (1975 a 2011), que corresponde à série histórica disponível nos órgãos de Defesa Civil, publicações acadêmicas e nos acervos de jornais locais e regionais. De 2011 a 2014 não foram registradas inundações severas no município que pudessem ser caracterizadas como desastres.

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** constam as ocorrências levantadas para São José nesse inventário, ordenadas por data cronológica. Nessa tabela estão contidas informações relativas à área inundada, aos danos humanos e prejuízos econômicos, bem como aos dados de precipitação que caracterizam o evento.

Tabela 4 – Inventário dos registros de desastres relacionados a inundações no município de São José-SC (1975-2011)

N.	Data	Área afetada		Danos humanos					Prejuízos (R\$)	Tipo de Doc.	Tipo de ocorrência (ECP/SE)	Precipitação	
		Descrição	Extensão (km²)	Afetados	Desabrigados	Desabojados	Mortos	Outros				Dias Antecedente (S/diat)	Dia (mm)
1	08.01.1975	Interior do município.								O		116,6	9,5
2	01.03.1978	Área urbana atingida pelo temporal, com alagamento de dezmas de residências pela invasão das águas e deposição de lama.								O		104,2	6
3	23.02.1979	Inundação de centenas de residências no perímetro urbano do município.								O		190,7	29,3
4	28.03.1981									R	SE	143,1	133,7
5	05.01.1983				300					R/J		135,5	43
6	09.07.1983									P	SE	87,3	158,2
7	16.12.1983									R/J		144	56,2
8	06.08.1984									R	SE	100,8	124,6
9	08.11.1984									R	SE	95,5	66
10	15.02.1985									R	SE	135,8	114,9
11	10.10.1986									R	SE	199,8	42,8
12	12.02.1987						1			R/J		108,5	92,6
13	30.12.1987									R	SE	91,5	1,3
14	30.03.1988									R	SE	119,4	0
15	06.01.1989									R	SE	124,9	36,5
16	02.01.1990					4				R/J		46,7	140,4
17	11.02.1990									R	SE	188,6	93,6
18	14.11.1991	Barreiros, Flor de Nápolis, Forquilhaes, Serido do Nazuma, Fazenda Santo Antônio e Colônia Santana; Deslizamento de terra no Jd. das Palmeiras.	5,4		3.500		7		9.592,00	R	ECP	417,4	22
19	26.01.1992									R	SE	84,2	87,3
20	02.07.1993									R	SE	96,3	24,3
21	04.10.1993									R	SE	64,3	37,1
22	22.02.1994	Inundação no Bairro Flor de Nápolis e deslizamento no Bairro Ipiranga.	1,75		377		2			R/J	SE	227,4	31,6
23	09.03.1994									R	SE	103,4	40,9
24	11.05.1994									R	SE	135,1	29,5
25	22.12.1994									R	SE	109	34,4

Tabela 4 – Continuação...

N.	Data	Área afetada		Danos humanos						Precipitação			
		Descrição	Extensão (km ²)	Afetados	Desabrigados	Desalojados	Mortos	Outros	Prejuízos (R\$)	Tipo de Doc.	Tipo de ocorrência (ECP/SE)	Diária (mm)	Até o presente (\$/dia)
26	24.12.1995	Área urbana e rural, com destruição de pontes, bueiros, rodovias, desmoronamento de barragens e ruas.	3,56		4.500					A.R.	ECP	391,7	175,1
27	28.12.1995	Barros: Forquilha, Flor de N.ópolis, Faveira da Várzea, Santo André, Sertão do Marum e Colônia Santana, além de alguns pontos isolados.								J		149,1	423,1
28	20.01.1997	Parte baixa do bairro Forquilha, Flor de N.ópolis (ruas 13 de junho, Santo André, Alvorada, Emeraldalá e São Lourenço) e Várzea do Marum.	2,78		4.631		1			R.J	ECP	129,3	34,5
29	21.10.1997	Barros: Jardim Pombretos e Flor de N.ópolis.			60					J		108,7	57,1
30	04.01.1998	Todo o município.								J		114,9	121,7
31	06.03.2000	Área urbana e rural do município.			44		1	1	6.946.000,00	A	SE	137,4	127,8
32	04.02.2001	7% do município de São José.			18		5		5.099.400,00	A	SE	345,1	212,3
33	28.05.2001									P	SE	161,2	0
34	30.09.2001	55% do município de São José.			25		68	1	4.637.200,00	A	SE	125,4	50,6
35	27.01.2004	Toda a área do município de São José.		20.000			20.000	1902		N	SE	175	100,4
36	08.12.2004									R.	SE	144,2	29,3
37	31.01.2008	Área urbana: Distrito Industrial, Campinas, Flor de N.ópolis, Forquilha, Fricadas do Sul, Sertão do Marum, Kobrasol, Colônia Santana. Área rural: Sertão do Marum e Colônia Santana.	4,05	114.800	360	20.800		122	2.580.950	A	SE	371,9	43,5
38	22.11.2008	Inundação: Centro, Ponta de Baixo, Praia Comprida, São Luz, Rioado, Borque das Mameões, Kobrasol, Campinas, Distrito Industrial, Forquilha, Pocecas (Loteamento Centro Marum), Real Parque, Pedregal, Ipiranga, Bela Vista, Nossa Senhora do Rosário, de Cadele Fluminópolis, Barroco, Serrata, Aresal, Forquilha, Colônia Santana, Favelada São Alvinho, Flor de N.ópolis, Pântano, Sertão do Marum, Jardim Zumbado, Forquilha, Moreira Alves, Centro, Jardim Zumbado (queda de árvores, deslizamentos e rolamento de blocos de rochas).		19.000	110	1.200		30	4.882.550,00	A	SE	202,8	184,8

Tabela 4 – Continuação...

N.	Data	Área afetada		Extensão (km²)	Danos humanos					Prejuízos (R\$)	Tipo de Doc.	Tipo de ocorrência (ECP/SE)	Precipitação	
		Descrição	Área (km²)		Afetados	Desabrigados	Desalojados	Mortos	Outros				Diária (mm)	Acumulada (\$ dias)
39	25/03/2010	Áreas urbanas: Bairros Colônia Saranã, Peteca, Forquilha, Sertão do Marum, Picadas do Sul, Forquilha, Fazenda Santo Antônio, Flor de Nipolita, Barreiro, Saranã, Ropado, Bela Vista, Ipumã, Nossa Senhora do Rosário, São Luiz, Real Parque, Pedregal, Praia Comprida (Rua Sebastião Pinto), Distrito Industrial, Loteamento Jardim Primavera, Centro Alameda, Benjamim, Ladeira, os Augusta, Sarras e Vila Formosa.		130.000	110	615	1	8	33.997.884,00	A	SE	83,6	37,8	
40	19/05/2010	Área Rural, Localidades de Colônia Saranã, Peteca, Forquilha, Sertão do Marum.	2,97	157.240	257	1.303		30	44.411.765,00	A	SE	264,6	269	
41	22/01/2011	Inundação na área rural. Deslizamentos: Jd. Metropolitan, Jardim Solenar, Fazenda Santo Antônio, Dona Wandá, Colônia Saranã e José Nito.	1,58	36.293	283	217		40	22.322.000,00	A	SE	144,4	194,6	
42	13/03/2011	Toda a extensão territorial do município de São José, compreendendo as áreas urbanas e rurais.			160					J		122	187,6	
43	08/09/2011	Flor de Nipolita, Jardim Pinheiro, Benjamim, Colônia Saranã, Sertão do Marum, Forquilha, Bela Vista, Peteca, Fazenda Santo Antônio, São Luiz, Santos Saranã, Saranã, Pedregal, Ipiranga, Solenar, Centro Martins, Vila Formosa, Praia Comprida (Rua Sebastião Lertz), Nossa Senhora do Rosário.		2.575	124	71		23.241,00	A			185,2	143	
44	13/12/2011	Bairros Forquilha, Flor de Nipolita, Jardim Pinheiro, Picadas do Sul, Colônia Saranã, Forquilha, Saranã, Barreiro, Ipiranga, Pedregal, Bela Vista, Campinas, Kobrosol, Peteca, Azeite, Praia Comprida, Fazenda Santo Antônio, Real Parque, Santos Saranã, Centro-Histórico, Sertão do Marum, Pousa de Baixo, Azeite, Ropado, Jd. Cidade de Florianópolis, Nossa Senhora do Rosário, São Luiz, São Pedro, Loteamento Benjamim, Centro Martins, Liboia, Los Angeles, Vila Formosa, Jardim Solenar, Real Parque, Vila Formosa, San Marino, Terra Firme, Dona Zenilda, Solenar, Toda Área Rural.		131.453		492		28	6.039.000,00	A	SE	78,6	28,8	

Observa-se que as áreas afetadas são descritas, em sua maioria, por bairros, no entanto existem lacunas em alguns episódios por falta de informações nos documentos pesquisados.

Os bairros frequentemente atingidos pelas inundações localizam-se em áreas de várzeas, próximos aos rios da bacia do Maruim e da sua sub-bacia ribeirão Forquilhas.

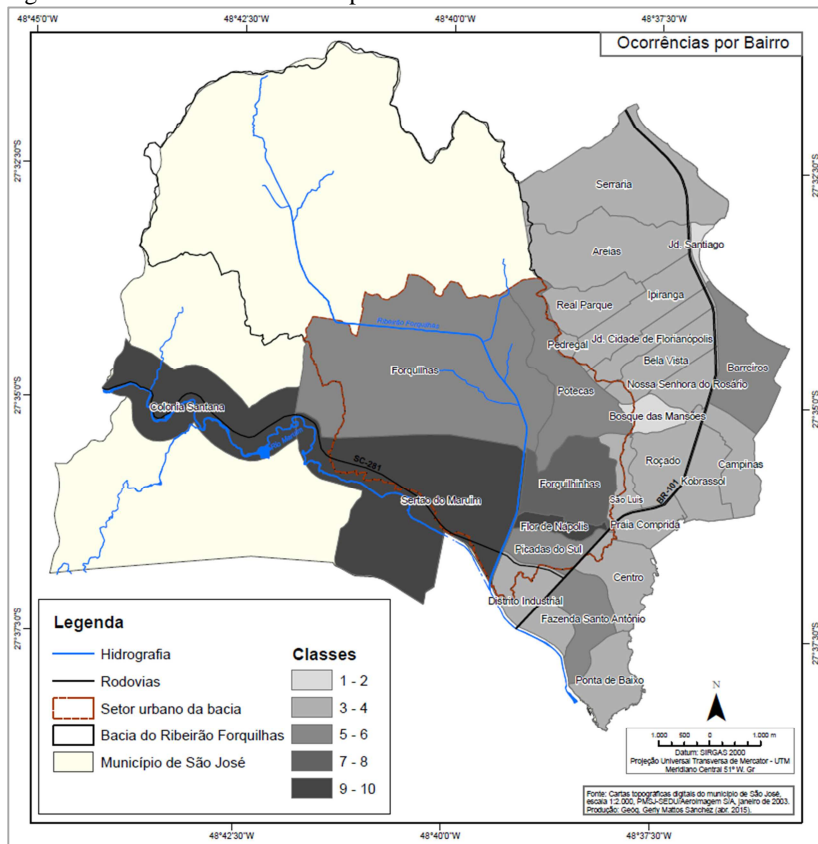
Na Figura 31 apresenta-se a frequência com que cada bairro do município foi identificado como afetado nos eventos de inundações registrados. Do levantamento realizado, 12 eventos apresentaram identificação das áreas afetadas totalizando 125 indicações, das quais 47 correspondem a localidades próximas ao ribeirão Forquilhas. O bairro Flor de Nápolis esteve presente em maior número nos casos de inundações (10 registros), seguido pelo Sertão do Maruim (9), Forquilha (8), Forquilhas (6), Picadas do Sul e Potecas (5) e Distrito Industrial (4). A população do bairro Colônia Santana é afetada por enxurradas do rio Maruim, o qual afeta diretamente o ribeirão Forquilhas no ponto de sua confluência, em episódios sob influência da maré na foz no Oceano Atlântico.

Os bairros Flor de Nápolis, Forquilha e Picadas do Sul dispõem de centralidade urbana, e conseqüentemente são caracterizados pela maior taxa de urbanização da área de estudo. Estes bairros encontram-se inseridos em áreas planas, historicamente atingidas pelas inundações (CARDOZO et al., 2010; HERRMANN, 1999; FERREIRA, 1994). No início de sua ocupação com a implantação de conjuntos de habitação popular, o poder público cadastrou os novos moradores mesmo sendo uma área sujeita a inundações. Segundo Ferreira (1994), a prefeitura municipal negligenciou a exigência da Secretaria de Obras para a colocação de um aterro de dois metros de altura. Essa medida assegurava a proteção contra a inundação do local, sendo um condicionante para a autorização da obra. Dessa maneira, o loteamento foi aprovado sem as medidas de segurança, desconsiderando o parecer técnico.

Este tipo de conduta permanece na administração municipal. Cita-se como exemplo o loteamento Benjamin Gerlach, situado no bairro Forquilha, próximo ao ribeirão Forquilhas. Os loteadores não executaram as obras relativas à infraestrutura, bem como não realizaram a sua regularização no Registro de Imóveis de São José. O caso gerou uma ação civil pública, que tramita no Ministério Público de Santa Catarina (MPSC, 2015). Além disso, ainda nesse loteamento, houve a instalação de famílias às margens do ribeirão Forquilhas, as quais vivem em situação socioeconômica vulnerável. Pela proximidade do leito

principal são frequentemente atingidas, por apresentarem moradias precárias e não disporem de condições mínimas de infraestrutura urbana e saneamento ambiental (Figura 32).

Figura 31– Classificação dos bairros afetados nos eventos de inundações, com registro de área afetada no município de São José.



Fonte: Brasil (2014).

Figura 32 – Loteamento Benjamin Gerlach, situado no bairro Forquilha, com destaque para comunidade em situação socioeconômica vulnerável à inundação.



Fonte: Aerolevantamento do Estado de SC, Ortofoto 2011.

Outros novos loteamentos residenciais, situados nos bairros referidos acima, passaram a ter problemas com o subdimensionamento de rede pluvial em circunstâncias de precipitações intensas. Normalmente são indicados como áreas afetadas por inundações, embora se refiram a eventos de alagamentos.

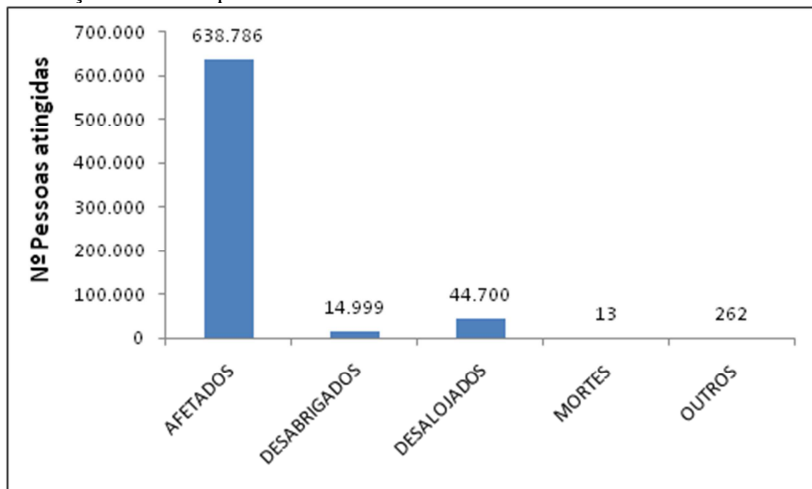
Destaca-se o loteamento Ceniro Martins, situado no bairro Forquilha, construído em meados da década de 2000, cortado pelo ribeirão Forquilha e por um afluente. Nesse trecho, pela condição do ribeirão estar bastante encaixado e ainda ter uma faixa de mata ciliar preservada, não há transbordamento do leito. Salvo a exceção do evento de janeiro de 2008, em que houve inundação na confluência com o seu afluente e afetou algumas moradias adjacentes. Segundo relato de moradores, desde a sua criação apresenta muitos problemas com alagamentos em dias de precipitações intensas, principalmente em vias próximas a canais de drenagem. A rede de drenagem pluvial parece não ser suficiente para o escoamento das águas.

Os alagamentos, assim como as inundações, também são problemas presentes nas zonas urbanas. Estas tipologias se confundem facilmente, pois ambas estão diretamente relacionadas à precipitação.

Segundo a classificação COBRADE (BRASIL, 2012a), ocorrem devido às precipitações intensas que causam a extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem e consequente acúmulo de água em infraestruturas urbanas. Grande parte decorre não somente pela falta de capacidade projetada da rede pluvial, mas também por obstruções provocadas pelo transporte de material sólido (TUCCI, 2005). Para evitar tais obstruções são necessárias medidas da administração pública como a limpeza periódica de bueiros e canais de drenagem de modo mantê-los sempre desobstruídos.

Com base nos dados coletados para o inventário foi possível identificar os danos humanos relacionados aos desastres por inundações em São José (Figura 33). De 1975 a 2011 verificou-se cerca de 700 mil pessoas atingidas direta ou indiretamente por eventos severos. Ao longo dos anos analisados foram registrados, oficialmente, 262 feridos e enfermos (outros), 13 mortos, 44.700 desalojados, 14.999 desabrigados e 638.786 afetados.

Figura 33– Totais de danos humanos registrados oficialmente em eventos de inundação no município de São José.



Fonte: Brasil (2014).

Com relação aos danos relacionados a desabrigados, mortos e afetados, a Tabela 5 apresenta os anos de inundações severas, com os respectivos totais em número de pessoas. Os maiores totais de afetados estão representados pelos eventos recentes de maio de 2010 e dezembro de 2011, com 157.240 e 131.453 pessoas respectivamente. Em 19 de

maio de 2010 foi registrado 101,8 mm de chuva, entretanto a precipitação iniciou três dias antes ao evento, o que resultou em 354,8 mm de precipitação acumulada. Segundo o AVADAN, na inundação de 19 de maio de 2010 o número de afetados foi expressivo em razão do represamento das águas dos rios pela maré alta que agravou os efeitos da enxurrada, provocando danos e prejuízos em toda a área do município. No caso do evento de 13 de dezembro de 2011, a precipitação foi intensa e concentrada – 58,4 mm de chuva registrada em apenas uma hora, de acordo com a Estação Meteorológica automática de São José (EPAGRI/CIRAM). Não houve, portanto, precipitações expressivas nos dias antecedentes ao evento.

Os totais de desabrigados superaram os 3 mil habitantes nos episódios de calamidade pública decretados pelo município nos anos de 1991, com 3.500 pessoas desabrigadas; de 1995, com 4.500 e de 1997 com 4.631. A população do bairro Flor de Nápolis foi a mais atingida nesses eventos. Dentre as mortes registradas, 7 correspondem ao episódio de novembro de 1991, de acordo com o AVADAN. Todavia, segundo Herrmann (1998) estes óbitos sucederam por um grave deslizamento de terra sobre 5 residências no bairro Jardim das Palmeiras. Nesses eventos, as precipitações que deflagraram o processo de inundação foram intensas ou excepcionais, sobretudo em 1991 quando se registrou 404,8 mm em 24 horas.

Os eventos que registraram os maiores totais de afetados são recentes, ocorreram de 2008 a 2011. Segundo a Diretoria de Defesa Civil de São José, o elevado número de pessoas afetadas corresponde, principalmente, aos danos relacionados a danificações de estruturas como pontes e rodovias e ao comprometimento do fornecimento de energia elétrica e abastecimento de água. Nos registros anteriores a este intervalo não havia a contabilidade do número de afetados pela falta de preparo dos agentes de defesa civil, que passaram por capacitações na última década de modo a aperfeiçoarem a identificação e avaliação dos danos.

Com base nos dados disponíveis, percebe-se um aumento no número da população afetada nos últimos eventos, embora o número de desabrigados tenha sido muito elevado nos eventos dos anos de 1991, 1995 e 1997.

Tabela 4 – Ordenação das inundações do município de São José pelos maiores totais de pessoas afetadas, desabrigadas e mortas (1975-2011).

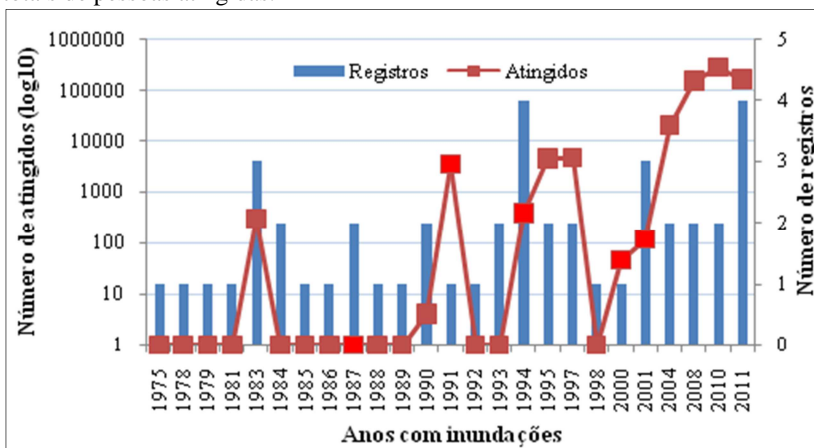
Ano	Áreas afetadas	Desab.	Mortos	Afetados	Precipitação (mm)
19/05/2010	Área rural: Potecas, Forquilhas, Sertão do Maruim	257	-	157.240	101,80
13/12/2011	Forquilha, Flor de Nápolis, Picadas do Sul, Forquilha, Distrito Industrial.		-	131.453	66,80
25/03/2010	Potecas, Forquilha, Sertão do Maruim, Picadas do Sul, Forquilha, Flor de Nápolis.	110	1	130.000	29,60
31/01/2008	Distrito Industrial, Flor de Nápolis, Forquilha, Picadas do Sul, Sertão do Maruim.	360	-	114.800	308,60
22/01/2011	Área rural	283	-	36.293	74,80
22/11/2008	Flor de Nápolis, Distrito Industrial, Forquilha, Forquilha, Picadas do Sul, Sertão do Maruim.	130	-	19.000	136,00
20/01/1997	Forquilha, Flor de Nápolis	4.631	-	-	97,80
24/12/1995	Forquilha, Flor de Nápolis, Sertão do Maruim	4.500	-	-	206,60
14/11/1991	Flor de Nápolis, Forquilha, Sertão do Maruim	3.500	7	-	404,80
22/02/1994	Flor de Nápolis	377	2	-	227,40
05/01/1983	-	300	-	-	57,60
13/03/2011	Todo o município	160	-	-	94,60
27/01/2004	Todo o município	110	-	-	142,00
08/12/2004	-	110	-	-	104,60
21/10/1997	Flor de Nápolis	60	-	-	55,30
06/03/2000	Áreas rural e urbana	44	1	-	105,00
30/09/2001	55% do município	25	1	-	118,20
08/09/2011	Potecas, Forquilha, Sertão do Maruim, Picadas do Sul, Forquilha, Flor de Nápolis	20	-	-	130,40
04/02/2001	75% do município	18	-	-	150,20
02/01/1990	-	-	-	-	40,10
12/02/1987	-	-	1	-	90,20

Fonte: Brasil (2014).

A apresentação dos anos com ocorrências de inundações e os respectivos totais de pessoas atingidas estão representados na Figura 34. É possível observar uma tendência de crescimento no total de danos humanos registrados nos episódios em análise. Embora o número de ocorrências tenha permanecido praticamente o mesmo em relação às décadas de 1990 (15) e 2000 (14), percebe-se o aumento do número de pessoas atingidas por inundações. Este incremento progressivo ocorre desde o início da década do ano 2000, período em que houve intenso

crescimento urbano na área de estudo, conforme discutido no item 6.1. Essa tendência pode indicar que os danos estão aumentando em decorrência da expansão urbana na bacia, que sucede desordenadamente sem um planejamento urbano adequado.

Figura 34 – Anos com registros de inundação em São José e os respectivos totais de pessoas atingidas.



Fonte: Brasil (2014).

O aumento da população urbana e a instalação de infraestruturas urbanas sobre a planície aluvial como sistemas viários e loteamentos residenciais podem acentuar a gravidade das inundações. Dessa maneira, se não houver medidas que mitiguem os futuros danos, a população permanecerá vulnerável às inundações e os danos humanos permanecerão crescentes.

Assim, à medida que os impactos têm aumentado nos últimos anos, possivelmente, em virtude do crescimento urbano, os prejuízos também seguem a mesma orientação. Para São José, poucos são os dados referentes aos prejuízos inerentes às inundações. Os eventos de 2010 (meses de maio e março) registraram-se os maiores valores monetários, R\$44.411.765,00 e R\$33.997.884,00 respectivamente. De acordo com os registros do inventário, o ano de 2010 foi marcado por grandes prejuízos econômicos no setor agrícola, com perda na produção de milho e hortaliças. No mês de maio especialmente, também houve prejuízos sociais com o comprometimento das redes de distribuição de energia elétrica e abastecimento de água e do transporte público. No

evento de janeiro de 2011 os prejuízos também foram elevados, somando R\$22.322.000,00.

Em geral, os danos econômicos nem sempre correspondem à realidade, por se tratarem de estimativas preliminares. Ao analisar os dados oficiais disponíveis (BRASIL, 2014) no que diz respeito aos prejuízos, identifica-se algumas inconsistências. Isto reflete alguns problemas, ainda existentes, no sistema de identificação e avaliação de danos de desastres pelas coordenadorias municipais de defesa civil.

6.2.2 Análise do regime pluviométrico

Além dos danos, a partir do inventário de eventos pode-se realizar a análise das precipitações que deflagraram os processos de inundação.

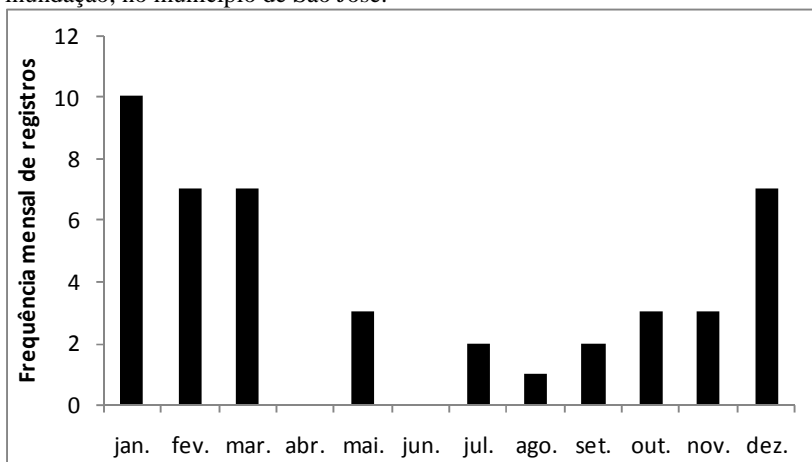
Com relação à frequência mensal dos desastres, na Figura 35 é possível notar a distribuição dos registros ao longo do período analisado. As inundações ocorreram em todos os meses do ano, com exceção dos meses de abril e junho. O mês de janeiro foi o que apresentou mais episódios, total de 10 ocorrências.

Verifica-se uma frequência maior de registros do fenômeno nos meses de verão, de dezembro a março, quando ocorrem episódios pluviais mais intensos no município. Segundo Silva et al. (2004), as precipitações em São José são distribuídas em 34% no verão, 26% na primavera, 21% no outono e 19% no inverno.

De acordo com Herrmann (1998) que realizou a análise das gênese das precipitações por meio das cartas sinóticas e boletins de monitoramento Climanalise, a maioria dos episódios pluviais teve sua origem relacionada aos sistemas frontais, passagens de frentes frias sobre o Oceano Atlântico ligadas aos aglomerados convectivos, áreas alongadas de baixas pressões (cavados). Estes ligam as frentes sobre o oceano a outras áreas de baixas pressões bastante ativas sobre o oeste amazônico.

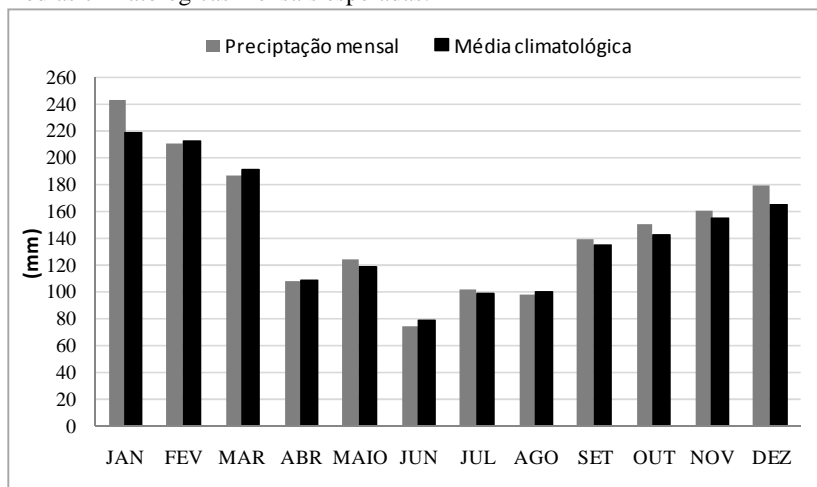
Ao relacionar a precipitação média mensal dos anos de registros com a média mensal climatológica para o município de São José, nota-se na Figura 36 que, sobretudo, nos meses de primavera e verão as médias mensais desses anos excederam as médias climatológicas, esperadas para os respectivos meses.

Figura 35 – Frequência mensal dos registros de desastres relacionados com inundações, no município de São José.



Fonte: Brasil (2014).

Figura 36– Comparação entre as médias mensais dos anos com inundações e as médias climatológicas mensais esperadas.



Fonte: EPAGRI/CIRAM (2014).

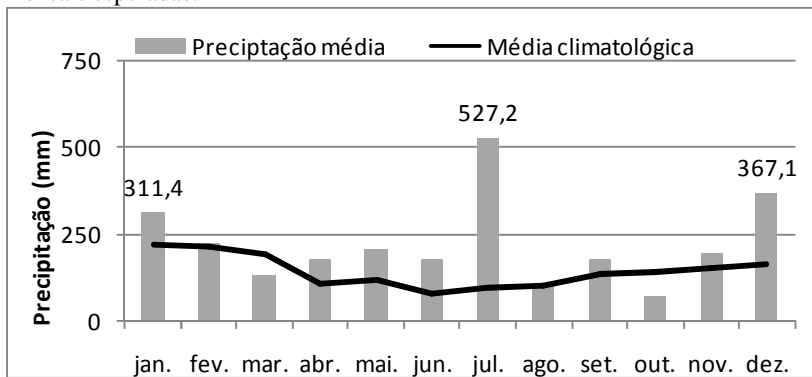
Dentre o período analisado, ocorreram anos com acumulados mensais excepcionais de precipitações, nos quais ultrapassaram 500 mm, tais como: janeiro de 1997, novembro de 2008, novembro de 1991, dezembro de 1995, fevereiro de 2001 e julho de 1983, com totais

mensais de 625 mm, 614,9 mm, 594,9 mm, 562,3 mm, 536,5 mm e 513,6 mm respectivamente.

Os anos de 1983 e 2008 se destacaram pela ocorrência de episódios pluviais de intensidade elevada que superaram de maneira excepcional à média mensal climatológica.

Em 1983 foram registradas precipitações intensas nos meses de janeiro, julho e dezembro, as quais deflagraram inundações no município (Figura 37). Neste ano ocorreu o mais forte episódio do *El Niño*, que pode influenciar no ritmo climático de uma região podendo causar mais precipitações. O fenômeno *El Niño* está associado ao enfraquecimento dos ventos alísios e caracterizado pelo aquecimento da água superficial do Pacífico Tropical (Temperatura da Superfície do Mar – TSM) onde as pressões atmosféricas diminuem em relação à normal (Índice de Oscilação Sul – IOS). Em anos *de El Niño*, o Jato Subtropical torna-se mais intenso devido ao aumento do gradiente térmico entre o Equador e os polos, bloqueando os sistemas frontais que permanecem estacionários sobre Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Tais bloqueios causam aumento da precipitação na primavera do ano de início do *El Niño* e no outono e inverno do ano seguinte, principalmente nas áreas costeiras (CLIMERH, 1999b apud HERRMANN, 2014).

Figura 37 – Precipitação mensal no ano de 1983 e as médias climatológicas mensais esperadas.

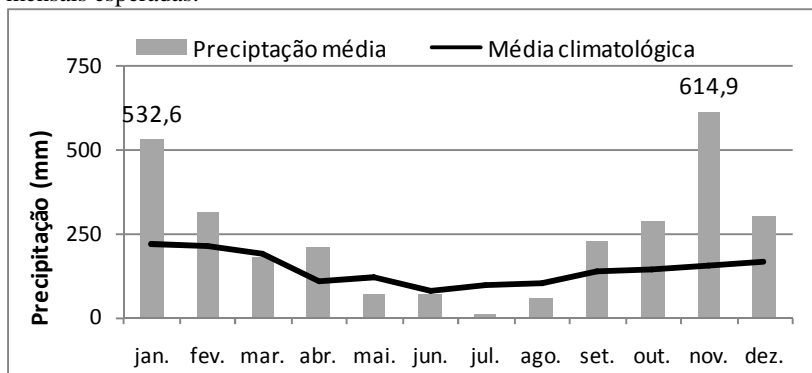


Fonte: EPAGRI/CIRAM (2014).

No ano de 2008, em geral as precipitações mensais superaram as esperadas, embora tenha se registrado um período seco, de maio até agosto, com acumulados mensais abaixo da média histórica. Os meses de janeiro e novembro apresentaram índices mensais de 532,6 mm e

614,9 mm respectivamente, enquanto o mês de julho registrou somente 10 mm (Figura 38).

Figura 38 - Precipitação mensal no ano de 2008 e as médias climatológicas mensais esperadas.



Fonte: EPAGRI/CIRAM (2014).

Importante destacar, que a Estação Meteorológica de São José não está situada nas cabeceiras da bacia do ribeirão Forquilhas e, sim, na planície costeira, próxima ao nível do mar (altitude de 2m). Esta localização reflete na série histórica de dados de precipitação, uma vez que as precipitações nos setores mais elevados do município não podem ser dimensionadas.

A Tabela 5 apresenta para cada data de ocorrência de inundações: a precipitação diária (P_{24h}); a precipitação máxima ($P_{máx.}$); o número de dias de chuvas; a precipitação acumulada ($P_{ac.}$) e a precipitação média ($P_{med.}$) para as respectivas datas; a precipitação antecedente acumulada nos cinco dias anteriores aos eventos (P_1, P_2, P_3, P_4, P_5); a precipitação acumulada nesses 5 dias (ΣP); bem como a área inundada (AI) de sete eventos principais.

Tabela 5 – Índices pluviométricos dos eventos de inundação e áreas inundadas dos principais episódios.

N.	Data	AI	P 24h	Pmax.	Nº Dias Chuva	Pac.	Pmed.	P1	P2	P3	P4	P5	ΣP
1	08/01/1979*		119,5	77,8	2	129	64,5	9,5	0	0	0	0	9,5
2	01/03/1978		93,4	46	1	93,4	93,4	0	6	0	0	0	6
3	23/02/1979		190,3	99,9	5	219,6	43,9	0,4	0,5	0,4	28	0	29,3
4	28/03/1981		70,9	39	3	204,6	68,2	131,9	1,8	0	0	0	133,7
5	05/01/1983		37,6	37	5	100,6	20,1	36,9	1,5	4,2	0,4	0	43
6	09/07/1983		37,5	36	5	195,7	39,1	57,6	21,5	49,4	29,7	0	158,2
7	16/12/1983		144	144	1	144	144,0	0	9,8	1	9,2	36,2	56,2
8	06/08/1984		75,1	40	3	148,2	49,4	44,8	28,3	1,3	26,9	23,5	124,6
9	08/11/1984*		83,8	46	3	140,6	46,9	19,5	35,3	7,5	3,7	3,9	69,9
10	15/02/1985*		77,2	43,8	2	138,7	69,4	61,5	6,4	1,2	22,1	23,7	114,9
11	10/10/1986*		160,7	76	2	200,5	100,3	39,8	0	3	0	0	42,8
12	10/02/1987*		90,2	87,1	1	90,2	90,2	0	51,5	35,1	0	6	92,6
13	30/12/1987*		86,3	63,1	1	86,3	86,3	1,3	0	0	0	0	1,3
14	30/03/1988*		95,6	67,1	1	95,6	95,6	0	0	0	0	0	0
15	06/01/1989*		94,4	34	1	94,4	94,4	10,7	7,4	0,7	5,1	12,6	36,5
16	02/01/1990		40,1	20,1	2	61,7	30,9	21,6	9,5	9,1	48,2	52	140,4
17	11/02/1990		99,6	65,5	2	188,6	94,3	89	4,6	0	0	0	93,6
18	14/11/1991	5,17	404,8	212,8	1	404,8	404,8	13,6	0	8,4	0	0	22
19	26/01/1992*		84,2	84,2	3	151,9	50,6	42,6	25,1	0	19,6	0	87,3
20	02/07/1993		75,7	62,6	2	100	50,0	24,3	0	0	0	0	24,3
21	04/10/1993		35,1	17,4	2	69,4	34,7	34,3	0	0	0,7	2,1	37,1
22	22/02/1994*	1,75	227,4	227,4	1	227,4	227,4	0	7,9	9,9	9,8	4	31,6
23	09/03/1994		78,2	62,6	2	104,3	52,2	26,1	0	13,7	1,1	0	40,9
24	11/05/1994		116	40,2	1	116	116,0	20,5	9	0	0	0	29,5
25	22/12/1994		87,2	58,4	2	113,1	56,6	25,9	2,2	1,6	4,5	0,2	34,4
26	24/12/1995	3,96	206,6	134,4	2	372,4	186,2	165,8	9,3	0	0	0	175,1
27	28/12/1995		115,2	58	2	157,9	79,0	42,7	7,4	0,6	206,6	165,8	423,1
28	20/01/1997*	2,78	97,8	72,8	2	119,8	59,9	22	5,1	7,4	0	0	34,5
29	21/10/1997		55,3	47,8	3	109	36,3	28,3	25,4	0	3,4	0	57,1
30	04/01/1998		31,6	24,1	2	114,9	57,5	83,3	13,2	19,2	0	6	121,7
31	06/03/2000		105	105	1	105	105,0	105	0	1,3	3,4	18,1	127,8
32	04/02/2001		150,2	124,8	2	345,1	172,6	194,9	2	1,6	13,2	0,6	212,3
33	28/05/2001*		161,2	160,4	1	161,2	161,2	0	0	0	0	0	0
34	30/09/2001		118,2	51	1	118,2	118,2	9,9	25,2	12,4	2	1,1	50,6
35	27/01/2004		142	93,8	2	169	84,5	27	2,8	39,2	0	31,4	100,4
36	08/12/2004*		104,6	94,6	1	104,6	104,6	19,8	2,8	0	6,7	0	29,3
37	31/01/2008	4,05	308,6	60,2	2	445,5	222,8	136,9	18,6	18,3	4,4	2,2	180,4
38	22/11/2008		136	17,4	3	283,7	94,6	92,3	55,4	8	27,7	1,4	184,8
39	26/03/2010		46,4	14,8	3	85,6	27,9	18,4	18,8	0	0	0,6	37,8
40	19/03/2010	2,98	101,8	48,2	2	354,8	177,4	255	11,8	4,2	0	0	269
41	22/01/2011	1,60	74,8	25,4	2	219,2	109,6	144,4	1,6	0,4	48,2	0	194,6
42	13/03/2011		94,6	18,4	2	208	104,0	113,4	14,3	9	1,7	49,2	187,6
43	08/09/2011		130,4	9,2	2	273,4	136,7	97,4	27,6	18	0	0	143
44	13/12/2011		66,8	58,4	1	78,6	78,6	11,8	0,4	0	13	3,6	28,8

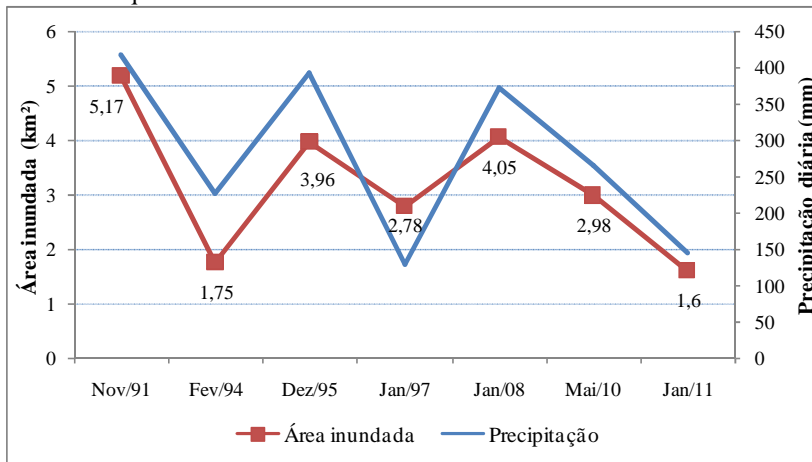
*NOTA: Casos com necessidade de adoção de precipitações diárias de dias anteriores ao registro. Fonte: Dados de precipitação EPAGRI/CIRAM.

Ao analisar as áreas inundadas dos principais eventos ocorridos no setor de estudo, observa-se uma relação direta com as precipitações diárias. As manchas de maior extensão ocorreram em episódios de elevados índices de precipitação diária, assim como os episódios menos intensos resultaram em manchas menores (Figura 39).

Desde o ano de 2008 as manchas de inundação estão menores, entretanto não é possível indicar uma tendência ao longo dos anos analisados sobre a extensão das áreas atingidas. Isso porque se dispõe de poucos dados, os quais não permitem estabelecer uma relação entre os eventos mais severos e suas abrangências à medida que sucede a expansão urbana na área de estudo. Contudo, ressalta-se sobre a importância do mapeamento das áreas afetadas durante ou prontamente

aos eventos, visto que o registro histórico das manchas possibilita análises mais completas a cerca do processo das inundações.

Figura 39 – Áreas inundadas nos principais eventos de inundação na bacia do ribeirão Forquilhas



Fonte: Própria pesquisa.

É possível notar que os eventos de inundação apresentam como agente deflagrador, em geral, precipitações diárias superiores a 80 mm, sendo que em grande parte das ocorrências os acumulados encontram-se entre 100 e 200 mm. Normalmente, em eventos considerados severos, a precipitação diária (P_{24h}) supera 200 mm, enquanto a precipitação máxima ($P_{máx}$) atinge índices acima de 60 mm para um intervalo entre 6h ou 12 h. Em inundações severas como as de 14 de novembro de 1991 e 31 de janeiro de 2008 registraram-se índices pluviométricos diários de 404,8 mm e 308,6 mm respectivamente. Em 2008 o episódio foi antecedido por dias consecutivos com chuvas, enquanto em 1991 a precipitação intensa concentrou-se em poucas horas.

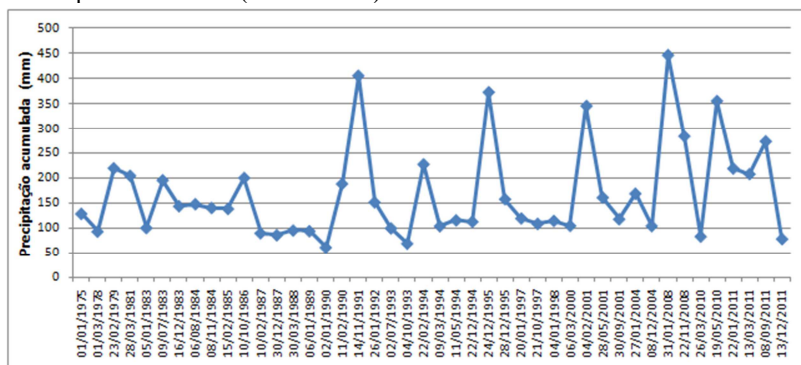
Por outro lado, há eventos com baixos índices de precipitação registrados no dia da ocorrência, como o caso de 1975 (0,9 mm), 1985 (0,7 mm) e 2004 (19,8 mm), quando se registrou maiores índices nos dias que antecederam ao evento. Para estes casos, foram consideradas as precipitações de leituras anteriores às datas dos registros históricos.

O registro de eventos em datas que não apresentam precipitações intensas se deve à multiplicidade de documentos oficiais adotados como fonte histórica, os quais se referem a datas de homologações de decretos

de emergência, de portarias, de relatórios pós-desastre, de planilhas e tabelas, entre outros. Logo, vai depender do documento disponível em que se obtêm os dados sobre desastres.

Com relação às precipitações acumuladas (P_{ac}) responsáveis pelo processo da inundação, a Figura 40 apresenta a distribuição ao longo do tempo, nas datas dos eventos. Nota-se que os anos com maior número de registros foram 1994 e 2011, com 4 ocorrências cada. Em 1994, as precipitações acumuladas dos episódios dos meses de março, maio e dezembro permaneceram em torno de 100 mm, enquanto o evento de fevereiro obteve um acumulado pluviométrico de 227,4 mm em apenas um dia de chuva. No ano de 2011, somente o a inundação de dezembro registrou índice abaixo de 100 mm, nos demais eventos os acumulados superaram 200 mm em dois dias de chuvas.

Figura 40 – Precipitações acumuladas dos eventos de inundação registrados no município de São José (1975 a 2011).



Fonte: Brasil (2014); EPAGRI/CIRAM.

Quanto às precipitações antecedentes, nota-se o predomínio de eventos precedidos de dias com precipitação, de acordo com a Tabela 5. Esta característica é observada, sobretudo, nos eventos ocorridos nos meses de verão, período de maior pluviosidade na região. Dentre os 44 eventos analisados, 37 foram precedidos por dias consecutivos de chuvas. Em alguns casos, houve totais diários elevados no dia antecedente aos registros, como, por exemplo, nos episódios de 19/05/2010 (253 mm); 04/02/2001 (194,9 mm) e 24/12/1995 (165,8 mm). A precipitação acumulada nos cinco dias antecedentes (ΣP) aos eventos foi maior na inundação de 28 de dezembro de 1995, quando acumulou 423,1 mm.

Assim, os acumulados pluviométricos apresentam importante influência sobre os registros de inundação no município, podendo interferir na dinâmica fluvial da bacia no que se refere ao escoamento superficial e a infiltração do setor urbano.

Na Tabela 6 constam os valores das correlações da precipitação diária (P_{24h}) com precipitação acumulada do evento ($P_{ac.}$), precipitação média ($P_{med.}$), precipitação máxima ($P_{máx.}$), precipitação acumulada antecedente para cinco dias (ΣP).

A análise de correlação linear entre as áreas relativas às manchas de inundação (sete eventos) e os parâmetros de precipitação resultou na Tabela 7.

Tabela 6 – Correlações lineares entre precipitação diária e precipitação máxima, precipitação acumulada, precipitação média e precipitação antecedente acumulada.

	$P_{ac.}$	$P_{med.}$	$P_{máx.}$	ΣP (5 dias)
P_{24h}	0,7399	0,8784	0,6959	0,9839

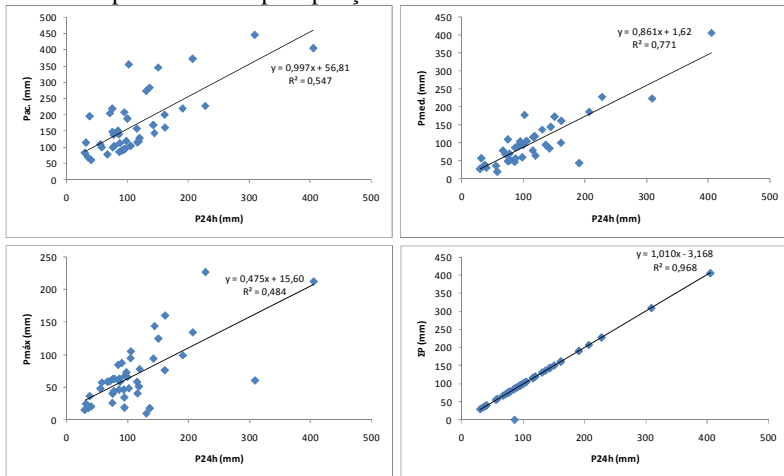
Tabela 7 - Correlações lineares entre a área inundada e precipitação diária, precipitação máxima, precipitação média, precipitações acumuladas e precipitação antecedente.

	P_{24h}	$P_{ac.}$	$P_{med.}$	$P_{max.}$
AI	0,7620	0,7421	0,6837	0,9466

Os coeficientes encontrados mais próximos de 1 foram da precipitação diária (P_{24h}) com a precipitação antecedente acumulada (ΣP), que apresentaram correlação muito forte (0,9839), e forte (0,8784) com a precipitação média ($P_{med.}$). Destaca-se também a área inundada (AI) com correlação muito forte (0,9466) com a precipitação máxima ($P_{máx.}$) e forte (0,7620) com a precipitação diária (P_{24h}) e (0,7421) com precipitação acumulada do evento ($P_{ac.}$).

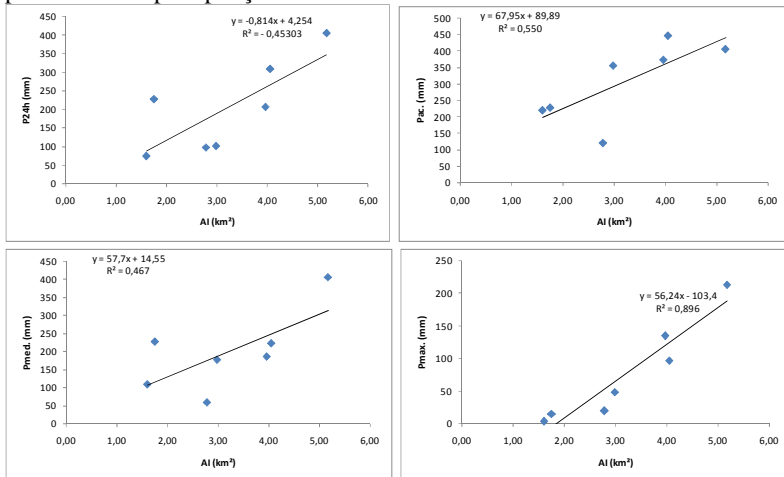
Os gráficos de dispersão que demonstram a correlação entre os parâmetros analisados estão representados na Figura 41 e Figura 42.

Figura 41 – Gráficos de dispersão das correlações entre a precipitação diária e os demais parâmetros de precipitação.



Fonte: Própria pesquisa.

Figura 42 – Gráficos de dispersão das correlações entre área inundada e os parâmetros de precipitação.



Fonte: Própria pesquisa.

6.3 ESPACIALIZAÇÃO DE MANCHAS DE INUNDAÇÃO DOS PRINCIPAIS EVENTOS

Com base no levantamento de informações sobre as inundações na bacia, do total de 44 eventos foi possível espacializar a área inundada de 7 episódios ocorridos nos anos de: 1991, 1994, 1995, 1997, 2008, 2010 e 2011. As manchas de inundação foram estimadas com base em publicações acadêmicas; nos relatos de moradores obtidos em campo e informações do registro histórico dos desastres de São José.

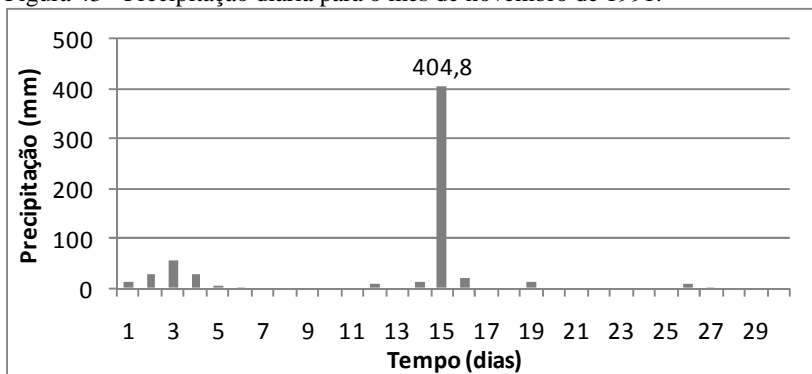
a) Novembro de 1991

Ao avaliar as inundações no município de São José, dentre os episódios dos anos de 1990, o considerado mais severo em relação à dimensão das áreas inundadas foi o de novembro de 1991 (HERRMANN, 1999; FERREIRA, 1994; HERRMANN et al., 1993).

O mês de novembro foi excepcionalmente chuvoso, totalizando 595 mm de precipitação, quando a média climatológica é de 154,5 mm. Foi o maior índice mensal registrado desde 1968, quando iniciou a sistematização dos registros pluviométricos.

O elevado índice pluviométrico registrado pela Estação Meteorológica de São José no dia 15 foi decorrente de 24 horas consecutivas de chuvas, com registro de 404,8 mm, superando os totais mensais daquele ano (Figura 43). De acordo com Oliveira e Herrmann (2001), esse acumulado nunca havia sido registrado anteriormente e equivale a um volume de precipitação de três meses consecutivos de chuvas.

Figura 43 - Precipitação diária para o mês de novembro de 1991.



As precipitações verificadas nesse mês foram relacionadas aos efeitos do episódio quente ENOS, que, segundo o boletim Climanálise (1991), este fenômeno estava sendo observado desde abril de 1991 (HERRMANN, 1999).

As consequências desse elevado índice pluvial foram inundações nos bairros da bacia do ribeirão Forquilhas, resultando na decretação de calamidade pública por parte do município (Decreto Municipal Nº 1.693/1991), devido à extensão das áreas atingidas, à altura do nível das águas e ao número de desabrigados e mortos (HERRMANN, 1999).

Segundo dados do relatório de avaliação de danos (BRASIL, 2014), somaram-se 3.500 desabrigados e 7 óbitos no município. Grande parte dos afetados era residente dos bairros Forquilha, Picadas do Sul e Flor de Nápolis, sendo estas localidades situadas nas adjacências do ribeirão Forquilhas (Figura 44).

O episódio de inundação tomou maior proporção porque os canais estavam parcialmente obstruídos por entulhos e sedimentos, e coincidiu com a maré alta, que atuou como agente represador do escoamento na foz do rio Maruim. A maré se manteve na faixa entre 80 cm e 1,0 m durante a maior parte do período das chuvas, com oscilações no horário de maior precipitação (HERRMANN et al., 1993).

Figura 44 – Inundação do ribeirão Forquilhas na Rua Pedro Álvares Cabral, bairro Forquilha, em 14/11/1991.



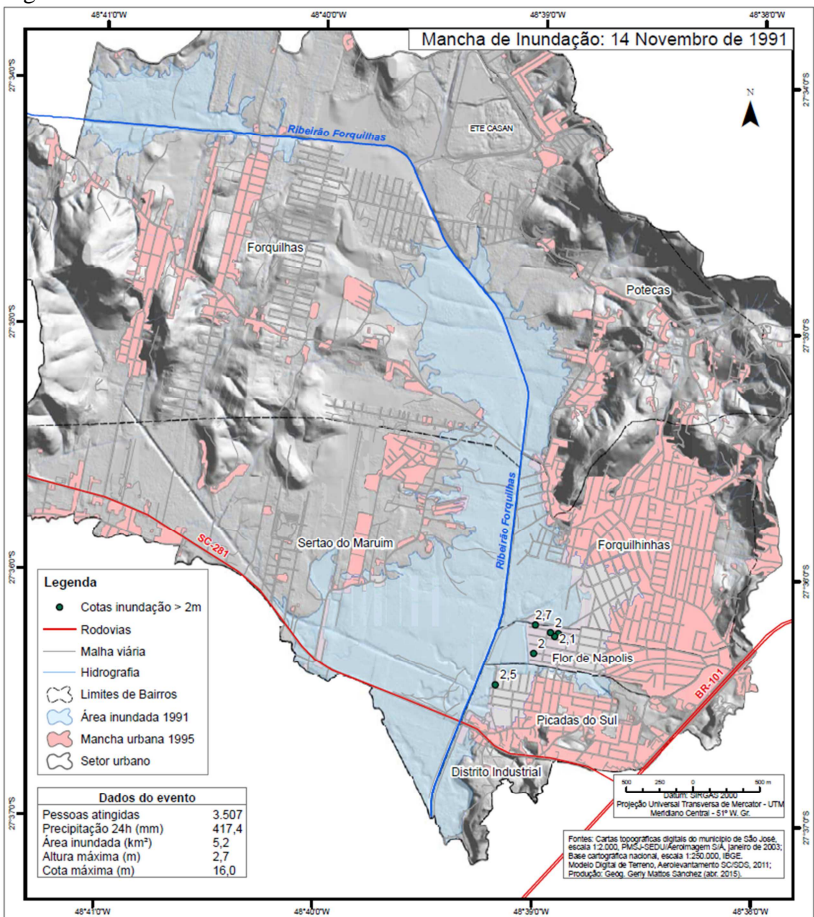
Foto: Rita de Cássia Dutra Andrade.

A situação foi mais crítica nos bairros Picadas do Sul e Flor de Nápolis, pois em apenas 3 horas de precipitação no dia 14, as águas elevaram-se até os telhados das edificações (HERRMANN et al., 1993). O nível da água atingiu até 2,7 m de altura nas ruas República dos Guaranis, 13 de Junho e Santo André (HERRMANN; CARDOZO, 2008).

Com base nas informações sobre as alturas das inundações na ocorrência de novembro de 1991, obtidos por meio dos questionários aplicados por Herrmann e Cardozo (2008), foi possível espacializar a mancha de inundação desse evento. A Figura 45 mostra a área relativa à área inundada, com total de 5,17 km² de extensão.

No setor de médio vale da bacia, especificamente no bairro Forquilhas, mesmo com o ribeirão encontrando-se encaixado as águas transbordaram e alcançaram cerca de 1,0 m de altura (Figura 45). Com base nos relatos obtidos de moradores antigos da Estrada Geral Forquilha (Rua João José Martins), o ribeirão Forquilha e alguns pequenos afluentes inundaram a planície na cota altimétrica de 16,0 m aproximadamente. No campo verificou-se que esse setor compõe áreas de banhado na planície de várzea com presença de água na superfície, à margem esquerda do ribeirão, próximo ao Loteamento Los Angeles (Horto Florestal). Na Figura 46 é possível identificar o limite do terraço em que a altura da água atingiu na inundação de 1991, às margens da Estrada Geral Forquilha, sem que a residência fosse afetada, conforme relatado. Nesse mesmo setor da bacia, na outra margem do ribeirão Forquilha os limites alcançaram cotas de até 15,0 m, com áreas de banhado entre a rampa coluvial e o material aluvial.

Figura 45 – Mancha da área inundada no evento de novembro de 1991.



De acordo com os relatos, os moradores não indicaram a inundação desse terraço em episódios mais recentes como os eventos entre os anos de 2008 e 2011. Os limites nessas cotas mais elevadas, entretanto, não são precisos, pois as informações não permitiram saber com exatidão a extensão total da área inundada naquela ocasião.

Figura 46 - Limite aproximado do terraço inundado no episódio de 14/11/1991.



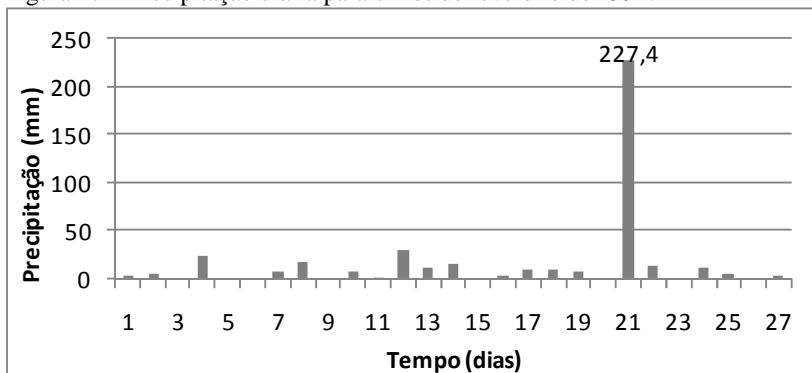
Foto: Gerly Mattos Sánchez, 17/09/2013.

b) Fevereiro de 1994

Depois do evento de calamidade pública de novembro de 1991, novas inundações ocorreram no início de 1992, final de 1993 e início de 1994, acarretando consequências não menos problemáticas como aquelas de 1991. Segundo Herrmann et al. (1993), verificou-se que nenhuma medida foi tomada, ao contrário, os problemas parecem terem-se agravado.

A Figura 47 demonstra a distribuição diária das precipitações no mês de fevereiro. Observa-se que foi um mês chuvoso, entretanto no geral as precipitações não superaram 20 mm. A acumulação máxima ocorreu no dia 22 em que foram registrados 227,4 mm de chuvas em apenas 4 horas. Como consequência das precipitações intensas, os bairros da bacia do ribeirão Forquilhas foram inundados, resultando na decretação de estado de emergência por parte do município (Decreto Municipal Nº 3.211 de 22 de fevereiro de 1994). Nesse dia, a maré atingiu a 1,0 m, podendo ter ocasionado o represamento do rio, e consequentemente agravado o processo das inundações (HERRMANN, 1999).

Figura 47 – Precipitação diária para o mês de fevereiro de 1994.



Ainda que a precipitação desse evento representasse pouco mais da metade das chuvas precipitadas em 14 de novembro de 1991, foi o suficiente para inundar novamente os bairros Forquilha e Flor de Nápolis, pela proximidade com o leito principal do ribeirão Forquilha (Figura 48, Figura 49).

De acordo com o boletim Climanálise (1994), o período compreendido entre 1991 e 1994 abrange a fase de instalação do episódio quente do ENOS e o término deste fenômeno que persistiu na bacia do Oceano Pacífico durante esses três anos. Embora alguns desses eventos tenham coincidido com o fenômeno ENOS, não estão somente relacionados a ele. Em fevereiro de 1994 as características observadas nos parâmetros oceânicos e atmosféricos demonstraram, efetivamente, o seu término. Neste mês a frequência dos sistemas frontais foi normal, mas o comportamento dos mesmos foi atípico, ou seja, intenso sobre a Região Sul. As precipitações foram associadas à ocorrência de vórtices ciclônicos e à passagem dos sistemas frontais (HERRMANN et al., 1993).

A população de São José foi afetada por prejuízos no fornecimento de energia elétrica, serviços de telefonia e na distribuição de água (POGLIA, ALMEIDA, 1994). Naquela ocasião, a situação apresentava-se bastante crítica nos bairros da bacia frequentemente atingidos pelas inundações, o que acarretou em 379 pessoas atingidas.

Figura 48 – Limpeza de residência do bairro Flor de Nápolis após enxurrada de 22 de fevereiro de 1994.

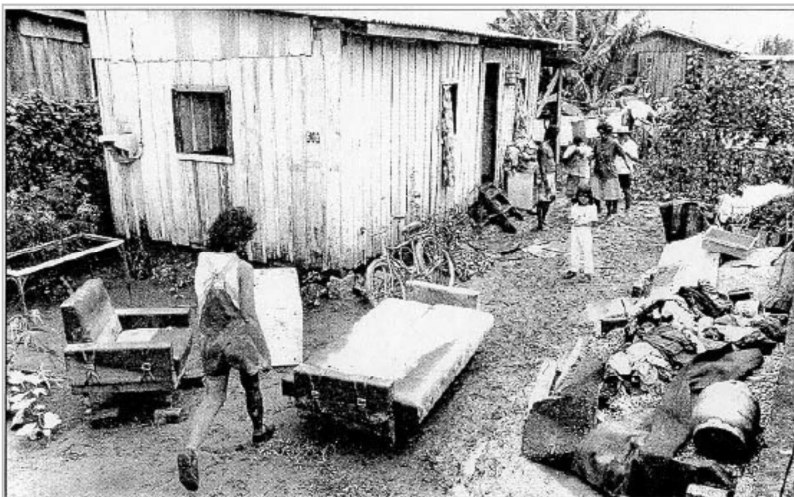


Foto: Daniel Conzi, Diário Catarinense.

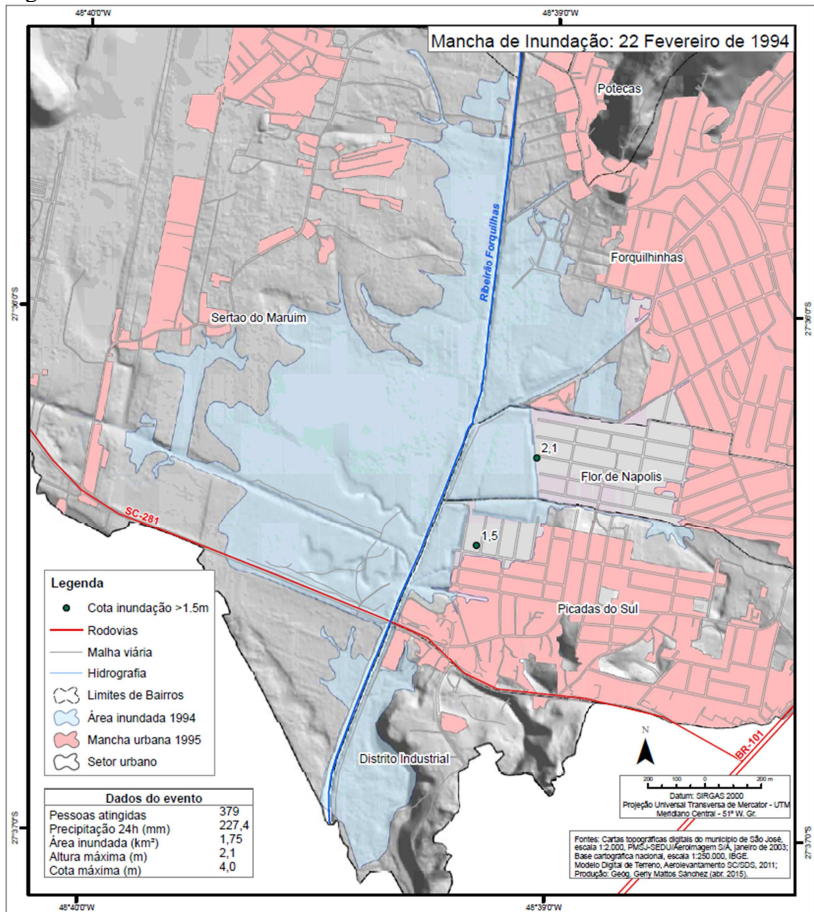
Figura 49 – Inundação de 22 de fevereiro de 1994 no bairro Forquilha. (Note: The caption text in the image is 'Forquilha' but the text above it says 'Forquilha' and the image shows a flooded area.)



Foto: Jurandir Silveira, Diário Catarinense.

A Figura 50 apresenta a mancha da área inundada de 1,75 km², referente a esse evento de 1994, obtida através de informações de moradores. O bairro mais afetado foi Flor de Nápolis, em que se registrou o nível da água de 2,1 m no final da Rua Alvorada. Na porção mais baixa do bairro, que compreende as ruas Curumins, Oflia Conceição Rodrigues e Santa Bárbara a altura das águas alcançou de 1,0 a 1,5 m em algumas residências (HERRMANN; CARDOZO, 2008).

Figura 50 – Mancha da área inundada no evento de 22 de fevereiro de 1994.

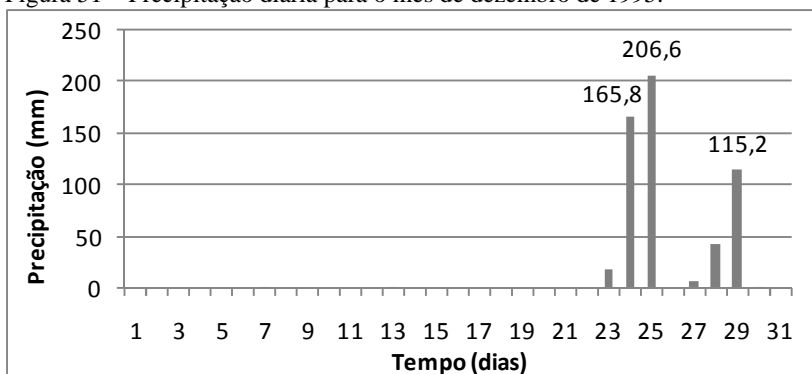


c) Dezembro de 1995

Em dezembro de 1995 o município decretou novamente estado de calamidade pública, com o Decreto Municipal Nº 4.821 de 24/12/1995. Neste episódio, os sistemas de abastecimento de água, telefone, energia elétrica foram afetados, bem como houve o risco eminente de contágio de doenças infecto contagiosas.

O mês de dezembro foi praticamente sem chuvas até o dia 22, no entanto entre os dias 23 e 29 a precipitação acumulada alcançou 557,6 mm. Foram sete dias com precipitações elevadas que resultaram em 4.500 pessoas desabrigadas. A acumulação máxima ocorreu no dia 24 com 206,6 mm de precipitação (Figura 51).

Figura 51 – Precipitação diária para o mês de dezembro de 1995.



As chuvas que atingiram o sul do estado catarinense nesse período foram consideradas o aspecto mais importante que ocorreu no país no mês de dezembro, segundo o boletim Climanalise (1995). No mesmo boletim consta que esta precipitação anômala esteve associada à passagem e um sistema frontal, intensificada pela presença de um vórtice ciclônico, localizado a oeste do Rio Grande do Sul. Entre os dias 22 e 28 o vórtice ciclônico dos médios e baixos níveis permaneceu semi-estacionário ao sul do Paraguai. A umidade das regiões Norte e Centro-oeste convergiu para este vórtice, intensificando um sistema frontal que se deslocava pela Região Sul. Como resultado dessa associação ocorreu chuvas intensas no leste de Santa Catarina, abrangendo o município de São José (HERRMANN, 1999).

De acordo com os dados de maré analisados por Herrmann (1998) no dia 24 de dezembro de 1995 a maré alcançou 1,1 m às 03:53

horas, podendo ter agravado as inundações com o represamento das águas do rio Maruim, que por sua vez influencia no ribeirão Forquilhas.

Muitos foram os danos e prejuízos ocorridos no município neste episódio. Durante a cheia, a ponte sobre o ribeirão Forquilhas, situada no Sertão do Maruim, funcionou como um dique ao represar os sedimentos e entulhos que se acumularam nos pilares. Este acúmulo prejudicou o escoamento das águas sobre o leito do rio e provocou o seu transbordamento. Com a rodovia SC-281 inundada, a cabeceira da ponte foi erodida (RAMELLA, 1995). Outra ponte situada sob a Rua Vereador Arthur Mariano, na esquina com a Rua Francelino J. Silva, no bairro Forquilha, também foi danificada. O escoamento concentrado que desceu das encostas (enxurrada) trouxe uma grande quantidade de material (sedimentos, árvores, resíduos sólidos) que ficaram presos na estrutura da ponte, obstruindo o canal (SOUZA, 2006).

Também na Rua Vereador Arthur Mariano, esquina com a Rua Osvaldo Cruz, a força das águas causou prejuízo ao senhor Lídio João Correa, que há 21 anos mantinha uma casa comercial de secos e molhados construída sobre o córrego Forquilha, afluente do ribeirão Forquilha. Nesse evento, ele teve a edificação destruída com a força das águas, no desabamento da cobertura do canal. Após o episódio, o comerciante reconstruiu a edificação, conforme pode ser observado na Figura 52. Após o transbordamento do canal a prefeitura municipal elevou a altura das margens do canal e reconstruiu a cobertura destruída, na tentativa de evitar nova inundação (SOUZA, 2006).

O equipamento público, Centro de Saúde Forquilha, situado à margem do córrego, foi inundado e teve seu muro derrubado pela força das águas. Da mesma forma, muitas residências foram inundadas pela água e pelo material lodoso provido das encostas próximas. Muitas ruas do bairro Forquilha ficaram intrafegáveis e o transporte era realizado por barco ou caiaque, conforme mostram a Figura 53 e a Figura 54 (SOUZA, 2006).

Segundo foi divulgado na mídia naquela época (RAMELLA, 1995), o município de São José recebeu uma verba do governo Federal de R\$ 200 mil para desobstrução e reconstrução de ruas, canais e pontes atingidas. A ponte sobre o ribeirão Forquilha, no bairro Sertão do Maruim, e parte da rodovia SC-281 foram refeitas sobre um aterro com mais de 2 m de altura, de modo a evitar danos durante as próximas inundações.

Figura 52 - Edificação comercial de secos e molhados do Sr. Lídio João Correa, sobre o canal do afluente do ribeirão Forquilhas.



Foto: Mirela Izabel de Souza, dez. 2006.

Figura 53 - Inundação de ruas no bairro Forquilha em dezembro de 1995, que dificultou o transporte e locomoção da população.



Foto: SEDC/SC.

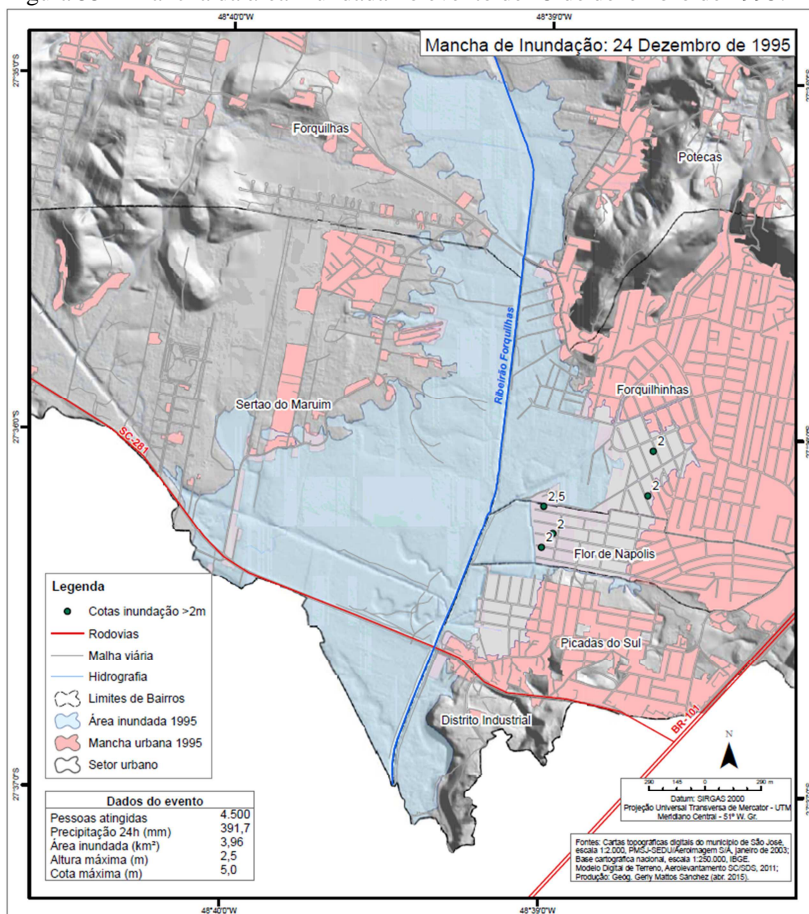
Figura 54 – Inundação na Rua Cecília Lopes, bairro Forquilha em dezembro de 1995.



Foto: SEDC/SC.

A área inundada pelo transbordamento das águas do ribeirão Forquilha nesse episódio está representada na Figura 55 com uma mancha de inundação de 3,96 km². Dentre as áreas urbanizadas atingidas, a altura das águas ultrapassou 2,0 m em algumas ruas dos bairros Flor de Nápolis e Forquilha, alcançando a cota altimétrica de 5,0 metros.

Figura 55 – Mancha da área inundada no evento de 25 de dezembro de 1995.



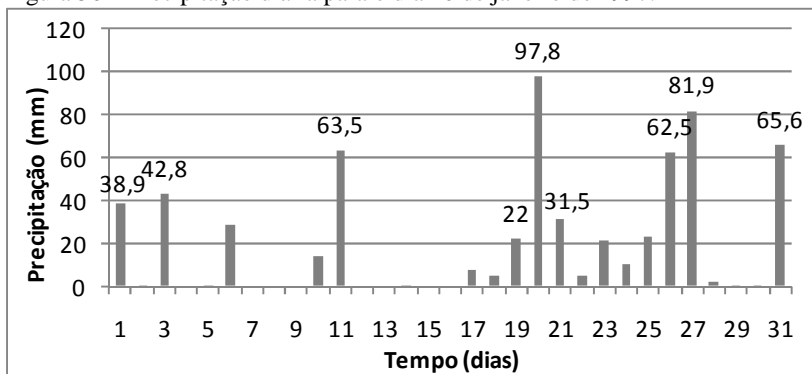
d) Janeiro de 1997

O mês de janeiro de 1997 obteve recorde de precipitação, constituindo-se o mês mais chuvoso dentre os anos analisados com total mensal de 632,8 mm. As inundações ocorridas na bacia em estudo no dia 20 estiveram relacionadas ao período de precipitação constante, principalmente na segunda quinzena de janeiro. O rápido processo de inundação sobre as áreas de várzea sucedeu uma ocasião em que o nível das águas do ribeirão já estava elevado, em decorrência dos dias

consecutivos de chuva. Em 24 horas registrou-se um acumulado pluviométrico de 97,8 mm.

A Figura 56 mostra uma forte concentração de chuvas entre os dias 19 e 21, totalizando 146 mm, bem como acumulados diários elevados após a ocorrência do evento.

Figura 56 – Precipitação diária para o dia 20 de janeiro de 1997.



De acordo com o boletim Climanálise (1997), o mês de janeiro apresentou desvios de precipitação acima da média climatológica para toda faixa centro-leste na segunda quinzena desse mês. Essa precipitação anômala decorreu pela atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (HERRMANN, 1999).

No dia 20 o prefeito de São José naquela ocasião decretou estado de calamidade pública (Decreto Municipal nº 5.603/1997), devido ao grande número de famílias atingidas – 4631 desabrigados e 1 morte, danos no sistema viário e na rede de distribuição de água, pontes danificadas e deslizamentos de encostas (DIÁRIO CATARINENSE, 1997).

O bairro Flor de Nápolis registrou alturas das águas entre 1,0 m e 2,0 m em ruas como 13 de Junho, Alvorada, da Esmeralda e Santo André (Figura 57). As famílias atingidas foram abrigadas na Escola Básica Laurita Dutra de Souza, localizada no bairro vizinho Picadas do Sul. Houve casos de crianças enfermas, provavelmente pelo contato com a água contaminada da inundação, uma vez que foi registrada a presença de ratos. Moradores informaram sobre a rapidez da inundação, que em pouco tempo o nível da água alcançou 1,5 m, atingindo as residências próximas ao ribeirão Forquilhas (DIÁRIO CATARINENSE, 1997).

Figura 57 – Morador da Rua Alvorada no bairro Flor de Nápolis deslocando seu animal de estimação para um local seguro, inundação de janeiro de 1997.



Foto: Lucia Ronder, Diário Catarinense.

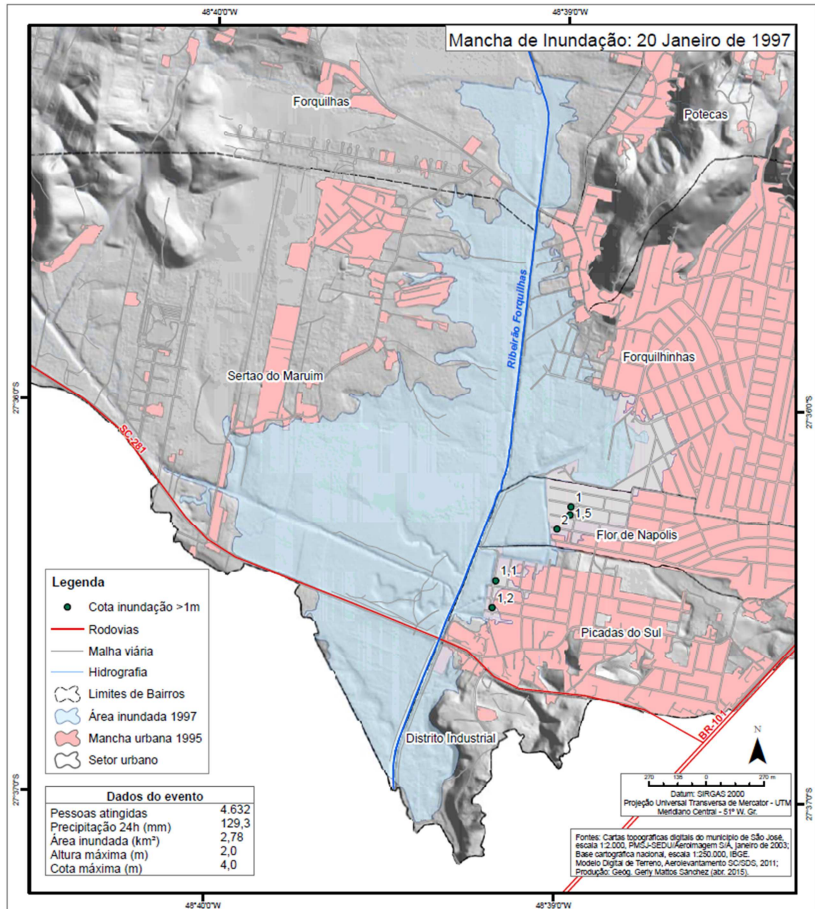
Com relação aos danos, as chuvas ocasionaram a interdição da ponte sobre o rio Maruim, que liga os municípios de São José e Palhoça, devido à forte correnteza e ao acúmulo de entulhos nos pilares de sustentação. Além disso, a enxurrada destruiu sete pontilhões sobre o ribeirão Forquilhas em setores do médio curso. O abastecimento de água foi suspenso com o rompimento de dois pontos da adutora localizada no município de Santo Amaro da Imperatriz, sistema rio Cubatão-Pilões, em decorrência da enxurrada.

A estimativa das perdas nesse evento severo foi em torno de R\$ 6 milhões, necessários para recuperar a pavimentação de vias e pontes, drenar os rios e canais, recuperar casas atingidas, coletar entulhos, retificar o encontro dos rios Maruim e Forquilhas e alargar canais de

drenagem nas localidades de Forquilha e Flor de Nápolis (SOUZA, 2006).

A Figura 58 espacializa a mancha da área inundada nessa ocorrência e indica 2,78 km² de extensão com alcance na cota altimétrica de 4,0 m, de acordo com os relatos de moradores (HERRMANN; CARDOZO, 2008).

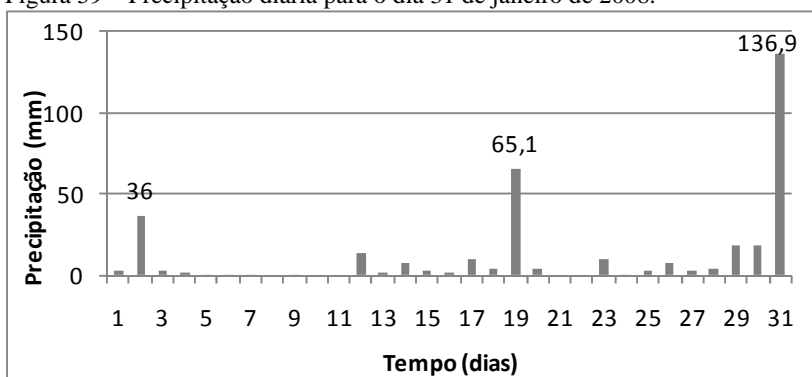
Figura 58 - Mancha da área inundada no evento de 20 de janeiro de 1997.



e) Janeiro de 2008

O mês de janeiro de 2008 foi bastante chuvoso, com um índice pluviométrico mensal de 354,9 mm, acima do esperado para o mês (218,9 mm). As precipitações no dia 31 de janeiro somaram 136,9 mm ao longo de 24 horas (Figura 59). Esta precipitação acumulada foi suficiente para provocar inundações em grande extensão do município, sobretudo na área de estudo com o transbordamento do ribeirão Forquilhas, seus afluentes e de canais de drenagem.

Figura 59 – Precipitação diária para o dia 31 de janeiro de 2008.



As precipitações intensas ocorreram devido a um sistema de baixa pressão que atuou no litoral catarinense formando muitas nuvens, associado a um Jato Subtropical em altos níveis (CARDOZO, 2009).

Foi decretada situação de emergência, uma vez que grande parte da população do município foi atingida pelo transbordamento da calha, resultando em 20.800 desalojados e 360 desabrigados. O total de atingidos alcançou 136.082 pessoas (BRASIL, 2014).

Muitos bairros foram atingidos por inundações e alagamentos, sobretudo Picadas do Sul, Flor de Nápolis e Forquilha em que grande número de suas vias e edificações foram atingidas pela inundação do ribeirão Forquilha e seus afluentes.

A comunidade Benjamim, situada às margens do ribeirão no bairro Forquilha foi severamente atingida. A altura das águas alcançou 2,0 metros (Figura 60). Esta comunidade é considerada uma das mais vulneráveis do município, por se tratar de uma área de ocupação, sem infraestrutura urbana, e com famílias de situação socioeconômica muito precária (Figura 61).

Figura 60 - Vista aérea da inundação do ribeirão Forquilhas sobre a comunidade Benjamin, bairro Forquilha, um dia depois do desastre.



Foto: SEDC/SC (2008).

Figura 61 – Comunidade Benjamin: população vulnerável aos eventos de inundação.



Foto: Gerly Mattos Sánchez, 12/03/2015.

No bairro Forquilhas, final da Rua Marli Laura de Souza, segundo relato do morador, a altura da inundação de janeiro de 2008 atingiu a extrema de sua casa com a área de pastagem na cota altimétrica de 5,0 metros (Figura 62). Neste local, verificou-se a existência de uma saída de drenagem, o qual recebe descarga constante de efluentes domésticos que acabam superdimensionando o sistema de escoamento pluvial em episódios de chuvas intensas. Este problema   comum na área urbana consolidada⁵ da bacia, a qual   cortada por muitos canais retificados ou retilinizados, o que agrava os alagamentos nas vias públicas. Além de descargas de esgotos são depositados lixos e grande quantidade de entulhos às margens dos cursos d' gua.

Figura 62– Panorâmica do final da Rua Marli Laura de Souza, destaque do limite do terraço aluvial



Foto: Gerly M. Sánchez em 30/08/2013.

Segundo relatório da Diretoria de Defesa Civil Municipal, houve uma grande quantidade de resíduos sólidos acumulados e depositados às margens dos canais de drenagem adjacentes às áreas afetadas. Este fato provocou a obstru o e entupimento de bueiros e canais que prejudicou o escoamento das águas, contribuindo, assim, para a ocorrência de alagamentos (Figura 63).

⁵  rea Urbana Consolidada: parcela da área urbana com densidade demográfica superior a 50 hab/ha e malha viária implantada e que tenha, no mínimo, dois dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados: drenagem de águas pluviais urbanas; esgotamento sanitário; abastecimento de água potável; distribui o de energia elétrica; ou limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos (Art. 47, Lei Federal n  11.977/2009).

Figura 63 - Inundação na Rua Antônio Jovita Duarte, bairro Forquilha no dia 31 de janeiro de 2008.



Foto: SEDC/SC (2008).

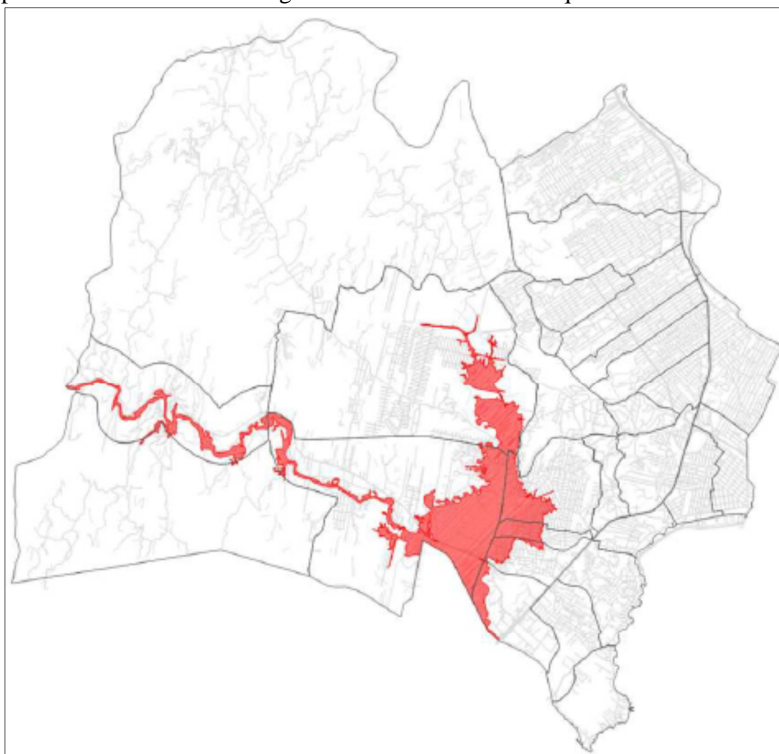
No AVADAN (BRASIL, 2014) consta sobre o aumento do nível da lagoa de tratamento de efluentes da CASAN, no bairro Potecas, que teve sua capacidade excedida, e como resultado o transbordamento de seu conteúdo. Situações como estas contribuem para contaminação hídrica e do solo e, principalmente, ocasionam enfermidades colocando em perigo a saúde pública. Apesar desse incidente não houve registros de enfermos. Outros danos também foram registrados como o comprometimento da distribuição de água e do fornecimento de energia elétrica para 80.000 pessoas durante 10 horas.

Para alguns moradores, esta inundação foi tão impactante quanto às ocorridas nos anos de 1990, quando a altura das águas alcançou o telhado de algumas casas nos eventos de 1991 e 1995.

A Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano juntamente com os técnicos da Defesa Civil delimitaram a área inundada no evento de janeiro de 2008, a partir da altimetria e das áreas afetadas pelo transbordamento do nível das águas dos rios Maruim e Forquilha naquela ocasião (Figura 64). A mancha da inundação foi ajustada com base em relatos de moradores obtidos no campo. Assim, a área inundada

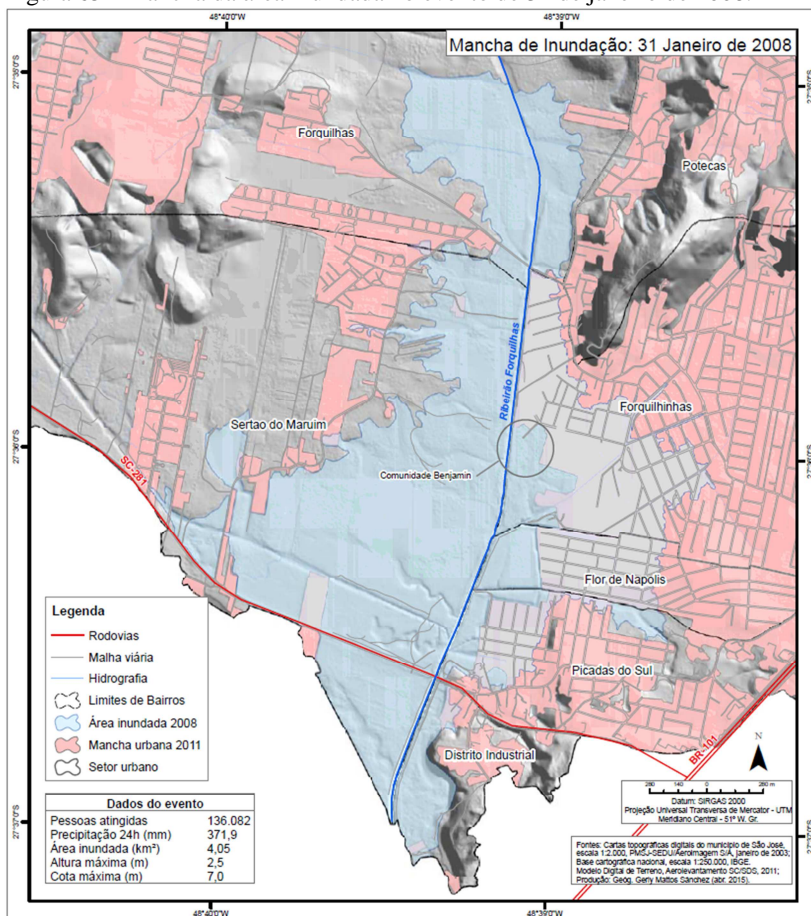
nesse evento está representada na Figura 65 com uma extensão de 4,05 km² sobre o setor em estudo, com alcance máximo até a cota de 7,0 m.

Figura 64 – Mancha da inundação de janeiro de 2008 em São José, ocasionada pelo transbordamento das águas dos rios Maruim e Forquilhas.



Fonte: SUSP, 2012.

Figura 65 - Mancha da área inundada no evento de 31 de janeiro de 2008.



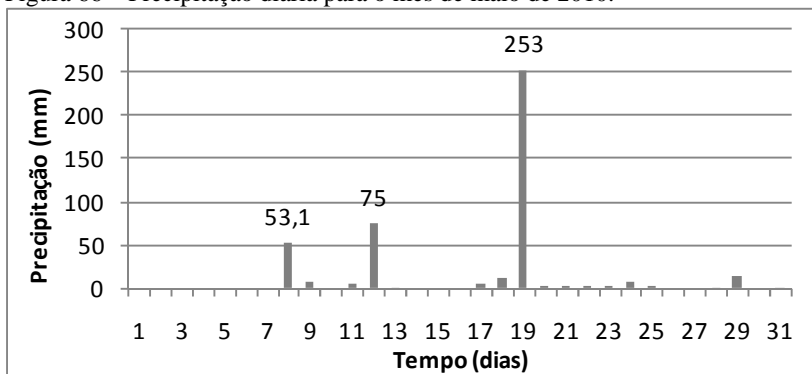
f) Maio de 2010

A precipitação acumulada para o mês de maio de 2010 foi de 443 mm, com a máxima ocorrida no dia 19 (253 mm), que resultou na inundação do ribeirão Forquilha e afluentes (Figura 66).

Segundo o AVADAN (BRASIL, 2014), as inundações foram agravadas pelo aumento da maré que represou o escoamento das águas dos rios e córregos do município em sua foz no Oceano Atlântico. Segundo o Climanálise (2010), no ano de 2010 registrou-se o maior

número de ocorrências de maré de tempestade, com um total de 13 registros apenas no mês de maio. Este mês foi caracterizado por precipitações acima da média com totais mensais que excederam a climatologia na faixa litorânea, em decorrência da intensa atuação dos sistemas frontais e da formação de vórtices ciclônicos na média e alta troposfera.

Figura 66 – Precipitação diária para o mês de maio de 2010.



Ao avaliar os registros desse evento, verifica-se que os danos foram inferiores ao de janeiro de 2008. A área afetada e os danos humanos foram menores em extensão e número respectivamente, salvo o total de afetados (157.240) que ultrapassou em 42.440 pessoas de acordo com o documento oficial. Em geral, foram 158.830 pessoas atingidas direta ou indiretamente pela inundação (BRASIL, 2014).

Após os desastres ocorridos no ano de 2008, a população das áreas frequentemente atingidas passou a adotar providências com relação ao sistema construtivo de suas habitações, de modo a evitar as perdas de seus bens. Alguns moradores dos bairros Picadas do Sul e Flor de Nápolis informaram sobre reformas recentes de suas edificações com a ampliação do segundo pavimento ou elevando-as sobre pilotis. A Figura 67 e Figura 68 mostram as residências adaptadas após os episódios de 2008 e 2010.

Figura 67 – Residências sobre pilotis na Rua Alvorada, bairro Flor de Nápolis, construídas após inundações de 2008.



Foto: Gerly Mattos Sánchez, 13/03/2015.

Figura 68 – Residência reformada na Rua Alvorada, bairro Flor de Nápolis, após eventos de inundações em 2010.

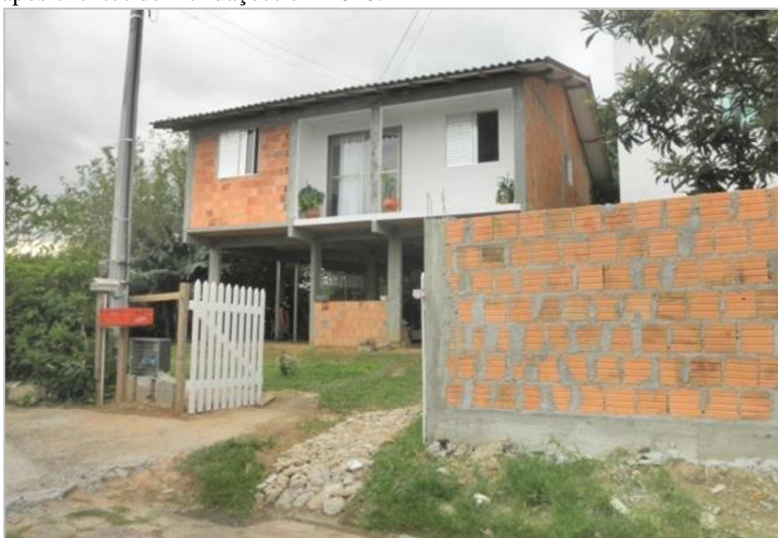
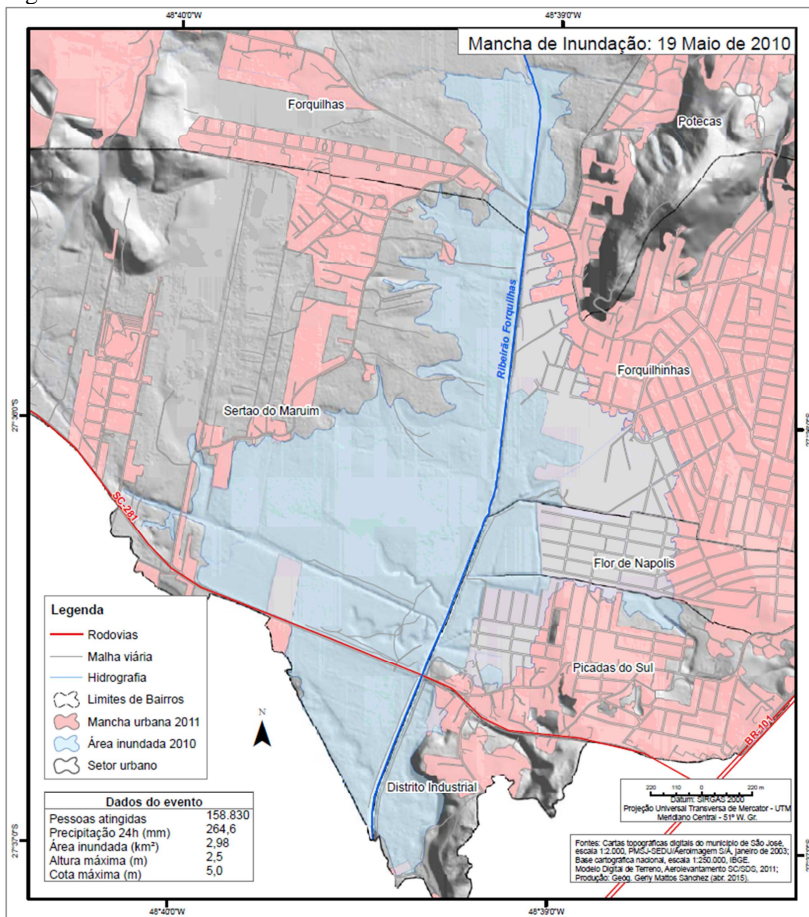


Foto: Gerly Mattos Sánchez, 13/03/2015.

A mancha da área inundada no evento ocorrido em 19 de maio de 2010 dispõe de uma área de 2,98 km² de extensão, com cota máxima de 5,0 m (Figura 69).

Figura 69 - Mancha da área inundada no evento de 19 de maio de 2010.

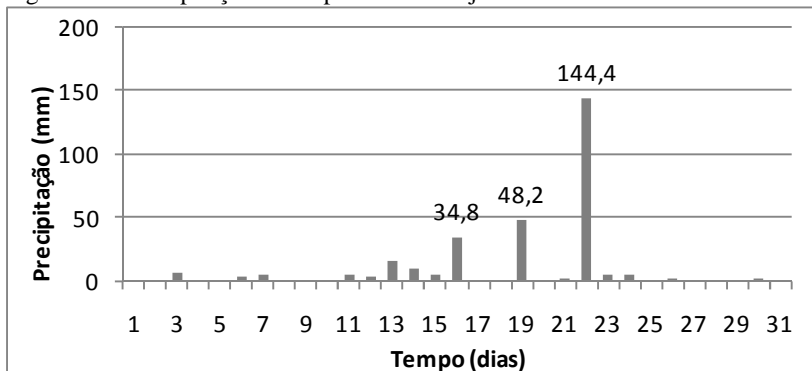


g) Janeiro de 2011

As precipitações do mês de janeiro de 2011, representadas por séries de chuvas de forte intensidade, provocaram inundações ao longo da faixa litorânea do Estado (PELLERIN et al., 2014).

Em São José, no dia 22 foi registrado 144,4 mm de precipitação, que resultou em inundações e, conseqüentemente, na decretação de situação de emergência pelo município. A precipitação acumulada para o mês de janeiro foi de 296,4 mm (Figura 70).

Figura 70 – Precipitação diária para o mês de janeiro de 2011.



Muitos foram os danos e prejuízos ocorridos no município neste episódio, que afetaram edificações residenciais e comerciais, públicas de saúde e ensino, infraestruturas urbanas, entre outros. De acordo com o AVADAN (BRASIL, 2014), um dos agravantes do processo da inundação foi o represamento das águas do rio Maruim em sua foz devido à maré alta no momento das precipitações intensas.

Este episódio de inundação não foi tão severo quanto os de 2008 e 2010, embora tenha acarretado em um número maior de pessoas desabrigadas (283) em relação a maio de 2010 (257). Além disso, registraram-se 36.293 afetados, 217 desalojados e 35 enfermos totalizando 36.633 atingidos.

Na Rua República dos Guaranis, bairro Picadas do Sul, a altura das águas atingiu 1,5 m. Na residência nº 30, a água alcançou o peitoral da janela, conforme sinalizado na Figura 71. Segundo relato da moradora, normalmente em dias de fortes precipitações, as águas do canal inundam e alcançam a calçada.

Figura 71 – Marca da altura das águas na inundação de 22 de janeiro de 2011, na Rua República dos Guaranis, n 30, bairro Picadas do Sul.



Foto: Gerly Mattos Sánchez, 12/03/2015.

Figura 72 – Enchente do ribeirão Forquilhas um dia antes da sua inundação, em 21 de janeiro de 2011.



Foto: PMSJ, 2011.

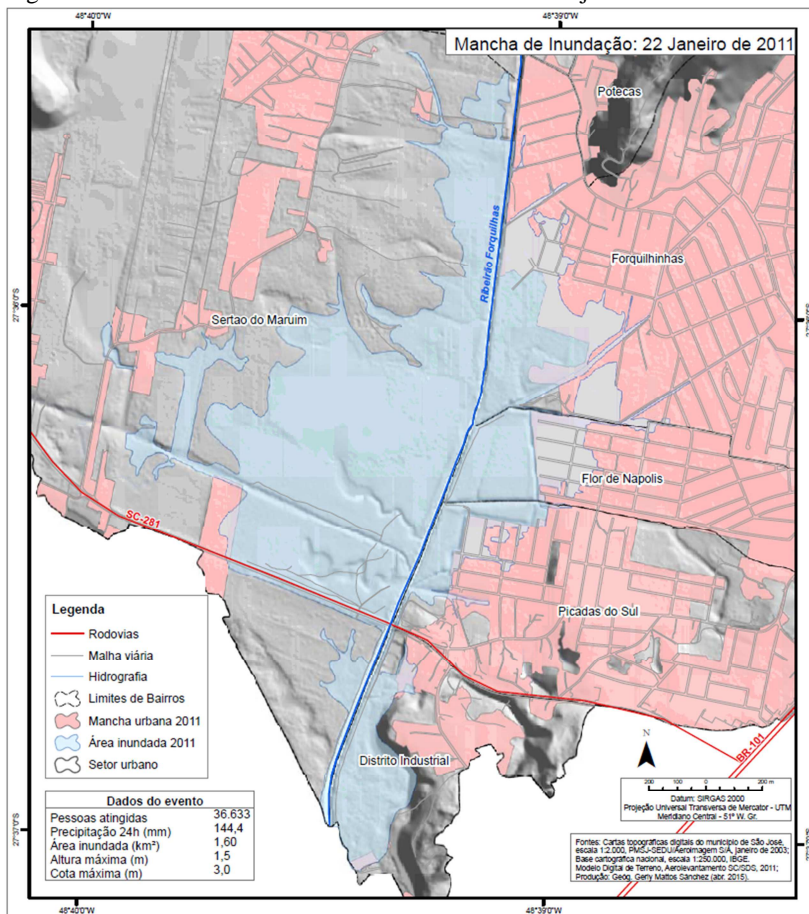
Figura 73 – Inundação do ribeirão Forquilhas e de canais adjacentes, bairro Flor de Nápolis no dia 21 de janeiro de 2011.



Foto: PMSJ, 2011.

A área inundada no episódio de 22 de janeiro de 2011 corresponde a uma mancha de 1,60 km², até a cota de 3,0 m (Figura 74).

Figura 74- Mancha da área inundada no evento de 22 de janeiro de 2011.



Com relação à espacialização das áreas inundadas, as extensões das sete manchas de inundação apresentadas modificam de acordo com a magnitude e intensidade de precipitações variadas, assim como outros fatores como influência da maré, medidas estruturais e intervenções antrópicas na planície ao longo dos anos.

Ao comparar as manchas tratadas neste item, verifica-se que há setores frequentemente inundados. São áreas as quais apresentam maior suscetibilidade ao fenômeno, situadas em cotas altimétricas mais baixas,

entre 1,0 m e 5,0 m e compõem parte da zona urbana consolidada da bacia do ribeirão Forquilhas.

A maior área inundada corresponde ao evento de 14 de novembro de 1991, com 5,17 km². Destaca-se que desde aquele episódio não foi registrado índice pluviométrico diário tão elevado na Estação Meteorológica de São José. A mancha do evento de 31 de janeiro de 2008 também apresentou extensão não menos importante (4,05 km²), sendo esta ocorrência indicada como uma das mais prejudiciais da última década, de acordo com o documento oficial e relatos de campo.

Ao considerar a recorrência das áreas inundadas em diferentes eventos foi possível estimar uma área inundável aproximada na bacia do ribeirão Forquilhas, com base na topografia e nas alturas das águas representadas nas manchas. A área sujeita à inundação contém uma extensão de 5,34 km² e representa os limites máximos aproximados em que as águas do ribeirão Forquilhas alcançaram ao longo do processo de ocupação da planície (Figura 75).

As áreas ocupadas, contidas no perímetro da zona sujeita à inundação, apresentam restrições do ponto de vista de suscetibilidade natural. Logo, correspondem ao setor no qual a população encontra-se exposta ao risco de inundação.

A Tabela 8 apresenta a variação das diferentes classes de uso e ocupação da terra ao longo dos anos sobre o perímetro da área inundável. Observa-se que as áreas urbanizadas apresentam-se em crescimento desde o ano de 1978. No ano de 2011, a ocupação atingiu 1,1 km².

A tendência da frequência de inundação e da expansão das áreas urbanizadas para o intervalo de 36 anos (anos de 1978, 1995, 2001 e 2011) está representada na Figura 76. A expansão urbana não ocorreu na mesma relação que a frequência de inundações, embora a partir do ano de 2001 ambas as curvas demonstrem crescimento. Este fato pode indicar que o aumento no número de ocorrências pode estar relacionado ao crescimento urbano na bacia.

O incremento de áreas urbanizadas durante a última década (2001 a 2011) se deve ao surgimento do Loteamento Benjamin Gerlach (bairro Forquilha), situado na área sujeita à inundação, nos arredores do Centro Educacional Municipal Antônio Francisco Machado (Forquilha).

Figura 75 – Área Sujeita à Inundação no setor urbano da bacia do ribeirão Forquilhas, com base nas áreas inundadas dos principais eventos.

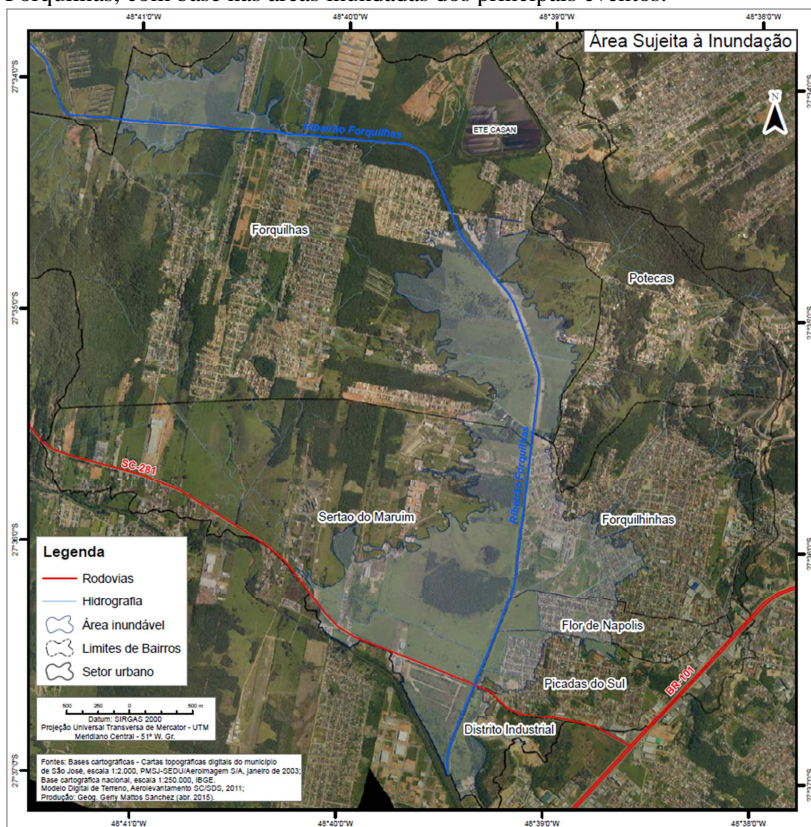
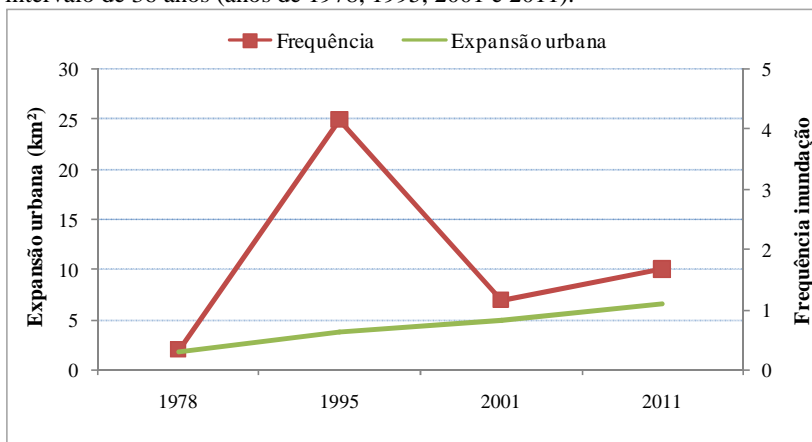


Tabela 8 - Variação dos diferentes tipos de uso da terra ao longo dos anos sobre a área sujeita à inundação.

Classes	1978	1995	2001	2011
	(km ²)	(km ²)	(km ²)	(km ²)
Área urbanizada	0,31	0,64	0,82	1,1
Pastagem	3,12	3,62	3,5	3,13
Vegetação	1,64	1,0	0,9	1,03
Lavoura	0,11	0,05	0,01	0,01
Solo exposto	0,13	0,0	0,08	0,04
Área inundável	5,31	5,31	5,31	5,31

Fonte: Própria pesquisa.

Figura 76 – Relação entre frequência de inundação e as áreas urbanizadas para o intervalo de 36 anos (anos de 1978, 1995, 2001 e 2011).



Fonte: Própria pesquisa.

A vegetação natural apresentou constante redução em sua abrangência, de 1,64 km² em 1978 para 1,03 km² em 2011 (Tabela 8). A extensão da cobertura vegetal indica a pouca, ou quase inexistente, presença de mata ciliar ao longo do ribeirão Forquilhas. A existência da vegetação ripária é essencial para o funcionamento harmonioso dos sistemas fluviais, desempenhando importantes funções hidrológicas, geomorfológicas e biológicas que se inter-relacionam. Além disso, contribui para a estabilidade das margens dos cursos d'água, evitando os efeitos da erosão e o assoreamento dos canais. A rugosidade hidráulica das margens, proporcionada pela vegetação e pelos detritos, favorece o processo de retenção, contribuindo para o amortecimento das cheias (BARRELLA et al., 2009; LIMA, ZAKIA, 2009). Logo, caso houvesse a vegetação ciliar, esta poderia exercer impactos significativos no processo de inundação da bacia.

As áreas de pastagem apresentaram maior variação ao longo do tempo, com crescimento até 1995 (3,62 km²) e redução até o ano de 2011 (3,13 km²), no entanto esta classe de uso dispõe da maior extensão sobre a mancha inundável (Tabela 8). As extensas pastagens, adjacentes ao leito do ribeirão Forquilhas, são áreas privadas que compreendem parte do seu leito menor e maior e, por isso, limitam a expansão dos bairros afetados recorrentemente por inundações.

Embora esse cenário de extensas pastagens demonstre uma baixa exposição ao perigo à inundação, os instrumentos de ordenação do

território do município não garantem que essas áreas permanecerão sem ocupação urbana. Em uma situação futura, caso venha a ser ocupada sem planejamento adequado e medidas preventivas mínimas para minimizar danos em situações de inundações extremas, a população continuará exposta aos impactos.

6.4 ÁREAS SUJEITAS À INUNDAÇÃO E A GESTÃO MUNICIPAL

O inventário das inundações e o mapeamento de eventos severos possibilitou confrontar as áreas inundáveis com as ações políticas da gestão municipal, em relação ao dinamismo da expansão urbana da bacia em estudo nos últimos 36 anos. Assim, foi possível destacar quais medidas preventivas têm sido implementadas pelo poder público, como forma de minimizar os impactos dos desastres.

As ocupações urbanas junto às planícies aluviais que margeiam o ribeirão Forquilhas são afetadas recorrentemente e os totais dos danos seguem uma tendência de aumento.

Estas ocupações aliadas à provável deficiência do planejamento urbano, que leve em conta a dinâmica fluvial e ambiental da bacia, e ao dimensionamento ineficiente de drenagens, geram situações de inundações e alagamentos frequentes, bastando, para tal, uma chuva de maior intensidade.

No que se refere ao ordenamento territorial do município, a legislação que rege o uso e ocupação da terra é aquela do ano de 1985, Lei Nº 1.605/1985 (SÃO JOSÉ, 1985a). A lei prevê em seu artigo 195 o uso e ocupação das áreas inundáveis, que somente poderão ser urbanizadas após a implantação do plano global de drenagem da bacia de contribuição das respectivas áreas. O artigo 5º da lei Nº 1.606/1985 de parcelamento do solo (SÃO JOSÉ, 1985c) também trata da ocupação dessas áreas:

Não será permitido o parcelamento do solo:

I - em terrenos alagadiços e sujeitos às inundações, antes que seja implantado um sistema de drenagem da área, em concordância com o plano global de drenagem da bacia hidrográfica;

Embora a legislação vigente demonstre ressalvas quanto à ocupação de áreas inundáveis, necessita de reavaliação e readequação, a fim de atender às necessidades socioterritoriais impostas pelo contexto

atual. Além disso, o poder executivo negligencia as limitações ambientais que impedem a ocupação daquelas áreas. Os condicionantes naturais da planície de inundação são desconsiderados desde a implantação dos conjuntos habitacionais em Forquilha e Flor de Nápolis (FERREIRA, 1994), até os dias atuais com o surgimento de novos loteamentos sem estudos específicos.

Em 2009 foi aprovada a Lei Nº 4.749 de 16 de março de 2009 (SÃO JOSÉ, 2009), que trata da suspensão temporária das concessões de licenças para construção, instalação e implantação de empreendimentos e outras ações que visem à expansão da zona urbana na área sujeita à inundação da bacia do ribeirão Forquilha. Esta lei foi aprovada a fim de suspender a implantação de um empreendimento imobiliário em área suscetível, situada entre a Rua Antônio Jovita Duarte e a confluência do ribeirão Forquilha com o rio Maruim.

De acordo com a área inundada em 2008 delimitada pela prefeitura municipal e com estudos realizados na bacia, este setor apresenta alta suscetibilidade a inundações (CARDOZO et al., 2010). Corresponde a áreas do leito menor do ribeirão Forquilha e da sua confluência com o rio Maruim, em que a altura da água pode superar 3,0 m em episódios de chuvas intensas.

No entanto esta lei foi revogada pela Lei Nº 5.387 de 08 de maio de 2014 (SÃO JOSÉ, 2014) com a seguinte justificativa:

[...] Primeiramente, cumpre informar que a Prefeitura Municipal já executou obras de contenção das cheias, com alargamento do Rio Forquilha, posterior a presente lei, e o Governo do Estado de Santa Catarina através da Secretaria Regional da Grande Florianópolis – SDR esta ampliando a Ponte da Rodovia SC-407 atual 281. Segundo, a suspensão vigoraria até a implantação de projetos de macrodrenagem que assegurassem o fim das cheias na citada bacia. Além de haver manifestação pela inconstitucionalidade da referida lei municipal. Sendo assim, peço que a presente lei seja revogada.

Dessa maneira, o empreendimento denominado Loteamento Empresarial Mansur teve sua instalação concluída, mesmo sendo em área indicada como não edificável pelo Plano Diretor (Figura 77). Atualmente encontra-se com a infraestrutura urbana instalada, porém sem edificações.

Figura 77 - Loteamento Empresarial Mansur, situado à margem direita do ribeirão Forquilhas, área com alta suscetibilidade à inundação.



Foto: Gerly Mattos Sánchez, 24 de julho de 2013.

Nesse contexto, a administração municipal parece ter avançado pouco na implantação de ações públicas como forma de minimizar os impactos dos desastres recorrentes no município, sobretudo na bacia do ribeirão Forquilhas. Pode-se mencionar algumas medidas já executadas e outras em realização.

Esta bacia apresenta um histórico de medidas estruturais adotadas para conter as inundações. Nos anos 1960, o ribeirão Forquilhas foi retificado em grande parte do seu leito a fim de reduzir as áreas inundáveis e promover a ocupação das áreas planas. Na década de 1990, após o evento severo de novembro de 1991, obras de dragagem, de canalização de cursos d'água e de execução de canais de drenagem foram realizadas, porém não foram suficientes para conter os episódios dos anos seguintes. A década de 2000 foi marcada pela falta de manutenção dos leitos dos rios e os desastres por inundações permaneceram frequentes. Em 2012 foi aprovado um projeto no município, o qual propôs reduzir o processo de inundação na bacia. Previu o alargamento da calha do ribeirão Forquilhas em grande parte da sua extensão e ampliação das pontes da Rua Antônio Jovita Duarte e da rodovia SC-281. Segundo a administração municipal, estas obras de macrodrenagem visam aumentar mais de três vezes a vazão do ribeirão Forquilhas, de modo a reduzir as áreas inundadas em eventos de precipitação intensa.

A etapa das obras de desassoreamento e alargamento das margens até o exutório no rio Maruim já foi executada em 2012. No campo, após cerca de 20 meses da primeira etapa do projeto, foi possível verificar o trecho da margem direita do ribeirão Forquilhas alargada sem as obras de ampliação das pontes (Figura 78). Recentemente, as obras da ponte sobre a rodovia SC-281 encontram-se em andamento (Figura 79). Até então, esta estrutura viária servia como dique, dificultando o escoamento das águas do ribeirão em circunstâncias de aumento da vazão do canal.

Figura 78– Vista para a montante do ribeirão Forquilhas, com a ponte da Rua Antônio Jovita Duarte ao fundo, sem alargamento do leito.



Foto: Gerly Mattos Sánchez, 22/08/2013.

O material retirado do leito permaneceu exposto na margem, sem que a vegetação ciliar fosse recomposta. Assim, está sendo assoreado e contribuindo para deixar o leito do ribeirão mais raso nesse trecho.

Desde 2012, a atual gestão municipal tem mantido uma vez ao ano medidas de desassoreamento de cursos d'água e de canais de drenagem no setor urbano da bacia (Figura 80).

Figura 79 - Vista para a jusante do ribeirão Forquilhas, sobre a ponte da rodovia SC-281, com obras de ampliação em andamento.



Foto: Gerly Mattos Sánchez, 13/03/2015.

Figura 80 – Obras de dragagem no afluente do ribeirão Forquilhas, trecho que corta o loteamento Ceniros Martins.



Foto: Gerly Mattos Sánchez, 13/03/2015.

Há possibilidade de que as obras tenham aumentado o limiar da capacidade do ribeirão em resistir a inundações, visto que não foram registrados desastres após esta medida estrutural. Esses tipos de obras podem resultar em um controle a inundações até certa magnitude, no entanto a existência de infraestruturas de controle impede o desenvolvimento de uma diversidade de medidas de enfrentamento da inundação e produz uma falsa sensação de segurança (LIAO et al. (2009).

As medidas estruturais não garantem que os impactos das inundações sejam amenizados embora haja uma sensação de segurança dentre moradores e poder público municipal. É necessário um estudo hidrológico para avaliar a nova situação dos corpos hídricos. De tal modo, poderá ser atestado se precipitações com maior período de retorno ainda podem trazer muitos danos à população.

Medidas não-estruturais, historicamente, são pouco adotadas pela administração municipal. Com relação às iniciativas da Diretoria de Defesa Civil Municipal, foi elaborado em 2013 um Plano de Contingência para situações de resposta a desastres a fim de reduzir os danos e prejuízos decorrentes. O plano estabelece os procedimentos a serem adotados pelos órgãos envolvidos, recomenda e padroniza os aspectos relacionados ao monitoramento, alerta, alarme e resposta, inclusive ações de socorro, ajuda humanitária e reabilitação de cenários (SÃO JOSÉ, 2015).

Contudo, verificou-se que ainda não há um Plano Municipal de Redução de Riscos. Estes planos municipais conhecidos como planos locais de gestão de riscos (BRASIL, 2012a), são ferramentas importantes para o fortalecimento das capacidades de planejamento e prevenção e de situações de resposta a desastres. A formulação dos planos deve envolver instituições e sensibilizar atores relacionados a ações de prevenção e resposta, tais como: saúde, educação, assistência social, sociedade civil organizada, dentre outros.

O município dispõe somente de um Núcleo Comunitário de Defesa Civil (NUDEC), situado na comunidade Jardim Solemar. Esta localidade apresenta famílias com moradias em situação de risco a deslizamentos de terra. No entanto o núcleo encontra-se inativo, o que inviabiliza o trabalho preventivo de mobilização comunitária.

O município não dispõe de uma política de habitação que assegure a realocação de famílias em áreas de risco para locais seguros. Por outro lado, há o Programa de Locação Social viabilizado pela Lei Ordinária N° 5.067, de 20 de abril de 2011 (SÃO JOSÉ, 2011), que consiste na concessão de benefício financeiro para o pagamento de

aluguel de imóvel de terceiros, destinado exclusivamente ao amparo das famílias desabrigadas ou em situação de risco e de baixa renda. Desse modo, a Defesa Civil realiza a interdição do imóvel com base em avaliação técnica devidamente fundamentada e encaminha o caso para a Secretaria de Assistência Social, responsável pela incumbência de fiscalizar o cumprimento desta Lei e sua execução.

Mesmo com essas iniciativas, observa-se ainda a carência de outras ações integrantes da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil⁶ (PNPDEC) de suma importância, que contribuam efetivamente para a prevenção e redução de desastres no município.

Outra questão importante a ser observada, refere-se às dificuldades da preservação do registro histórico dos eventos ocorridos nos arquivos do município. Não há o arquivamento da documentação histórica dos eventos de desastres, como documentos oficiais (AVADAN, NOPRED, decretos, portarias), fotografias, relatórios, mapas, entre outros. Os documentos existentes constam apenas no acervo do S2ID do Ministério da Integração Nacional (BRASIL, 2014) ou nos arquivos físicos da Secretaria de Estado da Defesa Civil de Santa Catarina.

O registro histórico apresenta-se como um instrumento de grande relevância para o planejamento de ações preventivas. Subsidiaria a elaboração de mapeamentos de risco, perigo, suscetibilidade e vulnerabilidade; atualização de planos diretores, de drenagem, de contingência; adequação de zoneamentos; implantação de infraestruturas, dentre outras medidas estruturais e não-estruturais. Tal problemática impede que estudos mais detalhados sejam realizados, assim como compromete o planejamento de ações de Defesa Civil e administração pública. Assim, muitos dos 44 eventos de inundação levantados poderiam ser espacializados e melhor avaliados, se houvesse mais documentos que tratam sobre os danos gerados e as áreas atingidas em situações de desastres.

A falta de mapeamentos e de precisão na descrição e espacialização das áreas afetadas, por parte dos agentes de Defesa Civil, reflete na dificuldade de gerar elementos base para elaboração de medidas preventivas, por exemplo.

Em geral, observou-se que a atual gestão municipal apresenta um tímido comprometimento na execução da PNPDEC em âmbito local. Também se verifica a necessidade de um acompanhamento mais efetivo da dinâmica urbana por parte desta gestão, principalmente nas áreas de

⁶ Lei Nº 12.608 de 10 de abril de 2012.

risco à inundação. A ineficiência de um sistema de controle e fiscalização do espaço urbano impossibilita, de maneira geral, o controle da poluição hídrica; da implantação de estruturas urbanas e de intervenções, como aterros, muros, impermeabilização e elevação do nível do sistema viário, que passam a funcionar como diques e/ou contribuem para a mudança da direção do escoamento das águas. As várias secretarias municipais carecem de trabalho em conjunto e a Diretoria de Defesa Civil Municipal, de sensibilizar seus pares. Logo, ações como a de promover a fiscalização das áreas de risco de desastre e impedir novas ocupações nessas áreas tornam-se cada vez mais iminentes.

Enquanto o poder público municipal adota algumas medidas preventivas, a população dos bairros atingidos pelo transbordamento das águas do ribeirão Forquilhas também executa alternativas para resistir a inundações por meio da adaptação do sistema construtivo de suas residências. Nas ruas que abrangem a área sujeita à inundação, nas moradias atingidas pelas águas com recorrência é possível observar a elevação das edificações em pilotis, construções com dois pavimentos e sobre aterros, conforme demonstrado na Figura 81. Segundo Herrmann e Cardozo (2008), essas alternativas vêm sendo adotadas desde as inundações de calamidade pública dos anos de 1990, quando as águas, em determinados locais, elevaram-se até os telhados das edificações.

Esse tipo de medida pode ser considerado uma resistência à inundação, pelas adaptações físicas capazes de resistir a uma perturbação através de infraestruturas de controle, conforme definido por Liao et al. (2012). Portanto, se difere de resiliência, uma vez que esta se refere, de um modo geral, à capacidade de absorver aos impactos ou se recuperar após um evento.

O principal argumento dessa diferença baseia-se em que a construção da resiliência urbana a inundações é essencialmente um processo de adaptação em vez de lutar contra o rio. É uma mudança de paradigma, conforme afirmam Schielen e Roovers (2008 apud LIAO et al., 2012), de cidades resistentes a cidades resilientes, com a gestão municipal redirecionada de "segurança contra inundações" para "segurança nas inundações".

Figura 81 – Casa construída sobre pilotis na Rua Santa Bárbara, bairro Flor de Nápolis.



Foto: Gerly Mattos Sánchez, 13/03/2015.

Dos dois modelos apresentados anteriormente, resistência e resiliência, a gestão municipal de São José parece se encaixar no primeiro, por tomar medidas mais de controle do que de adaptação aos eventos severos. Nos bairros frequentemente afetados: Forquilha, Flor de Nápolis e Picadas do Sul é possível observar exemplos desses reflexos. Por serem cercados e cortados por canais de drenagem e afluentes canalizados do ribeirão Forquilha, os corpos hídricos recebem quantidades de resíduos sólidos e efluente doméstico. Tais ações agravam o processo da inundação em situações de precipitações intensas. Na Rua República dos Guaranis, pertencente à área frequentemente afetada do bairro Picadas do Sul, foi possível registrar em vários pontos a presença de entulhos de construção civil depositados às margens do canal que passa paralelo à via. Esta prática, entretanto, é bastante comum em todo o município (Figura 82).

No bairro Forquilha, cujo córrego de mesmo nome apresenta-se canalizado em grande parte da sua extensão recebe descarga constante de efluentes domésticos. Na Figura 83 é possível verificar o

aspecto de suas águas poluídas em um trecho do canal aberto na Rua Leopoldina Marcelino.

Figura 82 – Deposição de entulhos da construção civil às margens do canal de drenagem paralelo à Rua República dos Guaranis, bairro Picadas do Sul.



Foto: Gerly Mattos Sánchez, 13/03/2015.

Figura 83 – Córrego Forquilha: trecho canalizado, com águas poluídas pela descarga constante de efluentes domésticos.



Foto: Gerly Mattos Sánchez, 13/03/2015.

Esses eventos extremos podem ser evitados com a efetiva fiscalização dos órgãos públicos responsáveis pela ocupação territorial. Entretanto, muitas vezes a limitação de recursos humanos e técnicos impede ações viáveis para solucionar o problema. Esses podem ser alguns dos motivos pelos quais, se observa mais ações no sentido de controlá-lo.

Embora haja poucos esforços na esfera municipal para minimizar os desastres de maneira geral, o Governo Federal fornece investimentos para permitir que ações com esse propósito possam ser implementadas. A previsão orçamentária de 2012 a 2014 foi de R\$ 18,8 bilhões investidos no Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais (PNGRRDN), com projetos de prevenção, mapeamento, monitoramento e resposta (BRASIL, 2012c).

São José está sendo contemplado por estes investimentos por estar inserido no cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis a deslizamentos, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos. Os municípios incluídos neste cadastramento deverão criar mecanismos de controle e fiscalização para evitar a ocupação em áreas suscetíveis à ocorrência desses fenômenos naturais (PNPDEC, 2012).

Dentre os principais projetos que integram o PNGRRDN, o município de São José foi contemplado por cinco.

A CPRM atua em duas linhas de ação. A primeira delas refere-se à setorização de riscos a movimentos de massa e inundações, que consiste na identificação e delimitação de áreas com evidências de processos hidrogeológicos (escala 1:2.000) (SÃO JOSÉ, 2012). Esta setorização não contempla a bacia do ribeirão Forquilhas, nem mesmo a comunidade mais exposta ao perigo de inundação no loteamento Benjamin Gerlach, severamente atingida no evento de janeiro de 2008.

A segunda linha de ação da CPRM é a elaboração das cartas municipais de suscetibilidade a movimentos de massa e inundações, que indicam as áreas suscetíveis a estes processos em todo território do município (escala 1:25.000). Estas cartas têm como objetivo disponibilizar aos gestores públicos informações para o planejamento adequado da expansão urbana, indicando as áreas inaptas e as adequadas à urbanização (BITAR, 2014). Algumas considerações podem ser realizadas no que diz respeito às áreas delimitadas como suscetíveis à inundação na bacia. A classe de alta suscetibilidade coincide, em sua grande maioria, com a mancha de área sujeita à inundação delimitada nesse estudo. No entanto, não cabe, nesse momento comparar os

estudos, em virtude da adoção de escalas cartográficas e metodologias distintas.

A partir das informações levantadas pela setorização de riscos, visando à continuidade desse processo o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), a cargo do Ministério da Integração Nacional por meio da Secretaria Nacional de Defesa Civil, coordena o mapeamento de áreas de risco nestes setores (BRASIL, 2013b). Este mapeamento contempla o levantamento de dados e análise da vulnerabilidade a desastres; a elaboração de mapas de risco e a apresentação de propostas de intervenções para prevenção. Constitui, portanto, um cadastro em forma de banco de dados com todas as informações levantadas nos setores anteriormente identificados pelo CPRM.

Sob a responsabilidade do Ministério das Cidades, o município de São José foi contemplado pelo projeto piloto intitulado “Cartas geotécnicas de aptidão à urbanização frente aos desastres naturais” executado em cooperação com a Universidade Federal de Santa Catarina no ano de 2013 (FLORES et al., 2014). Neste projeto, a área de estudo está contida na bacia do ribeirão Forquilhas. Como produto final, elaborou-se cartas de suscetibilidade a inundações e a deslizamentos e cartas geotécnicas com recomendações de uso e ocupação de áreas dos bairros Forquilhas e Potecas, os quais se encontram em processo de expansão urbana. Atualmente, este estudo está sendo ampliado para áreas do município sem ocupação, contidas nos limites do perímetro urbano legal. A previsão de conclusão é para julho de 2015 visando à inserção das recomendações de aptidão à urbanização nas discussões da revisão do Plano Diretor Participativo, que se encontra em andamento.

O município também foi contemplado pelo recebimento de seis pluviômetros semiautomáticos pelo projeto “Pluviômetros nas Comunidades” (BRASIL, 2015). O projeto prevê que sejam instalados e operados em áreas de risco pelas comunidades locais, a fim de promover o engajamento e a conscientização dos moradores e de contribuir para o monitoramento e alertas de desastres (CEMADEN-CENAD, 2015). Segundo a Diretoria de Defesa Civil Municipal, os equipamentos ainda não foram instalados, pois aguardam o agendamento da capacitação a ser realizada pelos técnicos do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) e CENAD.

Todos estes projetos citados acima atendem às diretrizes da PNPDEC ao promover e apoiar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades, vulnerabilidades e risco de desastre e demais ações de

prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação das áreas afetadas (PNPDEC, 2012).

Estes diagnósticos oferecem subsídios à administração municipal para elaboração de projetos de prevenção, planos de contingência por tipologia de desastre, criação de mecanismos de controle e fiscalização de áreas suscetíveis a fenômenos perigosos e direcionamento do plano diretor.

As cartas de suscetibilidade à inundação e de aptidão à urbanização são instrumentos úteis para compor os debates durante o processo participativo de revisão do Plano Diretor em andamento. Assim, possibilitam submeter à população as conclusões e ações propostas nos estudos realizados no território do município e, por sua vez, na bacia do ribeirão Forquilhas. A criação de novas NUDECs também poderia exercer um papel fundamental nesse processo.

Entre outras medidas de fortalecimento institucional do órgão de Defesa Civil municipal, o resgate histórico de informações dos desastres relacionados à inundação torna-se relevante para formar um banco de dados do município. Uma vez constatado que várias situações de risco se repetem a cada evento, portanto, providências podem ser tomadas para minimizar os danos.

Em geral, o município de São José apresenta alguma insuficiência na implementação de medidas de prevenção e mitigação de desastres. Isso porque mesmo com a gama de estudos realizados sob financiamento do Governo Federal, os instrumentos ainda não estão sendo aplicados para ações preventivas de eventos severos, conforme verificado junto à Diretoria de Defesa Civil.

A utilização pela administração municipal desses diagnósticos realizados com investimento federal pode servir de aporte para políticas públicas, sobretudo na reformulação de legislações que regem o planejamento urbano de São José. Tal iniciativa poderá refletir positivamente na minimização dos impactos das inundações. Possibilita o melhoramento da resiliência das instituições e das comunidades locais para conviverem com a natureza dinâmica e complexa que compreende o processo de inundação (ROMERO; VIDAL, 2010). Considera-se, portanto, uma das ações preventivas imprescindíveis a serem adotadas pelo município, diante do contexto histórico de desastres.

Por fim, torna-se necessário avaliar o potencial de utilização de diferentes combinações de medidas (tanto estruturais como não-estruturais), de tal modo que a eficácia destes conjuntos em termos de redução de impactos possa ser otimizada, conforme sugerido por Miguez et al. (2009). As combinações de medidas são importantes por

envolverem aspectos técnicos, políticos e econômicos, bem como obter melhores resultados, com benefícios extras à população. A ação conjunta entre poder público municipal e cidadãos produz benefícios a ambas as partes por ser capaz de unir esforços.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 CONCLUSÕES

O foco desta pesquisa foi relacionar as inundações ocorridas entre os anos de 1975 e 2011 com a evolução urbana e o regime pluviométrico da bacia do ribeirão Forquilhas, São José/SC. Esta bacia faz parte do contexto de intensas mudanças socioambientais pelo qual o município passou nas últimas décadas. Nela sempre ocorreram eventos de inundação, em função dos seus condicionantes naturais e da ampla área de planície.

A partir do levantamento histórico das inundações foi possível constituir um inventário de registros, cujo total alcançou 44 ocorrências entre os anos de 1975 e 2011. As áreas urbanizadas obtiveram um incremento de 28,5% na sua abrangência no intervalo de 36 anos. A urbanização foi responsável por um forte processo de transformação ambiental, provocando sérios problemas socioambientais, que levaram ao agravamento dos danos oriundos de eventos severos de inundações. A expansão urbana na bacia foi contida, em parte, pelas extensas áreas de pastagens ainda presentes na planície, compreendidas em áreas adjacentes ao leito do ribeirão Forquilhas sujeitas à inundação.

De acordo com a recorrência das áreas inundadas em diferentes eventos foi possível estimar uma área sujeita à inundação no setor urbano da bacia com, aproximadamente, 5,34 km² de extensão. Esta área compreende setores frequentemente inundados, com maior suscetibilidade ao fenômeno. Para o intervalo de 36 anos a expansão urbana não ocorreu na mesma relação que a frequência de inundações até o ano de 2001, quando ambas as curvas demonstraram crescimento podendo indicar que o aumento no número de ocorrências pode estar relacionado ao crescimento urbano na bacia.

Entretanto, em decorrência do crescimento urbano desde o final da década de 1970, tendo como principal condicionante a ação antrópica, verificou-se que a exposição da população ao risco tem aumentado e, por consequência, os danos estão se intensificando. As áreas mais afetadas compreendem os bairros Flor de Nápolis, Picadas do Sul e Forquilha. Constatou-se um incremento nos totais de danos humanos desde o início da década do ano 2000, período em que houve grande crescimento urbano na área de estudo, embora a frequência dos eventos se manteve praticamente inalterada.

No setor de estudo, observou-se uma relação direta das áreas inundadas dos principais eventos com as precipitações diárias. As

manchas de maior alcance ocorreram em episódios de elevados índices de precipitação diária, assim como os episódios menos intensos resultaram em manchas menores.

As inundações são mais frequentes nos meses de verão, de dezembro a março, quando ocorrem episódios pluviais mais intensos na região. Os acumulados pluviométricos apresentam importante influência sobre os registros de inundação no município, podendo interferir na dinâmica fluvial da bacia no que se refere ao escoamento superficial e a infiltração do setor urbano.

Em geral, as inundações sucederam após acumulados pluviométricos acima de 60 mm, sendo que em grande parte das ocorrências os acumulados encontram-se entre 100 e 200 mm. Os episódios catastróficos, de calamidade pública, como em 1991 e 1995, estiveram associados a índices pluviais excepcionais, superiores a 350 mm. Em 1991 e 2008 foram registrados os maiores índices diários de precipitações, quais sejam: 404,8 mm e 308,6 mm respectivamente. Estas inundações obtiveram as maiores áreas inundadas – 5,4 km² e 4,0 km² respectivamente, dentre as sete delimitadas nesta pesquisa.

A análise de correlação linear entre a área inundada (AI) relativa às manchas de inundação (sete eventos) e os parâmetros de precipitação resultou na correlação muito forte (0,9466) com a precipitação máxima ($P_{máx.}$), e forte (0,7620) com a precipitação diária (P_{24h}) e (0,7421) com precipitação acumulada do evento ($P_{ac.}$). No caso da precipitação diária (P_{24h}), esta apresentou correlação muito forte (0,9839) com a precipitação antecedente acumulada (ΣP) e forte (0,8784) com a precipitação média ($P_{med.}$).

Diante do histórico de eventos de inundação, sobretudo os mais recentes ocorridos nos anos de 2008, 2010 e 2011, a gestão pública municipal adotou medidas preventivas, bem como de controle. Entre elas destaca-se dragagem e alargamento do trecho do baixo ribeirão Forquilhas. Desastres não foram mais registrados desde o final de 2011, porém não se pode afirmar que o motivo esteja relacionado a estas medidas estruturais, visto que não houve precipitações intensas como àquelas responsáveis pelos últimos eventos. Seria necessário um estudo hidrológico da bacia para avaliar a nova condição do corpo hídrico.

O setor urbano da bacia do ribeirão Forquilhas apresenta um histórico de medidas estruturais implantadas como forma de conter as cheias, enquanto as medidas não-estruturais são pouco adotadas pela administração municipal. Por isso, a importância de planejar o uso e ocupação futura desse setor, para que a exposição da população a inundações não continue aumentando.

Medidas como o fortalecimento institucional do órgão de Defesa Civil municipal, o resgate histórico de informações dos desastres relacionados à inundação torna-se relevante para formar um banco de dados do município. Uma vez constatado que várias situações de risco se repetem a cada evento, portanto, providências podem ser tomadas para minimizar os danos.

Importante salientar que, embora o poder público (esfera federal) tenha tomado algumas iniciativas através do financiamento de estudos relacionados à temática de desastre, estas podem se mostrar ineficientes para mitigar os impactos da inundação, caso as extensas áreas com uso de pastagens não sejam ocupadas adequadamente no futuro.

Por fim, a escolha de medidas preventivas que visem à prevenção e a redução de desastre devem considerar a dinâmica fluvial da bacia e o comportamento do rio diante de episódios de precipitação intensa. Mas por outro lado, na mesma medida, os aspectos sociais devem ser considerados e levados em conta ao escolher quais ações são mais adequadas para a promoção da proteção e defesa civil. Indica-se a utilização de diferentes combinações de medidas (tanto estruturais como não-estruturais), de tal modo que a eficácia destes conjuntos em termos de redução de impactos possa ser otimizada a médio e longo prazo.

7.2 RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Algumas recomendações são sugeridas para trabalhos e pesquisas futuras na bacia do ribeirão Forquilhas:

- Estudos sobre a vulnerabilidade socioambiental da população residente nos bairros afetados pelas inundações para que possam ser realizadas ações de sensibilização comunitária relacionada ao risco de inundações.
- Articulação entre as instituições públicas (todas as esferas) para que os estudos desenvolvidos a cerca da suscetibilidade a inundações e deslizamentos, mapeamento de risco e vulnerabilidade nos setores indicados pelo CPRM e das recomendações das cartas de aptidão à urbanização, entre outros possam ser bem aproveitados para a elaboração de políticas públicas municipais que visem ao cumprimento das diretrizes da PNPDC, em especial o Plano Diretor de São José que se encontra em processo de reformulação.
- O monitoramento pluviométrico da bacia por meio dos pluviômetros semi-automáticos adquiridos para o município. Se

instalados em locais adequados permitirá estabelecer uma rede de monitoramento e alerta das precipitações, e identificar precipitações intensas mais precisamente.

- Estudo do sistema hidrológico do ribeirão Forquilhas e do rio Maruim, aos quais se atribui a maior parte dos registros de inundações no município. O uso de modelagem hidrológica e hidrodinâmica poderão resultar diferentes cenários de inundação para distintos períodos de retorno. Isso também contribuiria na formulação das medidas preventivas.
- Recomenda-se a manutenção do inventário de inundações com a inserção constante de informações que permitam caracterizar os fenômenos, as áreas afetadas e a população vulnerável.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. Q. Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras: conceitos, metodologias e aplicações. São Paulo, SP: Cultura Acadêmica, 2012. 215 p.

ALMEIDA, L. Q. Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos. Bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará. Pós-Graduação em Geografia. Instituto de Geociências e Ciências Exatas/Unesp, Rio Claro, Tese de Doutorado, 2010. 278p.

BARRELLA, W; PETRERE JR, M; SMITH, W.S; MONTAG, L.F. S. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (ed.) Matas ciliares: conservação e recuperação. 2.ed. São Paulo, Edusp e Fapesp, 2ª ed, p. 187-207, 2009.

BIRKLAND, T. A., R. J. BURBY, D. CONRAD, H. CORTNER, AND W. K. MICHENER. River ecology and flood hazard mitigation. *Natural Hazards Review* 2003. Vol. 4 (1): 46-54.

BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVID, I. Y WISNER, B. (1996). Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres. Primera Edición: Julio de 1996. LA RED Red de Estudios Sociales em Prevención de Desastres em América Latina.

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. T (Org.). Geomorfologia urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 147-187 p.

BRASIL. Observatório das Chuvas. Pluviômetros nas Comunidades: monitoramento e alerta. 2015. Disponível em: < <http://migre.me/pf5fl>>. Acesso em: 13/03/2015.

_____. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Banco de dados e registros de desastres: Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres – S2ID. 2014. Disponível em: <<http://s2id.integracao.gov.br/>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

_____. Ministério do Planejamento e Gestão. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades@. Rio de Janeiro: IBGE, 2013a. Disponível em: < <http://migre.me/pf590> >. Acesso em: 24 jan. 2014.

_____. Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Defesa Civil, Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. Levantamento de dados e análise da vulnerabilidade a desastres naturais para elaboração de mapas de risco e apresentação de proposta de intervenções para prevenção de

desastres. Relatório 1695-R6-13: Lote 3 – Município de São José/SC. São Paulo: Pangea Geologia e Estudos Ambientais, 2013b. 68 p.

_____. Ministério da Integração Nacional. Instrução Normativa nº 1, de 24 de agosto de 2012. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providências. Publicada no DOU nº 169, de 30 de agosto de 2012, Seção I página 30, em seu Anexo I. Brasília, DF, 2012a.

_____. Ministério da Integração Nacional - Secretaria Nacional de Defesa Civil. Fortalecimento da Cultura de Gestão de Riscos de Desastres no Brasil. Projeto de Cooperação Técnica Internacional. PNUD Brasil, Brasília, 2012b.

_____. Ministério do Planejamento. Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais. 2012c. Disponível em: <<http://migre.me/pf5hn>>. Acesso em: 01/03/2015.

_____. Lei n. 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera Leis; e dá outras providências. Brasília, 2012d.

_____. Ministério do Planejamento e Gestão. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produto Interno Bruto dos Municípios 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://migre.me/pf5jA>>. Acesso em: 24 jan. 2014.

_____. Lei nº 11.977, de 07 de janeiro de 2009. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas; altera o Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941, as Leis nº 4.380, de 21 de agosto de 1964, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 8.036, de 11 de maio de 1990, e 10.257, de 10 de julho de 2001, e a Medida Provisória nº 2.197-43, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF, 2009.

_____. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Organização do texto: Juarez de Oliveira. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1990. 168 p. (Série Legislação Brasileira).

BITAR, O. Y (Org.). Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: 1:25.000. Livro eletrônico: nota técnica explicativa. São

Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; Brasília, DF: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014.

CAMPOS, N. J. Açorianos do Litoral Catarinense: da invisibilidade à mercantilização da cultura. Revista Arquipélago. Ponta Delgada – Açores, 2009.

CARDOZO, F. S.; HERRMANN, M. L.P.; PEREIRA, G. Análise das áreas suscetíveis a inundações na Bacia do rio Forquilhas, São José/SC. GEOUSP: espaço e tempo, São Paulo, n. 27, p. 33- 45, 2010. Disponível em: <<http://migre.me/pf5sj>>. Acesso em: 02 set. 2013.

CARDOZO, F. S. Análise das áreas suscetíveis a inundações e escorregamentos na bacia do Rio Forquilhas, São José/SC. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis, 2009, 226f

CASTRO, A. L. C. Manual de Desastres: desastres naturais. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003, 174 p.

CEMADEN- CENAD. Projeto Pluviômetros nas Comunidades. Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/pluviometros/>>. Acesso em: 13 mar. 2015.

CENAPRED – Centro Nacional de Prevención de Desastres. Secretaria de Governacion. Inundaciones. Serie Fascículos. México: CENAPRED, 2007, 56p.

CHARDON, A. N. A Geographic Approach of the Global Vulnerability in Urban Area: Case of Study Manizales, Colombian Andes. **GeoJournal**49: 197-212, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2.ed. rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. 188p.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática, V. 25, N. 05, 2010.

COLLISCHONN, E. Inundações em Venâncio Aires/RS : interações entre as dinâmicas natural e social na formação de riscos socioambientais urbanos. Florianópolis, SC, 2009. 327 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

DIÁRIO CATARINENSE. Florianópolis, 30/01/1997.

DI BALDASSARRE, A.; VIGLIONE, G.; CARR, L.; KUIL, J.; SALINAS, L.; BLOSCHL, G. Socio-hydrology: conceptual ising human-flood interactions. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 17, 3295–3303, 2013.

COSTA, R. C. Parques Fluviais na Revitalização de Rios e Córregos Urbanos. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGeo. Instituto de Ciências Humanas e da Informação. Universidade Federal do Rio Grande. 2011. 108p.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática, V. 10, N. 07, 1995.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática, V. 12, N. 01, 1997.

CRED - Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. EM-DAT - Internacional Disaster Database, 2015. Disponível em: <<http://www.emdat.be/database>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. T. A Questão ambiental: diferentes abordagens. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 250p.

CUNHA, S. B. (ed.). Impactos ambientais das obras de engenharia sobre o ambiente biofísico da bacia do rio São João (Rio de Janeiro - Brasil). Rio de Janeiro, edição do autor, 1995. 378 p.

EPAGRI. Atlas Climatológico do Estado de Santa Catarina. Versão 01/01. 2002. CD-Rom.

EPAGRI/CIRAM. Dados pluviométricos da Estação Meteorológica de São José (Grande Florianópolis) N° 83897. Série histórica dos anos de 1975 a 2011.

FARIAS, V. F. São José 256 anos: natureza, história e cultura. 3ª edição. Ed. do autor. São José, 2006.

FERREIRA, R. C. S. Bacia do Rio Marum: Transformações e Impactos Ambientais. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. 1994. 153f.

FLORES, J. A. A.; PELLERIN, J. R.; ABREU, J. J.; TOMAZOLLI, E.; SANCHEZ, G. M.; HIGASHI, R. Cartas geotécnicas de aptidão à urbanização frente aos desastres naturais no município de São José, Estado de Santa Catarina. Relatório técnico. Departamento de Geociências, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. Secretaria Nacional

de Acessibilidade e Programas Urbanos – Ministério das Cidades.
Florianópolis: UFSC, 2014.

FLORIANÓPOLIS, PREFEITURA MUNICIPAL. Secretaria Municipal de Habitação e Saneamento Ambiental. Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico do Município de Florianópolis. Produto 11 - Versão Consolidada Final. 2011. Disponível em: <<http://migre.me/pf50I>>. Acesso em 01 fev. 2015.

FRANK, B.; PINHEIRO, A. (org.) Enchentes na Bacia do Itajaí: 20 anos de experiência. Blumenau: Edifurb, 2003. 237 p.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M. Consideração sobre as inundações no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16, 2005, João Pessoa. Anais... João Pessoa: ABRH, 2005. Disponível em: <<http://migre.me/pf5Uh>>. Acesso em: 10 set. 2012.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M.; CORREA, G. P.; ROCHA, H. L.; GIGLIO, J. N. Desastre hidrológico resultante das chuvas intensas em Rio dos Cedros – SC. XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2009, Anais... Campo Grande: 2009.

GOERL, R. F. Estudo de inundações em Rio Negrinho - SC sob a ótica dos desastres naturais. 102 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis, 2010.

GONTIJO, N. T. Avaliação das relações de frequência entre precipitações e enchentes raras por meio de séries sintéticas e simulação hidrológica. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Belo Horizonte, 2007.

HERRMANN, M. L. P.; MENDONÇA, M.; CAMPOS, N. J. São José: Avaliação das Enchentes e Deslizamentos Ocorridos em Novembro de 1991 e Fevereiro de 1994. Revista Geosul, Florianópolis: Ed. da UFSC, n. 16, ano VIII, 2º semestre, 1993.

HERRMANN, M. L. P. Problemas geoambientais da faixa central do litoral catarinense. São Paulo (SP), 1998. xvi, 307f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas.

HERRMANN, M.L.P. Aspectos Ambientais na Faixa Central do Litoral Catarinense. Revista Geosp Espaço e Tempo, v. 6, p. 146-147, 1999.

HERRMANN, M. L. P.; CARDOZO, F. S. As Inundações no Município de São José-SC e suas Consequências nos Bairros Flor de Nápoles, Jardim Pinheiros e Forquilhaes na Bacia do Rio Forquilhaes. In: VI I SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA - II ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, 2008, BELO HORIZONTE - MG. Anais... Belo Horizonte: 2008.

HERRMANN, M. L. (Org.) Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010. 2. ed. atual. e rev. Florianópolis: IHGSC/Cadernos Geográficos, 2014, 219 p.

HERRMANN, M. L.; KOBIYAMA, M.; MARCELINO, E. V. Inundação Gradual. In: Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010. 2. ed. atual. e rev. Florianópolis: IHGSC/Cadernos Geográficos, 2014 p.117 a 121..

HERRMANN; ALVES, As principais consequências negativas provocadas pelas adversidades atmosféricas no Estado de Santa Catarina In: Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010. 2. ed. atual. e rev. Florianópolis: IHGSC/Cadernos Geográficos, 2014 p.83 a 93.

IDARRAGA, F. L. F. Respuestas y propuestas ante el riesgo de inundación de las ciudades colombianas. Revista de Ingenieria. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia, 2010. P. 97-108.

ISDR - International Strategy for Disaster Reduction. Living with Risk: a global review of disaster reduction initiatives. Geneva: United Nations, 2002. 387p.

KOBIYAMA, M. et al. Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos. Curitiba: Organic Trading, 2006. 109 p.

KOBIYAMA, M.; GOERL, R.F. Quantitative method to distinguish flood and flash flood as disasters. SUI SUI Hydrological Research Letters, n.1, 2007, p.11-14.

KOHLER, M.A.; LINSLEY, R.K. Predicting the runoff from storm rainfall. Weather Bureau Research Papers, no. 34, Washington, 1951.

LEOPOLD, L.B. A view of the river. Cambridge: Harvard University Press, 1994. p. 110-125.

LIAO, K. A theory on urban resilience to floods—a basis for alternative planning practices. Ecology and Society 2012. vol.17 (4): 48.

LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (ed.). Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo, Edusp e Fapesp, 2ª ed, p.33-44, 2009.

MACDONALD, R. Introduction to Natural and Man-made Disasters and their Effects on Buildings. Oxford: Elsevier, 2003, 257p.

MACHADO, C. C. Tubarão 1974: fatos e relatos da grande enchente. Tubarão: UNISUL, 2005. 203p.

MENDONÇA, M. Una geografía de los desastres natural esenel centro sur del Brasil. In: BOCCO, URQUIJO, VIEYRA (Org.) Geografía y Ambiente en América Latina. 2011 p. 285-320LEOPOLD, L. B. Flood hydrology and the floodplain. Water Resources Update 95:11-15.

MIGUEZ, M., MASCARENHAS, F., CANEDO DE MAGALHÃES, L., D'ALTERIO, C. Planning and Design of Urban Flood Control Measures: Assessing Effects Combination. J. Urban Plann. 2009. Dev., 135(3), 100–109.

MILOGRANA, J. Estudo de medidas de controle de cheias em ambientes urbanos. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Brasília. DF, Brasília: 2001. 120p.

MONTEIRO, M. A. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. Geosul, v. 16, n. 31, p. 69-78, 2001.

MORE: Mecanismo online para referências, versão 2.0. Florianópolis: UFSC Rexlab, 2013.

MPSC - MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA. Notícias. Loteamento em São José deverá ser regularizado. Disponível em: <<http://migre.me/pf5cr>> Acesso em: 21 jan. 2015.

MUSTAFA, D. The production of an urban hazard scape in Pakistan: modernity, vulnerability, and the range of choice. Annals of the Association of American Geographers 95, 2005, p. 566-586.

NIMER, E. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1979, 422p. Met. Soc. 1982, 108, 1 – 24.

OLIVEIRA, M. A. T.; HERRMANN, M. L. P. Ocupação do solo e riscos ambientais na Área Conurbada de Florianópolis. In: Guerra, AS. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. 1 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001, v. 1, p. 147-188.

PELLERIN, J. R. G. M.; VILELA, J. H.; FLORES, J. A. A. Inundações e deslizamentos de grande magnitude no ano de 2011. In: Atlas de Desastres Naturais de Santa Catarina. P. 189-193.

PELUSO JUNIOR, V. A. Estudos de Geografia Urbana de Santa Catarina. Florianópolis: Editora da UFSC, Secretaria de Estado da Cultura e do Esporte, 1991.

PLATE, E. J. Flood risk and flood management. *Journal of Hydrology*, v. 267, 2002. p. 2-11.

PINTO, E. J. A. Metodologia para definição das equações Intensidade-Duração-Frequência do Projeto Atlas Pluviométrico. CPRM. Belo Horizonte. Mar., 2013.

PIRES, J. L.; COITINHO, J. B. L.; FREIRE, F. A.; FERNANDES, E. Projeto Gerenciamento Costeiro, 2ª Fase; Síntese Temática - Geologia. Florianópolis, IBGE/DIGEO-SUL, 1995.

POGLIA, T.; ALMEIDA, L. Diário Catarinense. Chuva deixa rastro de destruição. Florianópolis: 23 fev.1994.

POLIVANOV, H.; BARROSO, E. V. Geotecnia urbana. In: GUERRA, A. T. (Org.). Geomorfologia urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 147-187p.

RAFAELI NETO, S.L. Um modelo conceitual de sistema de apoio à decisão espacial para gestão de desastres por inundações. Tese de doutorado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2000. 231p.

RAMELLA, Cleide. Volta do sol reduz número de desabrigados. Diário Catarinense, Florianópolis, 30/12/95.

ROMERO, H.; VIDAL, C. Expansión Urbana y Vulnerabilidad Socio territorial ante los Desastres Naturales de La Conurbación Concepción-Talcahuano: Inundaciones de julio de 2006 y del tsunami de febrero de 2010. In: Geografía y Sociedad. El Gran Concepción, su origen, su desarrollo urbano y su evolución social. Luis Fernando Méndez Briones (Editor). Ediciones Universidad del Bío-Bío (en prensas), 2013.

ROSA, R. O. Estudos Ambientais da Grande Florianópolis: Geomorfologia. Florianópolis. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1995. 16 p.

SANDER, C.; WANKLER, F. L.; EVANGELISTA, R. A. O.; SANTOS, M. L.; FERNANDEZ, O. V. Q. Intervenções antrópicas em canais fluviais em áreas

urbanizadas: rede de drenagem do igarapé Caranã, Boa Vista - RR. Acta Geográfica, v. 6, p. 59-84, 2012.

SÃO JOSÉ, PREFEITURA MUNICIPAL. Diretoria de Defesa Civil Municipal. Plano de Contingência do Município de São José: desastres naturais e tecnológicos. versão 3, 2015.

_____. Processo de Reelaboração do Plano Diretor Participativo de São José. Disponível em: <<http://www.pmsj.sc.gov.br/planodiretorparticipativo/>>. Acesso em: 20 fev. 2015.

_____. Diretoria de Defesa Civil de São José. Projeto de Rede de Estações Hidrométricas para o Município de São José/SC. Relatório final. São José, 2014. 79 p.

_____. Lei Ordinária nº 5387, de 08 de maio de 2014. Revoga-se a Lei municipal Nº. 4.749 de 16 de março do ano de 2009. São José, SC, 2014.

_____. Secretaria de Segurança, Defesa Social e Trânsito Diretoria Municipal de Defesa Civil. Mapeamento das Áreas de Alto e Muito Alto Risco de Deslizamento do Município de São José. São José: CPRM, 2012.

_____. Acervo fotográfico das inundações de janeiro de 2011. CD-ROM.

_____. Lei Ordinária nº 5067, de 20 de abril de 2011. Autoriza o Município de São José a implantar o Programa de Locação Social e dá outras providências. São José, SC, 2011.

_____. Lei Ordinária nº 4749, de 16 de março de 2009. Ficam suspensas temporariamente as concessões de licenças para construção, instalação e implantação de empreendimentos imobiliários, comerciais e industriais na bacia inundável do rio Forquilhas e dá outras providências. São José, SC, 2009.

_____. Secretaria Extraordinária para o Desenvolvimento Urbano (SDU). Projeto de Revisão do Plano Diretor de São José/SC. Leitura da Cidade. Análise e diagnóstico. São José, julho de 2004.

_____. Lei nº 1605, de 17 de janeiro de 1985. Dispõe sobre o zoneamento de uso e ocupação do território do Município de São José, Estado de Santa Catarina. São José, SC, 1985a.

_____. Lei nº 1604, de 17 de janeiro de 1985. Fixa os objetivos, as diretrizes e as estratégias do Plano Diretor do Município de São José, Estado de Santa Catarina e dá outras providências. São José, SC, 1985b.

_____. Lei nº 1.606, de 17 de abril de 1985. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. São José, SC, 1985c.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Bacias hidrográficas do Estado de Santa Catarina: diagnóstico geral. Florianópolis: Instituto CEPA/SC, 1997, 1 CD-ROM.

SEBRAE – Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas Santa Catarina. Santa Catarina em Números: São José. Florianópolis: Sebrae/SC, 2013. 133p.

SILVA, T. C. Centro Histórico de São José (SC): Patrimônio e Memória Urbana. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFSC. Florianópolis, 2006.

SILVA, T. C. Centro Histórico de São José (SC): Patrimônio E Memória Urbana. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, abril de 2006.

SILVA, M. M.; MONTEIRO, M. A.; CALEADRO, D. S.; MORAES, M. R.; MISZINSKI, J. Estudo do comportamento da precipitação no município de São José, Grande Florianópolis - SC. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1, 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 643-650 (CD-ROM).

SILVEIRA, W.N.; KOBIYAMA, M.; GOERL, R.F.; BRANDENBURG, B. História de Inundações em Joinville 1851 - 2008. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2009. 153p.

SILVEIRA, W. N. Análise histórica de inundações no município de Joinville - SC, com enfoque na bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Norte. Florianópolis, 2008. xix, 165 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental.

SIMAS, D.; CAMPOS, N. J. Dinâmica socioespacial de São José/SC (Brasil): da convergência de elementos de diferentes formações socioespaciais às novas lógicas de crescimento nos séculos XX e XXI. In: V, SEMINÁRIO AMERICA PLATINA, 2014, Dourados, Anais... Dourados: UFGD, 2014.

SOUZA, M. I. Perigos Geoambientais nos Bairros Forquilha, Flor de Nápoles e Picadas do Sul – São José / SC. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, Universidade do Estado de Santa Catarina. 2006.

- SUGAI, M. I. Os investimentos públicos e a dinâmica socioespacial na produção da segregação urbana. X Encontro Nacional da Anpur. Belo Horizonte, 2003.
- SUGUIO, K; BIGARELLA, J. J. Ambientes fluviais. 2. ed. rev. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1990. 183p.
- TAVARES, A. C; SILVA, A. C. F. Urbanização, chuvas de verão e inundações: uma análise episódica. Climatologia e Estudos da Paisagem, Rio Claro, v. 3, n. 1, p. 4-15, jan.-jun. 2008. Disponível em: < <http://migre.me/pf5xA>>. Acesso em: 28 set. 2013.
- TUCCI, C. E. M. e BERTONI, J. C. Inundações Urbanas na América do Sul. ABRH, Ed. UFRGS: Porto Alegre – RS, 2003, 471 p.
- TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 1997. 943p.
- TUCCI, C.M. Controle de enchentes. In: TUCCI, C.M. (Org.). Hidrologia – Ciência e Aplicação. Porto Alegre: Editora da Universidade/Edusp/ABRH, 1993. 944p.
- UNDP. United Nations Development Program. Reducing disaster risk: a challenge for development. New York: UNDP, 2004. 130p.
- UN-ISDR – International Strategy for Disaster Reduction. Terminology on Disaster Risk Reduction. 2009. Disponível em: <<http://www.unisdr.org>>. Acesso em: 10 nov. 2013.
- VEYRET, Yvette. Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007. 319p.
- WERNER, B.; MCNAMARA, D. Dynamics of coupled human-landscape systems. Geomorphology, 91, 2007, 393–407p.
- ZANINI, L. F. (Org.) Programa de levantamentos básicos do Brasil. Folhas Florianópolis (SG.22-Z-D-V) e Lagoa (SG.22-Z-D-VI), Estado de Santa Catarina. Brasília: 1997.