

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

OTÁVIO REIS MEGDA

EVENTOS CLIMÁTICOS E SUAS CONSEQUÊNCIAS EM FRANCA – SP.

Dissertação de Mestrado
apresentada ao Instituto de
Geociências e Ciências Exatas do
Campus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio
de Mesquita Filho, como parte dos
requisitos para obtenção do título em
Mestre em Geografia na Área de
Concentração em Organização do
Espaço.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos
Tavares

Rio Claro–SP

2014

OTÁVIO REIS MEGDA

**EVENTOS CLIMÁTICOS E SUAS CONSEQUÊNCIAS EM FRANCA –
SP.**

Dissertação de Mestrado
apresentada ao Instituto de
Geociências e Ciências Exatas do
Campus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio
de Mesquita Filho, como parte dos
requisitos para obtenção do título em
Mestre em Geografia na Área de
Concentração em Organização do
Espaço.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos
Tavares

Rio Claro–SP

2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

OTÁVIO REIS MEGDA

EVENTOS CLIMÁTICOS E SUAS CONSEQUÊNCIAS EM FRANCA – SP.

Dissertação de Mestrado
apresentada ao Instituto de
Geociências e Ciências Exatas do
Campus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio
de Mesquita Filho, como parte dos
requisitos para obtenção do título em
Mestre em Geografia na Área de
Concentração em Organização do
Espaço.

Comissão Examinadora

Rio Claro, SP ____ de _____ de 2014.

*A Sofia, mamãe, papai, Isa, cúmplices da minha vida, da nossa sintonia, do nosso
trabalho, do nosso amor, da nossa saga;*

*A Ariclênes Polo Souza (in memoriam), amigo e inspirador da epopeia geográfica,
dedico;*

Ao Prof. Dr. Antônio Carlos Tavares, professor, orientador, colega, xará, paizão...

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao Professor Dr. Antônio Carlos Tavares, pela transparência do seu conhecimento, sua paciência, broncas, conversas e pela sua postura ética e dedicada como professor e ser humano. Ouvi dele que eu seria o seu último aluno da pós-graduação. Sendo assim, desde a graduação até o presente estágio, é infinita minha gratidão por essa honrosa orientação nas diversas etapas, de aprender com um dos docentes mais brilhantes com o qual já pude tomar café, jogar papo fora e aprender muito mais do que climatologia. Ao senhor, Professor Tavares, minha eterna gratidão.

A minha família, que sempre esteve – incondicionalmente - comigo em todos os momentos.

Meu Pai, um homem que nunca passou pela porta de uma faculdade, mas que depois fui encontrar suas palavras na mais fina filosofia, me fortificando humildemente a seguir em frente, sempre, mas com a cabeça erguida, certa de seus atos.

Minha Mãe, a mulher mais amorosa e dedicada que já conheci, qualidades que a boca não diz e palavras não escrevem, só o peito entende. Obrigado Mãe.

Minha irmã, Isabela, minha grande companheira que esteve comigo em tantos momentos decisivos, sempre nos bastidores mas essencial no papel protagonista desta pesquisa, sem você eu não teria chego na metade do caminho que eu precisei trilhar para essa dissertação. Obrigado mana!

À Sofia, o meu melhor norte e minha coordenada de tranquilidade e felicidade, você deu um novo sentido a minha vida, o melhor sentido de todos. Ao meu pedacinho de chão nessa vastidão de concreto, você surgiu como meu abrigo e me fez parecer bobo na terra dos perdidos, mas nos encontramos, e isso, isso não tem preço, filha.

Ainda, agradeço a turma da Vila do *Chaves* (em especial *Seu Madruga* e ao *Kiko*) com os momentos de inspiração e, ao rock n roll, pela força espiritual aplicada durante a elaboração deste trabalho, desde o *1,2,3,4...dos Ramones* até o gingado inigualável de *Angus Young*, do *ACDC*.

Aos professores da minha banca de qualificação e defesa, Professores Sandra Pitton, Anderson Christofolletti e Roseana Grilo, obrigado pela disposição e opiniões tão enriquecedoras para o seguimento e finalização deste trabalho.

A minha família de graduação, agradeço aos colegas Unespianos que sempre ficaram ao meu lado diante dos passos dados a frente: Gregory Antony (Greg – a lenda, amigo que sempre me acolheu *fisicamente* às minhas estadias *geográficas* em Rio Claro); Livia Tonelli (Bolívia); Danilo Patrício (Sujão); Vinicius Marques (colchão) e Saulo Correa (irmão), parceiros desde os tempos de Moradia Estudantil até discussões físico-marxistas na mesa do boteco.

Aos professores *unespianos*, dos quais falo sempre com efusividade, tais como Prof. Fadel (*in memoriam*); Anderson; Gilberto; Élon Luciano; Paulo Godoy; Iara, Bernadete, Cenira e Sandra Pitton, obrigado!

Aos funcionários do Dept. de Geografia: Rose (secretaria); Verinha, Gilberto, Rita e Carlos e, Giovana Custódio pela alegria de me receber sempre com um sorriso falante e um café fresquinho no Departamento.

Aos funcionários da biblioteca do Campus de Rio Claro, sempre atenciosos e prestativos e, aos seguranças, que em vários momentos nas noites no Departamento de Geografia, quando estudava, fui abordado com palavras de cumprimentos e oferecimentos de cafezinhos.

Amigos e colegas professores, em especial Marcão –parceiro singular-meus sinceros agradecimentos. Em especial, agradeço ao Colégio Anglo de São Joaquim da Barra e ao COC Franca, locais em que a compreensão e amizade tanto me ajudaram nessa etapa.

A Geórgia Pellegrina no auxílio com dados e por me autorizar a utilizar sua dissertação de mestrado como leitura, tão essencial na produção deste.

A Rodrigo Nascimento (Digão) pela revisão deste trabalho.

Em humilde fala, ao pelejo do cotidiano, peço desculpas se esqueço de alguém, prestativo em compreensão, ajuda ou mesmo nas falas, que me ajudaram neste trabalho.

Existem muitas hipóteses em ciência que estão erradas. Isso é perfeitamente aceitável, eles são a abertura para achar as que estão certas.”

Carl Sagan

Hei você que tem de 8 a 80 anos
Não fique aí perdido como ave sem destino
Pouco importa a ousadia dos seus planos
Eles podem vir da vivência de um ancião
ou da inocência de um menino
O importante é você crer na juventude que existe dentro de você.

Meu amigo meu compadre meu irmão
Escreva sua história pelas suas próprias mãos

Nunca deixe se levar por falsos líderes
Todos eles se intitulam porta vozes da razão
Pouco importa o seu tráfico de influências
Pois os compromissos assumidos quase sempre ganham subdimensão
O importante é você ver o grande líder que existe dentro de você.

Meu amigo meu compadre meu irmão
Escreva sua história pelas suas próprias mãos

Não se deixe intimidar pela violência
O poder da sua mente é toda sua fortaleza
Pouco importa esse aparato bélico universal
Toda força bruta representa nada mais do que um sintoma de fraqueza.
O importante é você crer nessa força incrível que existe dentro de você.

Meu amigo meu compadre meu irmão
Escreva sua história pelas suas próprias mãos.

Como Diria Dylan – Zé Geraldo.

RESUMO

Desde o início do século XX a expansão urbana se intensificou no Brasil com a dada migração industrial, caracterizando o processo de urbanização. Com este processo (progresso), alguns problemas se tornaram evidentes do crescimento desordenado e intensificados pela dinâmica urbana. Nos seis últimos anos, os gastos de investimentos para combates as enchentes em Franca - SP ultrapassaram os R\$ 17 milhões, evidenciando o problema do escoamento na cidade e a carência de soluções eficazes no setor.

Neste trabalho propõe-se uma análise do comportamento dos fatores climáticos na cidade de Franca, evidenciando uma discussão sobre a precipitação pluvial e como a área urbana se comporta diante do escoamento superficial. Este município é um exemplo de cidades médias industrializadas e com propensão a se tornarem grande potencial de urbanização, se destacando midiaticamente principalmente pelos impactos pluviais decorrentes na área urbana. Objetiva-se então, uma proposta de verificar como se comporta o organismo urbano de uma localidade (Franca – SP) frente às precipitações no decorrer da estação chuvosa e os impactos gerados na cidade.

Palavras chaves: Enchentes urbanas, clima urbano, impactos.

ABSTRACT

Since the early twentieth century, urban expansion in Brazil has intensified with the given industrial migration, characterizing the process of urbanization. With this process (progress), some problems became evident sprawl and intensified by urban dynamics, in the last six years, the cost of investments to combat flooding in Franca - SP exceeded R\$17 million, highlighting the problem of disposing in the city and the lack of effective solutions in the industry.

In this paper, we propose a behavior analysis of climatic factors in the city of Franca, a discussion highlighting the rainfall and how urban behaves before the runoff. This council is an example of mid-sized cities industrialized and propensity to become great potential for urbanization, highlighting mediaticatly mainly flood and storm water impacts arising in the urban area. The objective is to make a proposal to check the body behaves as an urban locality (Franca - SP) compared to the rainfall during the rainy season and the impacts in this city.

Key words: *Urban behaves; urban clime, impacts.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Evolução da população residente urbana e rural no Brasil, em % (1960/2010).....	19
Figura 02 - Evolução da população rural e urbana da região Sudeste e do Estado de São Paulo, em % (1960/2010).	20
Figura 03- Hidrogramas hipotéticos de áreas urbanizadas e rurais.	22
Figura 04 - Desastres naturais recorrentes no Estado de São Paulo (1991-2010). .	24
Figura 05- Incidência de inundações nas regiões do Brasil – 2011.....	25
Figura 6- Localização da cidade de Franca - SP.....	29
Figura 7- Relevo da região de Franca com limite da área urbana.....	31
Figura 8- Aspectos do sítio urbano de Franca – SP.....	32
Figura 9- Precipitações e temperaturas médias mensais em Franca – SP(1980-2012).	34
Figura 10– Totais pluviométricos anuais na cidade de Franca – SP (1980 - 2012)..	37
Figura 11- Número de dias com chuva no ano em Franca – SP (1980-2012).....	38
Figura 12- Antiga Vila Franca do Imperador, com planejamento da região central, o Bairro Vila Nova.	40
Figura 13- Mapa com evolução urbana de Franca de 1893 a 1960, focando o crescimento urbano e seus limites durante os períodos referenciados.....	42
Figura 14- Evolução populacional da cidade de Franca: 1980 – 2013.....	43
Figura 15- Tipologia pluviométrica Anual de Franca – SP (1980-2012).	47
Figura 16- Amostra do corte do fundo da garrafa PET para a elaboração do pluviômetro. Em (a) podemos ver a garrafa que sofrerá o corte e em (b) a garrafa sem o seu fundo.....	50
Figura 17– Figura mostrando a instalação final do pluviômetro, com o encaixe da parte superior (boca) e a fixação no suporte de madeira.	50
Figura 18– Trabalho de campo para leitura e manutenção dos pluviômetros.	50

Figura 19- Pluviômetro montado e instalado no local de coleta experimental, para teste de funcionalidade.	51
Figura 20- Imagem de satélite da área urbana de Franca e a localização espacial dos pluviômetros instalados na cidade de Franca – SP.....	52
Figura 21- Subsistema Hidrodinâmico.....	55
Figura 22- Inundações em áreas urbanizadas.	57
Figura 23- Enchentes, inundações e alagamentos em áreas urbanas.....	58
Figura 24- Distribuição horária das ocorrências danosas na cidade de Franca SP, no período de 2000 ao verão de 2013.	61
Figura 25- Distribuição sazonal das ocorrências registradas como eventos danosos a cidade de Franca no período de 2000 ao verão de 2013.	62
Figura 26- Distribuição dos impactos danosos na cidade de Franca por fenômenos causadores de 2000 até o verão de 2013.	63
Figura 27- Quantidade de danos físicos, econômicos e estruturais separados por ocorrências na cidade de Franca, período de 2000 ao verão de 2013.	64
Figura 28- Quantidade acumulada de chuva para os meses do verão de 2012/ 2013	65
Figura 29– Mapa com a distribuição espacial das inundações e alagamentos na cidade de Franca – SP, no período de 2000 ao verão de 2013.	66
Figura 30– Inundações ocorridas no entroncamento dos Córregos dos Bagres, Cubatão e Espraiado (área do posto Galo Branco). Foto obtida a partir da Rodovia Cândido Portinari em fevereiro de 2006 (esquerda) e no Córrego dos Bagres (direita), pouco acima da área anterior, em Janeiro de 2011.	68
Figura 31- Obras de alargamento no entroncamento dos córregos dos Bagres, Cubatão e Espraiado (área do Galo Branco) em julho de 2006. Logo após o posto de combustível, vê-se a Rodovia Cândido Portinari.....	68
Figura 32– Mapa com a distribuição espacial dos danos em imóveis e veículos e quedas de árvores na cidade de Franca – SP, no período de 2000 ao verão de 2013.	70
Figura 33– Mapa com a distribuição espacial dos cortes no fornecimento de água e energia e deslizamentos de massa na cidade de Franca – SP, no período de 2000 ao verão de 2013.	72

Figura 34- Notícia sobre danos provocados por movimentos de massa no Jardim Dermínio, em Franca SP.	73
Figura 35 – Mapa com a distribuição espacial de desalojados, desabrigados, feridos e mortos na cidade de Franca – SP, no período de 2000 ao verão de 2013.	75
Figura 36– Mapa da precipitação acumulada e declividade da área urbana de Franca – SP para o verão de 2012/2013 (meses de dez/12; jan/13 e fev/13).	76
Figura 37– Precipitações Diárias em Franca – SP referente ao mês de Dezembro de 2012.	78
Figura 38– Mapa da precipitação e Declividade da área urbana de Franca – SP para o mês de Dezembro de 2012.	80
Figura 39– Precipitações Diárias em Franca – SP referente ao mês de Janeiro de 2013.	82
Figura 40– Mapa da precipitação e Declividade da área urbana de Franca – SP para o mês de Janeiro de 2013.	83
Figura 41– Precipitações Diárias em Franca–SP referente ao mês de Fevereiro de 2013.	85
Figura 42– Mapa da precipitação e Declividade da área urbana de Franca – SP para o mês de Fevereiro de 2013.	86
Figura 43– Imagens realçadas do satélite GOES das 12, 18 e 22 horas GMT (da superior para a inferior) do dia 12 de dezembro de 2012, mostrando a evolução de um sistema de instabilidade originado sobre o Rio Grande do Sul. As cores vermelhas representam áreas com nuvens mais altas e precipitação.	88
Figura 44– Precipitações, temperaturas e ventos em Franca–SP, nos dias 11 e 12 de dezembro de 2012.	89
Figura 45- Imagens realçadas do satélite GOES das 12 horas GMT do dia 13 de dezembro de 2012, mostrando uma frente fria sobre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina e a formação de um ciclone extratropical sobre o Atlântico. As cores vermelhas e azuis representam áreas com nuvens mais altas e precipitação.	90
Figura 46- Imagens realçadas do satélite GOES das 22 horas GMT do dia 13 de dezembro de 2012 e das 18 horas GMT do dia 14 de dezembro de 2012 mostrando a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul no estado de São Paulo. As cores vermelhas e azuis representam áreas com nuvens mais altas e precipitação.	91

Figura 47 – Precipitações, temperaturas e ventos em Franca–SP, nos dias 13 e 14 de Dezembro de 2012.....	92
Figura 48 – Mapa com a distribuição pluvial na cidade de Franca no dia 12 dez. 2012.	93
Figura 49 – Manchete do Jornal Comércio da Franca, com matéria acerca do evento ocorrido no dia 12 dez. 2012.....	94
Figura 50 – Mapa com a distribuição dos impactos ocorridos no dia 12 dez. 2012...	95
Figura 51 – Mapa com a distribuição pluvial na cidade de Franca no dia 14 dez 2012.	96
Figura 52 – Manchete do Jornal Comércio da Franca, com matéria acerca do evento ocorrido no dia 14 dez. 2012.....	97
Figura 53 – Manchete do Jornal Diário da Franca, com matéria acerca do evento ocorrido no dia 14 dez. 2012.....	97
Figura 54 – Mapa com a distribuição dos impactos ocorridos no dia 14 dez. 2012...	99
Figura 55 - Imagens realçadas do satélite GOES das 12 horas GMT e das 23 horas e 30 minutos GMT do dia 5 de dezembro de 2013 mostrando a atuação de um sistema frontal em dissipação na fronteira do estado de São Paulo com Minas Gerais. As cores vermelhas e azuis representam áreas com nuvens mais altas e precipitação.	101
Figura 56 – Precipitações, temperaturas e ventos em Franca–SP, nos dias 4 e 5 de Janeiro de 2013.....	102
Figura 57 – Mapa com a distribuição pluvial na cidade de Franca no dia 05 jan. 2013.	103
Figura 58 – Manchete do Jornal Comércio da Franca, com as capas de matéria acerca do evento ocorrido no dia 05 jan. 2013.....	104
Figura 59 – Mapa com a distribuição dos impactos ocorridos no dia 05 jan. 2013..	105

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Principais impactos ambientais decorrentes da urbanização.	21
Quadro 2 – Precipitações mensais e anuais em Franca – SP (1980-2012).	36
Quadro3 - Cronograma das atividade de campo realizadas para implantação, manutenção e verificação da rede pluviométrica.	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDMEP: Banco de Dados Meteorológicos para o Ensino e Pesquisa.

CPTEC: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos.

GPS: *Guide Position System*.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IGCE: Instituto de Geociências e Ciências Exatas.

INMET: Instituto Nacional de Meteorologia.

INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

IPMET: Instituto de Pesquisas Meteorológicas.

IPT: Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

N: Norte.

NE: Nordeste.

NNE: Nor-Nordeste.

NNO: Nor-Noroeste.

NO: Noroeste.

O: Oeste.

OMM: Organização Meteorológica Mundial.

PNSB: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico.

S: Sul.

SE: Sudeste.

SEADE: Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados.

SIDEC: Sistema Integrado de Defesa Civil.

SO: Sudoeste.

SSE: Su-Sudeste.

SSO: Su-Sudoeste.

UGRHI: Unidade de Gerenciamento Recursos Hídricos.

UNESP: Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”.

UTM: *Universal Transversa of Mercator*.

W: Leste

ZCAS: Zona de Convergência Atlântico Sul

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	4
RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE QUADROS.....	14
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	15
1. INTRODUÇÃO	18
2. OBJETIVOS, JUSTIFICATIVAS E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.	26
2.1 Objetivo Geral.....	26
2.2 Objetivos Específicos	26
2.3 Justificativas	27
2.4 Caracterização da área de estudo: Franca - SP.....	28
2.4.1 Aspectos físicos	28
2.4.2 Aspectos humanos e históricos e econômicos da cidade de Franca - SP ...	38
3. CONCEPÇÕES TEÓRICAS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.	45
4. OCORRÊNCIAS DE DESASTRES EM FRANCA.	59
4.1 - Circulação atmosférica e tipos de tempo em dezembro de 2012.....	77
4.2 Circulação atmosférica e tipos de tempo em janeiro de 2013.	81
4.3 Circulação atmosférica e tipos de tempo em fevereiro de 2013.....	83
4.4 As ocorrências dos dias 12 e 14 de dezembro de 2012.....	87
4.5 A ocorrência do dia 05 de janeiro de 2013.	100
5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	106
6. Referencias bibliográficas.....	112

1. INTRODUÇÃO

A precipitação sempre influenciou a disposição dos povos pelos territórios, o que gerou concentrações ou baixas densidades populacionais. Ela é um fator necessário para a subsistência e acomodação das pessoas. No passado, os rios foram um dos principais fatores de fixação do ser humano e constituição de núcleos habitacionais, pois eram utilizados como vias de transportes, fontes de água potável, fornecedores de alimentos e para afastamento das águas servidas.

No entanto, com o crescimento das cidades houve uma intensificação de problemas relacionados aos impactos advindos da precipitação, sobretudo vinculados à alimentação de rios e lagos. Para Seabra (1991, p.85) a história da transformação do mundo e a história da urbanização estão vinculadas à construção da natureza social, que, por sua vez, está associada à história da indústria.

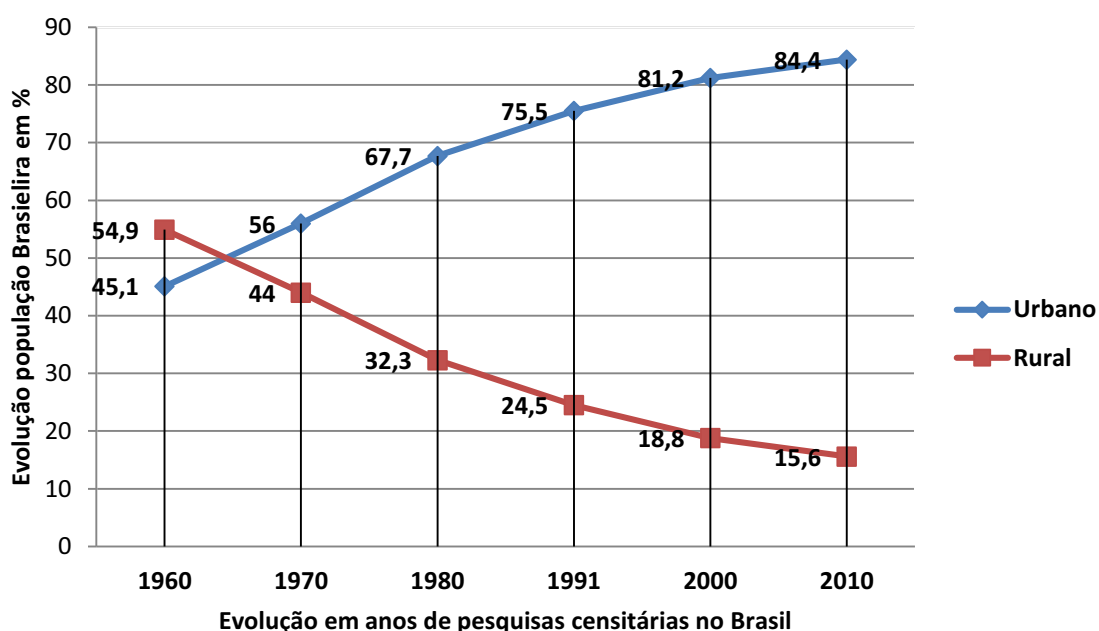
Vale destacar que a grande concentração populacional e a expansão urbana, sobretudo junto à zona litorânea, ocorrem devido a dois fatores principais. O primeiro são os processos migratórios motivados pela fuga do campo, onde se pratica a grande agricultura comercial voltada à exportação ou a agroindústria. O segundo, devido à atração exercida pelas cidades mais bem equipadas, dotadas de serviços diversificados, com falsas expectativas de emprego e oferecimento de melhores condições de saúde e educação. Nessas regiões estão as maiores cidades, que foram elevadas à posição central na vida brasileira, com destaque para a região Sudeste (**FERNANDES**, 2000). Para **Felício** (2007), o estímulo à produção agrícola baseada em culturas que necessitavam de grandes investimentos em mecanização, terra, implementos e acesso a mercados internacionais (como café, açúcar, soja, laranja), prejudicou os pequenos produtores, que tradicionalmente produziam culturas alimentares. Com isso, em pouco mais de 50 anos, o Brasil transformou-se de essencialmente rural em um país com caráter preponderantemente urbano.

Em 1940, havia uma população rural de pouco mais de 28 milhões de habitantes e quase 13 milhões na zona urbana. Em 1970 as áreas urbanas possuíam 56% da população total contra 44% da população rural. Na virada do século, aproximadamente 138 milhões de pessoas moravam em áreas urbanas e 32

milhões na área rural, de um total de quase 170 milhões de habitantes, correspondendo a 81,2 % e 18,8 %, respectivamente.

Dados do último Censo (2010) deixam clara a continuidade desta tendência, sendo que 84,4% (160.879 milhões) da população do país se alojam no ambiente urbano e, 15,6% no rural (29.852 milhões), como pode ser observado na **Figura 01**.

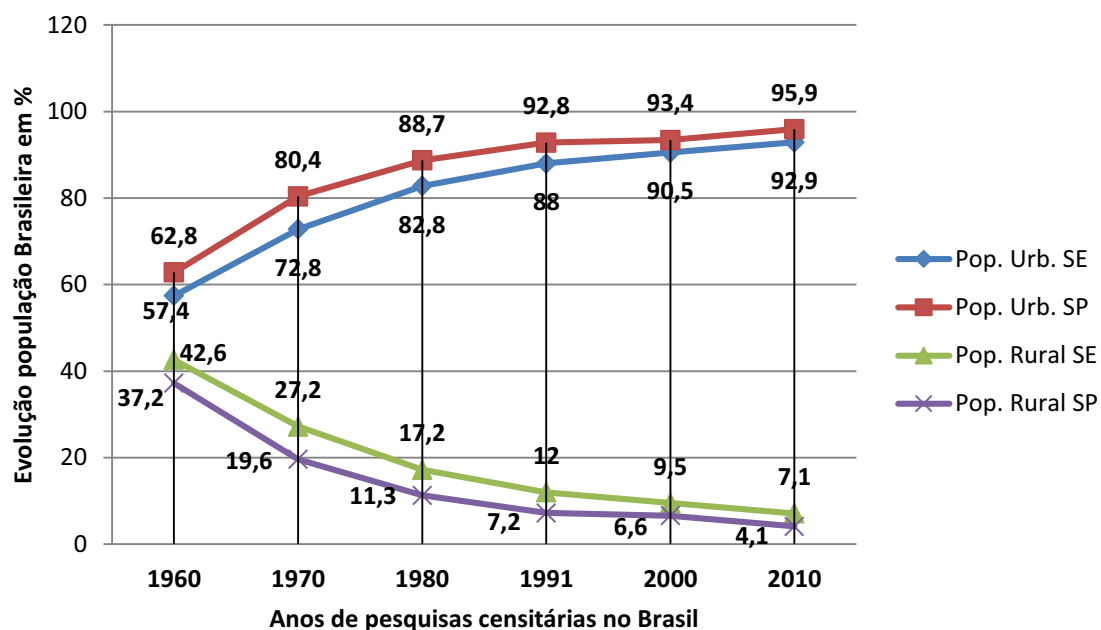
Figura 01- Evolução da população residente urbana e rural no Brasil, em % (1960/2010).



Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 07 Jan. 2014. Adaptado de IBGE.

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010) – indicam que até 1920 existiam no Brasil 74 cidades com população superior a 20 mil habitantes. Nelas estavam 14,93% da população total do país e 47,71% da população urbana. Já os dados referentes ao ano de 2000, do mesmo Instituto, registram 1487 cidades com mais de 20.000 habitantes, abrigando 80,20% da população total brasileira. Em 2010, 299 cidades no Brasil já possuíam populações acima de 100 mil habitantes, sendo 73 no estado de São Paulo, o que deixa claro o rápido e caótico crescimento urbano, como se pode observar na **Figura 02**.

Figura 02 - Evolução da população rural e urbana da região Sudeste e do Estado de São Paulo, em % (1960/2010).



Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 07 Jan. 2014. Modificado de IBGE.

O acelerado processo de urbanização, aliado à precariedade ou à um planejamento mal elaborado tem sido responsável, em grande parte, pela degradação ambiental em muitos municípios brasileiros. Acerca disso:

[...] a forma como se deu a urbanização das cidades brasileiras foi geradora de um problema ambiental em si. Nesse processo, todos os elementos da paisagem foram modificados: o solo, a geomorfologia, a vegetação, a fauna, a hidrografia, o ar e até mesmo o clima. (BRAGA, 2003).

O **Quadro 01** apresenta um resumo dos principais impactos ambientais do processo de urbanização.

Quadro 01- Principais impactos ambientais decorrentes da urbanização.

Elementos do meio	Principais efeitos / processos
Solo	Impermeabilização, contaminação do solo.
Relevo	Movimentos de massa, subsidência.
Hidrografia	Desregulação do ciclo hidrológico, enchentes, inundações, poluição de mananciais e contaminação de aquíferos.
Ar	Poluição (principais poluentes: SO ₂ , CO, material particulado).
Clima	Efeito estufa, Ilhas de calor e desumidificação.
Vegetação	Desmatamento, redução da biodiversidade e plantios de espécies inadequadas.
Fauna	Redução da diversidade, proliferação de fauna urbana e zoonoses.
Homem (ação antrópica)	Estresse, doenças urbanas (infecciosas, degenerativas, mentais, violência urbana).

Fonte: Braga, 2003, p.115.

Moretti (2004) complementa que o processo de urbanização também altera a quantidade e qualidade das águas dos cursos urbanos, podendo-se destacar:

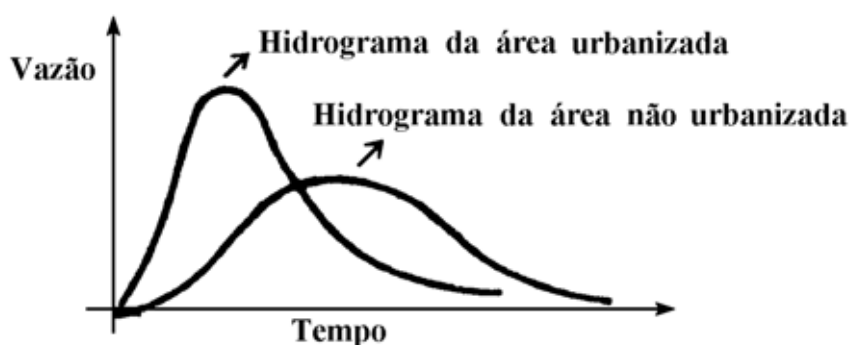
O aumento da vazão nos períodos de chuva, em decorrência da impermeabilização; a redução da vazão dos cursos d'água nos períodos de estiagem, em função da redução da infiltração de água no solo; o aumento da erosão do solo e da quantidade de sedimentos sólidos presentes na água; a presença de lixo lançado diretamente nos cursos d'água ou carreado pelos sistemas de captação de águas pluviais e a presença de esgotos, oriundos das redes de coleta de esgotos, dos lançamentos em valas a céu aberto que desembocam nos cursos d'água e dos lançamentos irregulares. (MORETTI, 2004, p.215).

As consequências dessa desordenada urbanização afetaram principalmente os rios e suas várzeas, que, em sua grande maioria, estão poluídos e carentes de vegetação ciliar. Eles são, frequentemente, margeados por habitações irregulares ou por vias públicas e se tornam receptores de esgotos domésticos e industriais e, por vezes, depósitos de lixos e entulhos. Com o desenvolvimento urbano, ocorre a impermeabilização do solo através da instalação de edificações, arruamentos, calçadas, entre outros. Dessa forma, a parcela de água que infiltrava passa a escoar pelos condutos, aumentando o escoamento superficial.

Portanto, o desenvolvimento brasileiro contribuiu e continua contribuindo com o crescimento da frequência de inundações. Tucci (1997) ressalta que com a

urbanização da cidade, ocorre um aumento de até 10 vezes nas vazões máximas nos cursos fluviais, em função da impermeabilização e da canalização do leito fluvial. Para Tucci (2003), o volume que escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido pelas plantas, passa a escoar no canal, exigindo maior capacidade de vazão das seções. O hidrograma típico de uma bacia natural e aquele resultante de urbanização são apresentados na **Figura 03**.

Figura 03- Hidrogramas hipotéticos de áreas urbanizadas e rurais.



Fonte: Tucci (2003).

A implementação dos aparelhos urbanos, vitais para melhoria da qualidade de vida da população, não acompanhou o ritmo acelerado do crescimento das cidades brasileiras. Portanto, a forma como ocorre a estruturação do território fomenta a frequência e a magnitude de fenômenos naturais e/ou antrópicos, tais como as inundações. Estes problemas se agravaram rapidamente também em cidades médias, em virtude de seus rápidos crescimentos que não foram acompanhados da infraestrutura necessária para minimizá-los ou contê-los. Ou seja, o processo de impermeabilização do solo é muito mais rápido do que o processo de canalização e retificação dos córregos e da construção ou redimensionamento de galerias pluviais.

A inundação ocorre quando as águas dos rios, riachos, galerias pluviais saem do leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte de um destes sistemas e ocupam áreas onde a população utiliza para moradia, transporte (ruas, rodovias e

calçadas), recreação, comércio, indústria, entre outros. (TUCCI, 2003, p.45)

Exemplos de enchentes urbanas têm sido cada vez mais frequentes no Brasil, em cidades de todos os portes. Em 2008, segundo Guerra (2011), vários estados brasileiros foram afetados por grandes enchentes, que foram alvo da mídia e do governo federal, sendo que este último precisou apoiar várias prefeituras e governos estaduais. No estado de Santa Catarina, por exemplo, inúmeras ocorrências foram registradas, entre elas enchentes e movimentos de massa, de proporções alarmantes. Nas áreas impactadas, a Defesa Civil de Santa Catarina registrou 12.027 desalojados e desabrigados, 135 óbitos e 2 pessoas desaparecidas.

A cidade de São Paulo, que desde os primórdios da colonização sofria com enchentes e inundações em decorrência do seu sítio urbano, com a rápida expansão da cidade teve essa situação agravada, mesmo diante de várias obras destinadas a conter ou amortizar os impactos causados pelas chuvas. Botelho (2011), acerca dos reservatórios de laminação das vazões de cheia instalados a montante dos rios na cidade de São Paulo, conhecidos como “piscinões”, afirma que suas implantações diminuíram os problemas em vários pontos da cidade, mas nunca os solucionaram.

Tavares e Silva (2008) relataram que na cidade de Rio Claro, interior paulista, em 29 de janeiro de 2005, houve uma chuva média de 175 mm, caída em 37 milhões e 680 mil metros quadrados. A cidade recebeu, em poucas horas, cerca de 6 bilhões e 594 milhões de litros de água. Para os autores, as inundações e alagamentos que ocorreram diante deste episódio extremo foram agravados pela área predominantemente impermeabilizada, pelas circunstâncias desfavoráveis à evaporação e pela superfície com alta densidade de drenagem, esta constituída pelo sistema viário, o que causou uma situação caótica ao urbano.

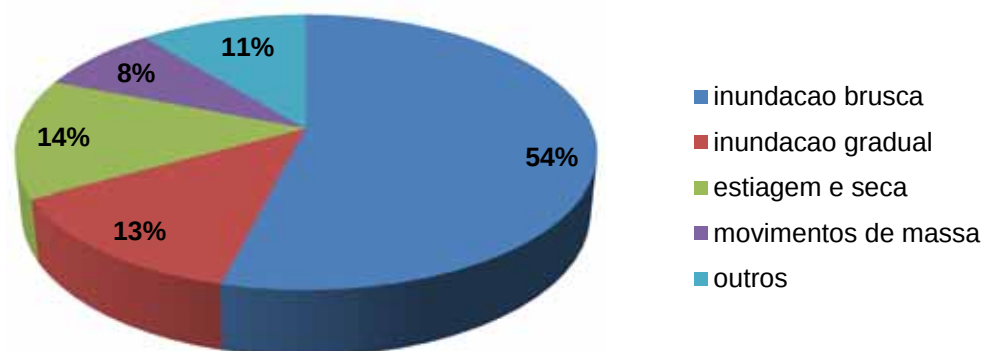
Além disso, as pesquisas em climatologia vêm evidenciando que as precipitações nas cidades estão aumentando no decorrer das últimas décadas, fruto da instauração de fatores climáticos locais, tais como as “ilhas de calor”, o efeito obstáculo, representado pela rugosidade urbana formada pela topografia e pelas

edificações, e a dispersão de poluentes, muitos dos quais atuam como núcleos de condensação, como afirma Souza (2000). Ao lado do aumento da chuva, há também um crescimento das trovoadas. Todavia, torna-se necessário levar em consideração que o aumento dos totais pluviométricos não ocorre somente dentro das cidades, pois, devido às características específicas da circulação atmosférica, podem acontecer também a sotavento delas.

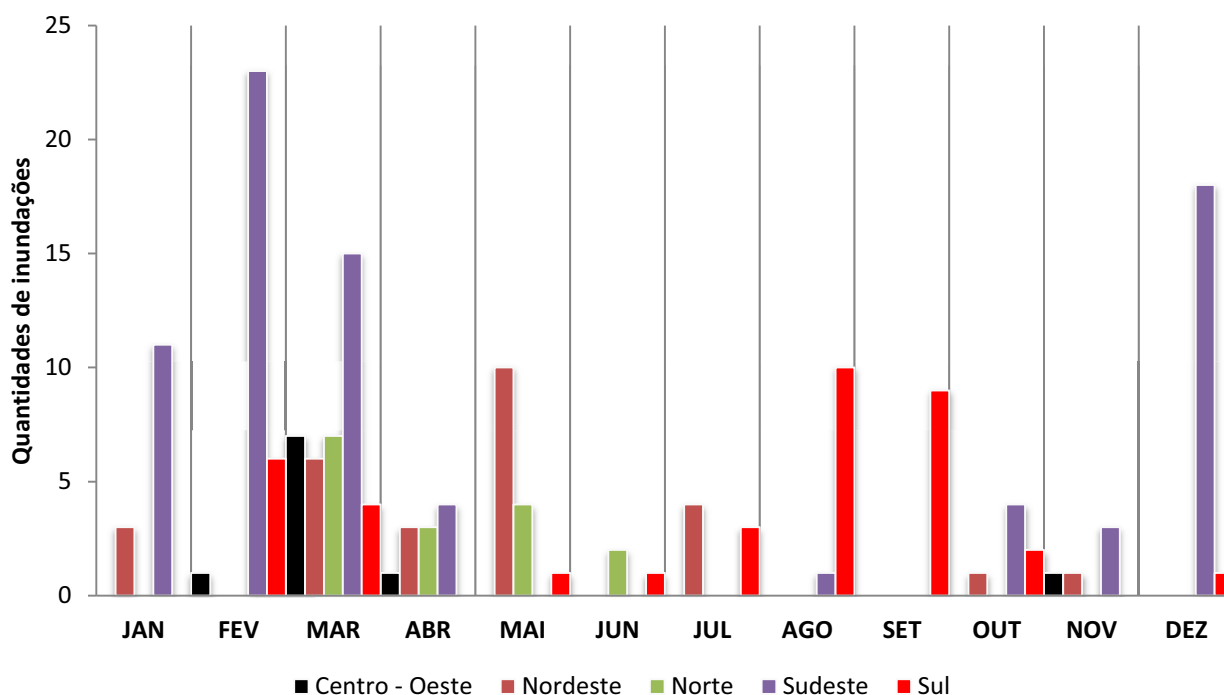
Botelho (2004), com base em dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2000), realizada pelo IBGE, indicou que 1.235 municípios brasileiros com serviços de drenagem urbana apresentaram problemas com inundações ou enchentes, sendo a região Sudeste a mais afetada, com 539 municípios do total. Em 2008, 2274 municípios tiveram problemas com drenagem e, destes, 851 no Sudeste e 297 no estado de São Paulo, o que evidenciou a recorrência das enchentes, segundo dados da PNSB (2008).

A **Figura 04** evidencia as recorrências dos desastres naturais que atingiram o estado de São Paulo desde 1991 até 2000 e a **Figura 05** a incidência mensal de inundações nas regiões do Brasil, no ano de 2011.

Figura 04 - Desastres naturais recorrentes no Estado de São Paulo (1991-2010).



Fonte: Adaptado do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991-2010: Volume São Paulo.Org. MEGDA, O. R. 2013.

Figura 05- Incidência de inundações nas regiões do Brasil – 2011

Fonte: Adaptado do Anuário de Desastres Naturais, 2011. Org. MEGDA, O.R, 2013.

Conforme evidenciado na **Figura 05**, no ano de 2011, a Região Sudeste, foi a que mais teve problemas relacionados com as inundações, dados os aspectos históricos da urbanização, do clima e do relevo movimentado do Planalto Atlântico, o que mostra a importância de pesquisas voltadas para esta questão.

Ostrowky (1991) ressalta que o convívio entre cidades e rios foi harmonioso enquanto estes percorriam seu caminho natural, costurando e inundando suas várzeas na época das cheias, retornando, após, ao seu leito normal, sem causar impactos. No entanto, esse convívio foi interrompido com as expansões urbanas e as intervenções nos canais fluviais, com resultados, muitas vezes, desastrosos para os cidadãos, o que justifica a preocupação de vários cientistas, entre eles os geógrafos, com essa temática.

2. OBJETIVOS, JUSTIFICATIVAS E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.

2.1 Objetivo Geral

A pesquisa se propõe a investigar o comportamento das precipitações ao longo do tempo e no espaço, na cidade de Franca - SP, a fim de reconhecer como a área urbana, em face de sua expansão, comporta-se diante de eventos extremos e das alterações no ciclo hidrológico.

2.2 Objetivos Específicos

- Verificar a distribuição das chuvas ao longo da estação chuvosa, a fim de verificar as épocas mais propícias às ocorrências de alagamentos e inundações.
- Determinar a distribuição espacial das precipitações, nas estações mais chuvosas do ano, por meio da implantação de uma rede de pluviômetros, a fim de verificar sua influência em inundações e alagamentos.
- Consultar órgãos como Secretaria de Obras, Secretaria de Planejamento, Empresa para o Desenvolvimento de Franca, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros e os jornais “Comércio da Franca” e “Diário da Franca”, a fim de verificar os locais com maior número de ocorrências ligadas às inundações e alagamentos, o que permitirá detectar as áreas mais susceptíveis a estes eventos.
- Oferecer subsídios de aporte geográfico ao planejamento urbano do município, mostrando áreas impeditivas à ocupação urbana, em razão dos riscos de inundações e alagamentos, e sugerir medidas saneadoras a serem tomadas onde estes fenômenos já estão implantados.

2.3 Justificativas

A evolução urbana brasileira, heterogênea diante dos diferentes tempos e regiões, sempre deixou claro que, nas suas complexas estruturas, as cidades permanecem vulneráveis diante de eventos atuais extremos, o que acarreta grandes perdas e prejuízos às populações afetadas.

De acordo com Gonçalves (1992), no Brasil os principais responsáveis pelos desastres que têm repercussão nas atividades humanas são de natureza climática. As variações bruscas de temperaturas (geadas, ondas de calor) e as oscilações hídricas (episódios pluviais extremos negativos e positivos) são os mais significativos, que causam um verdadeiro impacto no meio ambiente e na vida social e econômica do país.

A cidade de Franca sofreu, assim como várias cidades brasileiras, um “boom” de crescimento desde a década de 1960. A população total mais que dobrou na comparação de 1980 com 2010 (de 148.000 em 1980 para aproximadamente 320.000 habitantes em 2010). Juntamente com o crescimento populacional e da área urbana, aumentaram os problemas associados às inundações e enchentes e às erosões lineares (voçorocamentos e ravinas). Nos últimos 8 anos, aproximadamente, 13 milhões de reais foram investidos na melhoria dos sistemas de escoamento e combates às enchentes na cidade ¹, visto que ocorrências desse tipo ainda são frequentes em épocas de chuvas. Todavia, mesmo com esse gasto, cerca de 85% dos córregos canalizados ainda estão ajustados ao escoamento superficial de uma cidade com população e infraestrutura existentes em 1980, ou seja, a população e as vias e quadras impermeabilizadas aumentaram vertiginosamente, mas os aparelhos de escoamento urbano não sofreram adaptações ou melhorias nas proporções necessárias.

Assim, faz-se necessário um estudo sobre a cidade de Franca com o intuito de focar os objetivos mencionados, pois, desde a década de 70, pesquisadores já chamavam a atenção para as erosões lineares e, posteriormente, para as inundações, que, com o passar dos anos, se tornaram também

¹ Segundo a Prefeitura Municipal de Franca, os valores investidos nos combates às enchentes de 2005 a 2009 – 7 milhões – somaram aproximadamente 5% dos valores do orçamento para este mesmo ano, cerca de 280 milhões de reais.

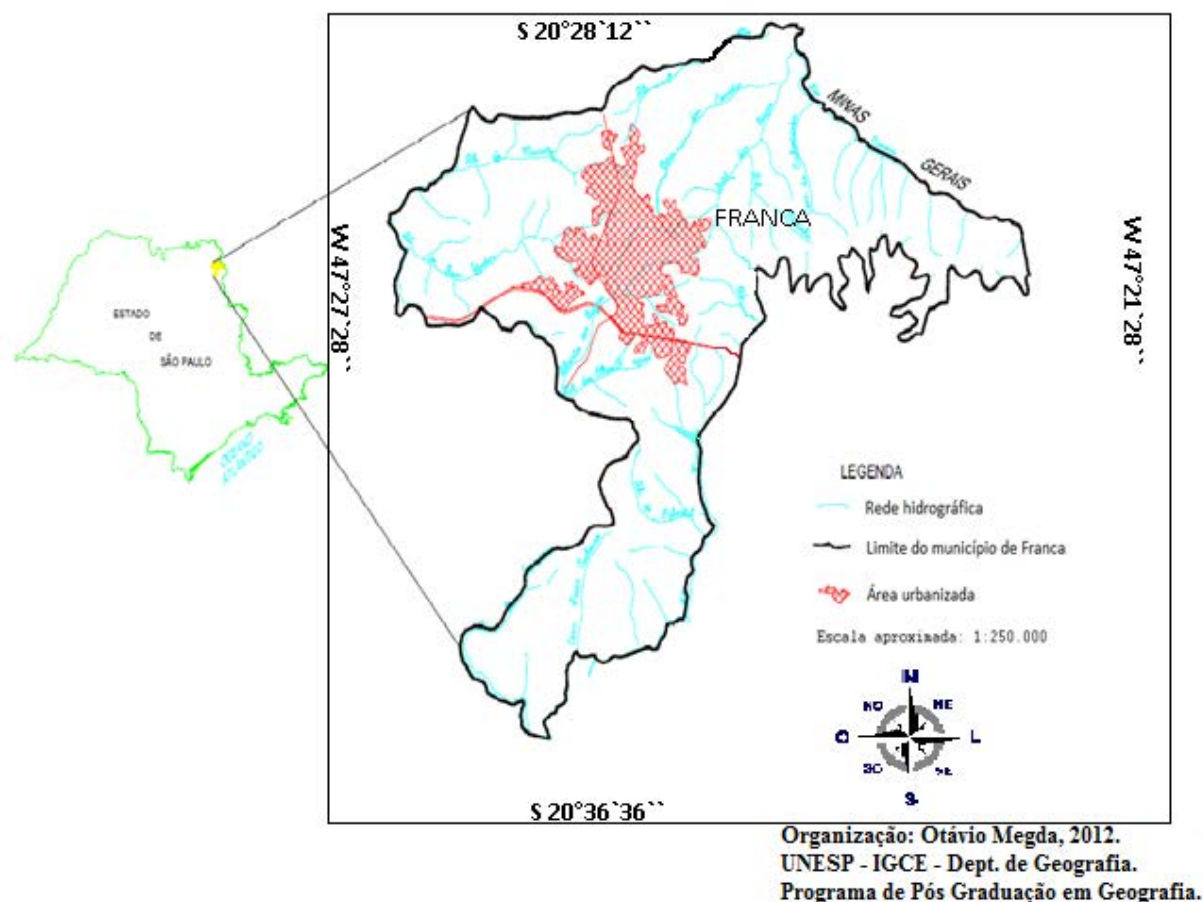
protagonistas de situações caóticas na cidade, como destacado por Ab`Saber, (1975); Vieira (1978); Lima (1995), Canil (1998) e Felício (2007). Às casas com rachaduras em paredes, desmoronamentos e bairros inteiros afetados por voçorocas, integraram-se também os problemas decorrentes das inundações e alagamentos, já que, além do avanço das áreas impermeabilizadas, os rios tiveram suas margens e leitos dominados por obras decorrentes da urbanização e se tornaram mais um problema nas épocas de chuvas.

2.4 Caracterização da área de estudo: Franca - SP

2.4.1 Aspectos físicos

O município de Franca limita-se ao sul com os municípios de Patrocínio Paulista e Batatais, a oeste com Restinga, São José da Bela Vista e Ribeirão Corrente, ao norte com Cristais Paulista, e a leste com os municípios de Claraval e Ibiraci, no Estado de Minas Gerais. Franca está no nordeste do estado de São Paulo, na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos -UGRHI - dos rios Sapucaí-Mirim/Grande, e dista, aproximadamente, 400 km da capital, como mostra a **Figura 6**.

Figura 6- Localização da cidade de Franca - SP.



Elaborado por MEGDA, O.R., 2012.

Segundo o Seade (2013) o município possui uma população total estimada em 326.042 habitantes. Sua área é de aproximadamente 605 km², sendo a parte estudada de 228,63 km², que corresponde às áreas urbanas, periurbanas e de futura expansão definida pelos técnicos municipais.

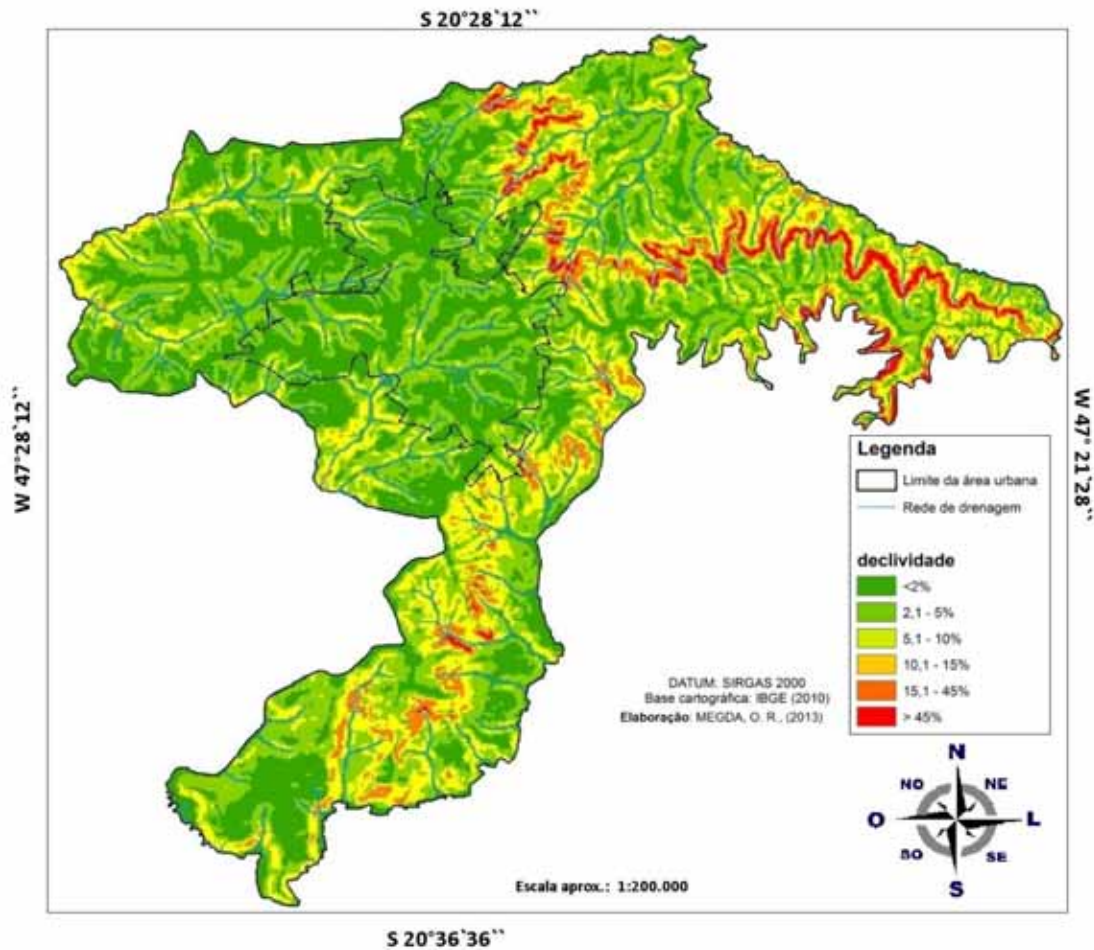
Franca está assentada sobre o Planalto arenítico-basáltico da Bacia Sedimentar do Paraná, no topo do relevo de *cuestas*, com altitudes que variam de 950 a 1050 metros. Localmente, o Planalto, que funciona como dispersor de águas para as bacias dos rios Sapucaí e Grande, possui um relevo de morros arredondados, com vales estreitos e encaixados, que compõem, ao sul de Franca, a bacia do ribeirão das Macaúbas, e, a oeste, as bacias dos ribeirões Salgado, Bom Jardim e Santo Antônio.

De acordo com Ab`Saber (1968), situam-se a leste do Planalto de Franca as escarpas arenítico-basálticas, festonadas, com desníveis de 250m a 300m em relação ao vale do rio Canoas, localizado na Depressão Periférica. Tais escarpas que se desfazem na forma de anfiteatros separados por pequenos espigões, exibem topos angulosos e maior densidade de drenagem em relação ao setor de colinas médias.

Vieira (1978) lembra que Franca ocupa um altiplano chamado Planalto de Franca, que se constitui em área bastante individualizada da parte oriental soerguida da Bacia Sedimentar do alto Paraná. Para Ab`Saber (1968), o altiplano de Franca é um dos remanescentes mais bem preservados dos chapadões do setor norte – oriental da Bacia do Paraná, constituindo uma área marcadamente transicional, tanto no ponto de vista das formas de relevo, como das condições ecológicas do solo, da vegetação e ainda da história do povoamento.

O Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981) classifica as macro-unidades de relevo no município de Franca como: Colinas Médias, Morros Arredondados e Escarpas Festonadas. A topografia regional pode ser visualizada na **Figura 7**.

Figura 7-Relevo da região de Franca com limite da área urbana.



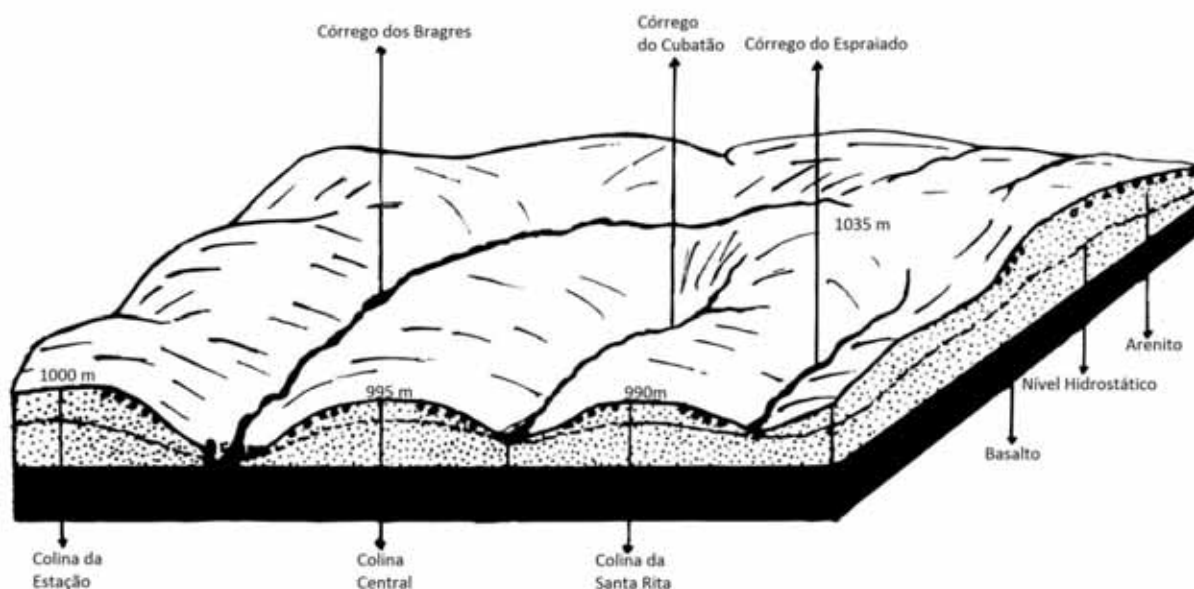
Elaborado por MEGDA, O.R., 2013.

A maior parte da cidade está instalada em relevo suave ondulado, que se desdobra em três colinas densamente urbanizadas, conhecidas como a do Bairro Estação, do Centro e da Vila Santa Rita. Elas se confrontam a leste com a *cuesta* (Serra de Franca), que se tornou uma barreira natural para a expansão da cidade, e são cortadas pelos córregos dos Bagres, Espraiado e Cubatão, que se juntam nas imediações do limite da cidade, onde a ocorrência de inundações é frequente (**Figura 8**).

A área de estudos é caracterizada por relevo de colinas médias, com topos suavemente aplainados, vertentes com perfis convexos a retilíneos e declividade inferior a 15%. Nas vertentes em que a declividade ultrapassa 15% verifica-se uma incidência maior de feições erosivas. (IPT, 1995).

A cidade está disposta sobre a Formação Franca, sobreposta aos derrames basálticos e caracterizada em estudos desenvolvidos pelo IPT (1990) como uma sequência lito-estratigráfica predominantemente arenosa inserida no Grupo Bauru, de idade Cretácea inferior. Segundo o IPT (1981) há na área depósitos aluviais, restritos às calhas dos principais cursos d'água, depósitos coluviais de espigão, depósitos eluviais e de talude. Os solos oriundos do arenito e do basalto são, predominantemente, do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo fase arenosa - LVA e Latossolo Roxo – LR (**Figura 8**).

Figura 8- Aspectos do sítio urbano de Franca – SP.



Fonte: Vieira, 1971. Adaptado por MEGDA, O.R., 2013.

Sobre o clima regional, importante na relação com as enchentes, uma brilhante discussão sobre as precipitações no estado de São Paulo é feita por Monteiro (1973), que associa o fenômeno pluvial à sua gênese, caracteriza sua distribuição sazonal e propõe uma classificação regional do clima. Neste trabalho Monteiro conclui que:

a) As precipitações no estado de São Paulo são decorrentes da circulação atmosférica junto à fachada Atlântica da América do Sul, ou seja, do

confronto entre massas polares e as massas tropicais. Como enfatiza Monteiro, a Frente polar Atlântica é a principal responsável pela gênese das chuvas caídas e;

b) No decorrer de uma série temporal o fenômeno pluvial apresenta sensível variabilidade, gerando o que foi designado de anos padrão: chuvoso e seco, oriundos de ritmos excepcionais ditados pela circulação atmosférica, e o habitual. No entender de Monteiro, tal variabilidade é oriunda basicamente das diferenças de abastecimento e atividades das massas polares.

Para Souza (2000), em anos com intensa atividade dos sistemas polares há grande incremento no montante das precipitações. No caso oposto, isto é, em anos de fraca atividade das massas polares e consequente domínio dos sistemas intertropicais há grande redução da pluviosidade, no território paulista. Os anos que apresentam o padrão habitual refletem certo equilíbrio no domínio entre os dois diferentes sistemas.

Para Ayoade (2004), o clima de um determinado lugar é classificado por meio de uma série temporal dos elementos climáticos de 30-35 anos. Entretanto, quanto maior o período de dados, maior será a confiabilidade do estudo. Assim sendo, nesta pesquisa foram levantados dados térmicos e pluviométricos mensais e anuais, de 1980 a 2012, da cidade de Franca, a partir da estação automática A708, do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), e do BDMEP (Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa) da mesma Instituição.

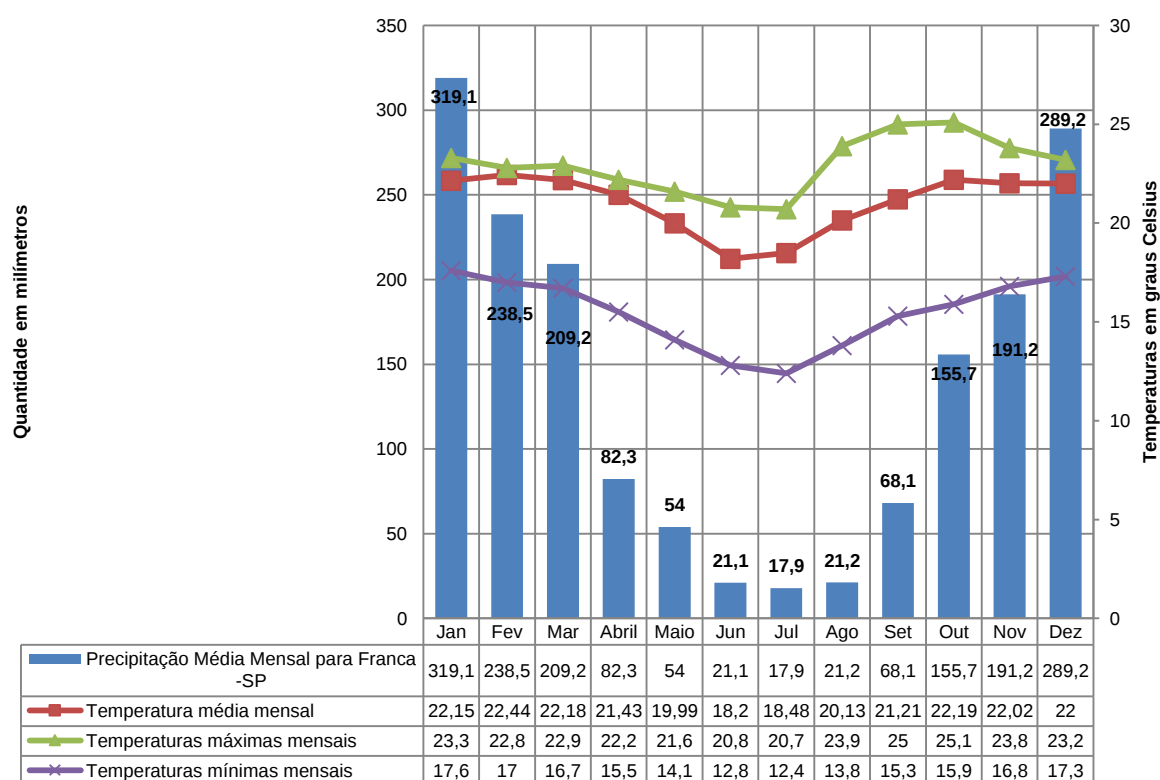
A área de estudo possui chuvas médias anuais entre 1.500 e 2.000 mm em função das maiores altitudes e da disposição das vertentes, voltadas para sul e sudoeste, a barlavento dos sistemas frontais. (SANT'ANNA NETO, Op.Cit.).

Em Franca, verifica-se a concentração das precipitações na primavera (outubro a dezembro) e principalmente no verão (janeiro a março), quando ocorrem os maiores danos à cidade associados às inundações e alagamentos, de acordo com os dados levantados. No outono (abril a junho) e no inverno (Julho a setembro) diminuem as chuvas, como pode ser observado na **Figura 9**.

O fato de a cidade de Franca estar situada num planalto, com altitude máxima de 1050 metros, levou Vieira (1973) a afirmar que os dados climáticos de Franca, se comparados com os de outras localidades próximas, como Ribeirão

Preto, situada na Depressão Periférica Paulista, demonstram uma forte influência da altitude, quer amenizando o verão quer acentuando o inverno, através da interação do relevo com a circulação atmosférica. Assim, Franca possui um clima tropical de altitude, com invernos secos, verões chuvosos e temperaturas moderadas durante todo o ano. As temperaturas médias nos meses mais quentes são inferiores a 23°C e nos meses mais frios superiores a 18°C. As médias das máximas são mais elevadas em setembro e outubro, no início da estação chuvosa, quando alcançam 25°C. As médias das mínimas são inferiores a 13°C nos meses de junho e julho, considerados os mais frios do ano (**Figura 9**).

Figura 9- Precipitações e temperaturas médias mensais em Franca – SP(1980-2012).



Fonte: Estação Automática A708 do Inmet – Franca – SP. Org. MEGDA, O.R., 2012.

De acordo com o **Quadro 2**, apesar da média pluvial para a cidade de Franca ser de 1667,5 mm, há uma variação considerável entre os anos, como por

exemplo, os totais de 2435,9 mm em 1983, o mais chuvoso da série analisada, e 1225,7mm em 1999, o ano mais seco.

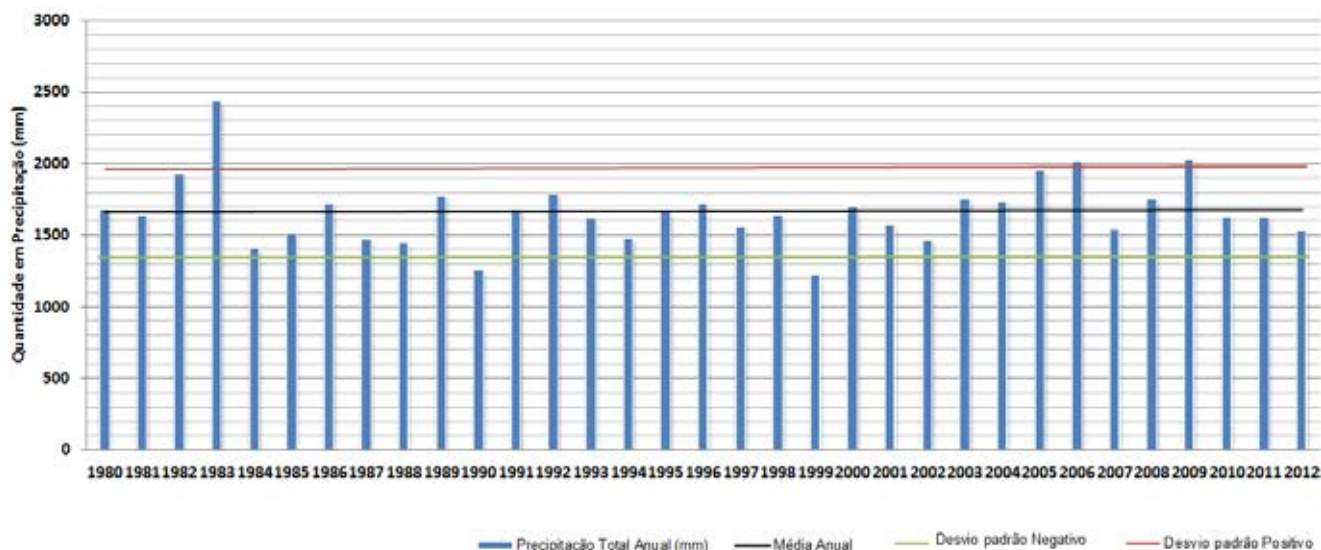
Foram calculados as médias mensais e anuais e o desvio padrão das amostras. Os anos cuja pluviosidade excedeu ou ficou aquém do desvio padrão são exemplos de extremos pluviométricos, tanto positivos quanto negativos, conforme pode ser visto na **Figura 10**.

Quadro 2– Precipitações mensais e anuais em Franca – SP (1980-2012).

Posto A708 Inmet Latitude: -20.58 / Longitude: -47.36 / Altitude: 1026 metros														
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total	Média mensal
1980	217,0	259,0	121,1	200,4	22,2	28,2	0,0	27,0	131,5	46,0	290,8	337,6	1680,8	140,1
1981	278,8	77,1	139,6	73,2	6,0	14,1	2,0	0,0	25,4	390,9	236,4	398,8	1642,3	136,9
1982	358,8	241,5	349,2	35,2	37,9	39,6	33,1	20,3	77,4	239,4	200,0	300,8	1933,2	161,1
1983	377,3	387,7	380,7	124,7	72,3	39,8	37,6	0,0	241,3	333,9	208,0	232,6	2435,9	203,0
1984	163,9	150,7	161,1	68,1	62,9	0,0	0,4	44,7	86,6	74,9	211,9	384,2	1409,4	117,5
1985	471,2	126,6	318,0	30,4	13,2	0,4	0,0	11,0	27,1	54,6	220,1	243,1	1515,7	126,3
1986	318,7	236,6	262,2	41,1	138,8	1,8	74,5	81,3	52,6	52,4	100,1	360,5	1720,6	143,4
1987	224,7	249,8	150,0	69,2	86,8	24,2	20,2	7,3	116,5	179,0	149,8	193,5	1471,0	122,6
1988	207,6	303,4	163,0	211,8	41,9	30,1	2,2	0,0	17,3	231,2	98,5	146,1	1453,1	121,1
1989	364,3	289,5	233,9	72,8	47,8	52,2	29,2	28,8	67,2	43,7	211,5	336,7	1777,6	148,1
1990	195,8	285,2	127,7	25,9	67,1	0,7	27,0	61,4	35,8	143,9	123,0	160,0	1253,5	104,5
1991	481,0	216,0	388,2	88,7	10,5	0,0	47,4	0,0	35,6	107,0	100,0	208,7	1683,1	140,3
1992	505,6	179,4	172,7	115,1	34,1	0,0	30,0	13,3	159,7	326,1	55,6	202,3	1793,9	149,5
1993	132,3	425,6	213,8	104,5	21,7	50,3	0,2	41,5	97,4	95,5	129,7	311,8	1624,3	135,4
1994	236,2	206,9	230,8	91,7	68,0	19,0	7,6	0,0	1,0	230,6	211,4	178,5	1481,7	123,5
1995	279,5	318,2	136,0	124,6	87,3	16,9	5,9	0,0	52,5	164,5	185,5	293,5	1664,4	138,7
1996	199,8	272,9	248,6	74,9	58,5	30,0	12,7	48,1	116,9	191,2	238,1	232,1	1723,8	143,7
1997	450,1	152,3	147,9	61,7	96,7	84,4	0,0	0,0	46,9	121,6	215,3	182,0	1558,9	129,9
1998	195,4	361,0	168,9	108,1	75,5	3,3	0,0	59,3	39,7	236,1	146,1	249,9	1643,3	136,9
1999	201,7	215,1	197,9	23,6	22,8	25,6	0,7	0,0	74,2	55,5	118,5	290,1	1225,7	102,1
2000	525,4	426,1	156,2	10,6	8,1	0,2	28,1	28,2	122,9	29,3	194,1	172,8	1702,0	141,8
2001	256,2	141,9	235,8	47,5	35,7	0,7	5,9	61,5	50,9	148,9	223,6	363,8	1572,4	131,0
2002	251,0	337,8	136,2	19,9	31,1	0,0	29,9	8,8	67,4	46,7	227,5	312,0	1468,3	122,4
2003	517,6	132,6	239,4	144,2	125,9	0,0	0,0	23,8	28,1	83,7	207,3	253,8	1756,4	146,4
2004	250,7	314,4	102,7	140,3	108,3	15,9	31,5	0,0	5,0	169,6	198,1	403,7	1740,2	145,0
2005	412,9	116,6	256,3	78,2	145,3	16,7	17,9	1,2	61,5	157,0	321,4	366,7	1951,7	162,6
2006	235,6	332,2	157,2	20,2	3,7	21,8	10,8	27,0	40,8	346,2	355,4	464,8	2015,7	168,0
2007	487,4	181,5	120,4	77,2	45,8	0,2	75,3	0,0	6,6	67,1	200,8	283,8	1546,1	128,8
2008	342,3	216,7	208,9	152,5	45,5	12,2	0,0	52,3	27,5	123,4	148,4	421,7	1751,4	146,0
2009	348,6	232,8	226,6	59,4	92,9	28,7	20,4	27,1	132,5	250,1	215,9	401,1	2036,1	169,7
2010	426,5	186,3	195,3	36,1	33,7	9,0	2,8	0,0	101,0	148,2	217,7	272,3	1628,9	135,7
2011	270,5	150,5	351,0	130,6	1,9	35,3	0,8	25,6	14,4	167,5	164,2	315,7	1628,0	135,7
2012	346,5	146,5	206,2	52,0	30,9	96,2	37,1	0,0	85,9	83,4	184,5	269,7	1538,9	128,2
Média Mensal	319,1	238,5	209,2	82,3	54,0	21,1	17,9	21,2	68,1	155,7	191,2	289,2	1667,5	139,0

Fonte: Estação Automática A708 do InMet – Franca – SP. Org. MEGDA, O.R., 2012.

Figura 10– Totais pluviométricos anuais na cidade de Franca – SP (1980 - 2012).

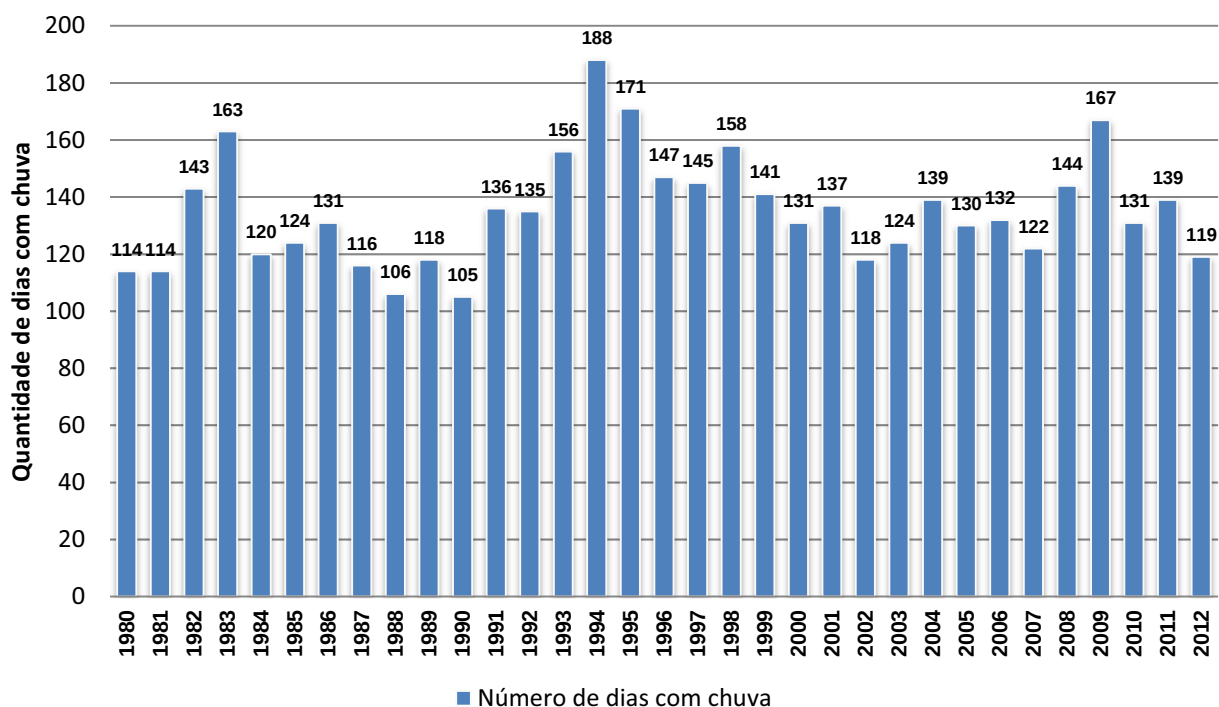


Fonte: Estação Automática A708 do InMet – Franca – SP. Org. MEGDA, O.R., 2012.

Franca chega a ficar sem chuvas durante mais de dois meses, como ocorreu, por exemplo, em junho e julho de 2003, ou nos anos de 1984 e 1985, quando foram registrados nestes meses 0 mm e 0,4 mm e 0,4mm e 0 mm, respectivamente. No entanto, há também ocorrências de chuvas elevadas em meados do ano, como aconteceu em junho de 1997, com 84,4 mm, e junho de 2012, com 96,2 mm (**Quadro 2**). Estes casos exemplificam a variabilidade do clima. Apesar de grande parte dos eventos de inundações e danos na cidade se concentrarem nos períodos chuvosos, existem ocorrências que fogem a essa característica.

Outro aspecto importante é o número de dias com chuva no decorrer de um ano. Na série estudada, a média em Franca é de 135 dias chuvosos por ano, variando de 188 dias (1994) a 105 dias (1990), como pode ser visto na **Figura 11**.

Observa-se, no entanto, que 1990, além de possuir o menor número de dias com chuvas, teve uma precipitação total aquém do desvio padrão, caracterizando um ano com deficiência hídrica mais acentuada. Em 1994, a precipitação anual também ficou abaixo da média, mas a estiagem não se agravou em função do grande número de dias chuvosos. Anos como 2005 e 2006, por exemplo, que tiveram precipitações totais elevadas, mas distribuídas por menor número de dias chuvosos, são propícios à ocorrência de eventos pluviais extremos.

Figura 11- Número de dias com chuva no ano em Franca – SP (1980-2012).

Fonte: Estação Automática A708 do Inmet – Franca – SP. Org. MEGDA, O.R. 2013.

2.4.2 Aspectos humanos e históricos e econômicos da cidade de Franca - SP

O povoamento da região de Franca ocorreu em duas etapas. A primeira corresponde à abertura da estrada de Goiás, pelos bandeirantes, dentre eles Anhangüera II, ocorrida ainda no século XVIII. Na segunda etapa, em um momento de retração da economia mineira, com o declínio da exploração do ouro em Ouro Preto, houve a migração de pessoas daquela área em direção ao norte de São Paulo, em busca de ouro e pedras preciosas, mas também de terras para a criação de gado (CHIACHIRI FILHO, 1986). Do deslocamento dessa população e da intensificação das atividades comerciais tiveram origem os primeiros povoados no sertão, junto à estrada de Goiás.

Para Chiachiri Filho (1986), dois deles se vinculam ao surgimento de Franca: os povoados de Desemboque, localizado ao lado do Rio Grande, próximo à Franca e o que originou Patrocínio Paulista. Muitos dos mineiros atraídos pelo ouro

na região atual do município de Patrocínio Paulista – SP, que depois viriam para Franca, se dirigiram para lá. Esses fatos ocorreram entre 1760 e 1780. Em 29 de agosto de 1805 foi autorizada a constituição da freguesia, que formou o primeiro núcleo urbano em torno da igreja, onde se estabeleceu a cidade de Franca, segundo Bentivoglio (1996). Este autor relata que o papel da Igreja nessa época foi extremamente relevante, pois constituiu o embrião do núcleo urbano. Em 1824, surge a Vila Franca e a Câmara, que, então começa a controlar os desígnios da cidade. Uma das provas mais importantes do papel da igreja, nesta época, foi a construção de uma nova capela no topo da colina central.

De modo geral, pode-se dizer que o desenvolvimento econômico da região de Franca deu-se em três grandes fases: a da criação de gado, a do café e da industrialização.

Segundo Chiachiri Filho (1986) a ocupação inicial da região de Franca se deu particularmente voltada para o gado. Na etapa seguinte, o desenvolvimento da cultura do café proporcionou o primeiro grande avanço econômico, em meados do mesmo século, juntamente com a chegada da Estrada de Ferro Mogiana a Ribeirão Preto (1883) e a Franca (1897). Nesta ocasião, exportava-se café e importava-se a maioria dos produtos manufaturados, com exceção do artesanato (implementos agrícolas, arreios e artigos de couro em geral e alguns tecidos de algodão) que existia nas fazendas, de modo a torna-las quase autônomas.

Com a crise de 1929, que abalou o mercado mundial, várias restrições às importações de produtos manufaturados proporcionaram o processo de industrialização do município. As principais modificações que ocorreram nesta época foram diversificação da agricultura e o deslocamento das atividades artesanais para os centros urbanos, caracterizando o início do uso industrial do solo urbano, bem como o processo de expansão da urbanização.

Chiachiri Filho (1986) ainda ressalta que nas últimas décadas, Franca tornou-se um importante polo industrial, caracterizado principalmente pela indústria de calçados, possibilitando um acelerado crescimento da cidade. Além da indústria de calçados e da agropecuária, outra atividade econômica em Franca é a lapidação e a comercialização de diamantes, sendo a única região produtora de diamantes no estado de São Paulo.

O primeiro bairro totalmente planejado de Franca, o bairro Cidade Nova, no centro da cidade e sobre o topo da colina central, foi loteado em 1893, com a finalidade de organizar a expansão norte do núcleo urbano. Este projeto contemplava a forma de tabuleiro de xadrez, com quarteirões quadrados regulares, ruas e calçadas largas, atravessados por duas vias superdimensionadas para a época, que são as avenidas Francana (atual Major Nicácio) e Avenida Rio Branco (atual Presidente Vargas), ambas com quarenta metros de largura. Estas medidas ultrapassavam, e muito, as necessidades e evidenciavam o desejo de estabelecer um espaço físico moderno em Franca (FOLLIS, 2004).

A **Figura 12** ilustra a diferença entre a malha urbana do centro (primeiro plano), composta por ruas estreitas, e o bairro Cidade Nova (ao fundo), com quadras regulares em sistema de tabuleiro de xadrez e largas avenidas e ruas. Ao centro, na parte superior, a atual Avenida Presidente Vargas perpendicular à Avenida Major Nicácio.

Figura 12- Antiga Vila Franca do Imperador, com planejamento da região central, o Bairro Vila Nova.



Fonte: Felício, 2007.

Entre as décadas de 20 e 30 do século passado, os demais bairros que surgiram em Franca, após o bairro Cidade Nova, foram em sua maioria loteados por particulares e projetados conforme padrões geométricos modernos estabelecidos pelos Códigos de Postura do Município (FELÍCIO, 2007) ².

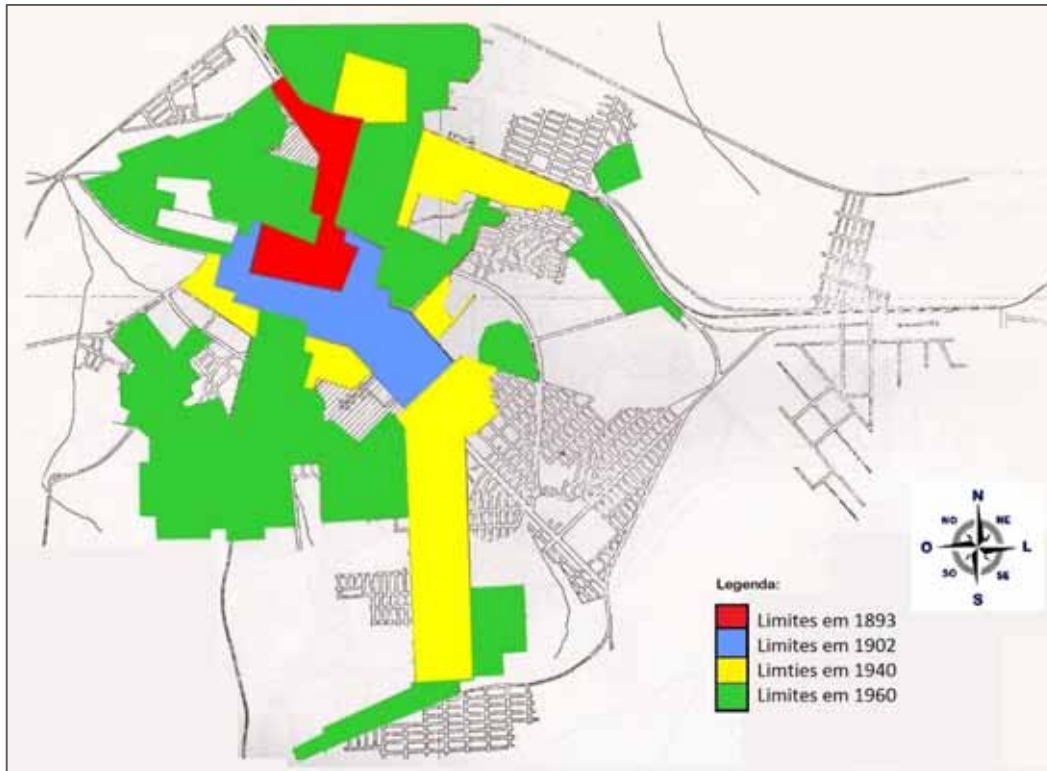
Acerca dos córregos francanos, em 1925 foi loteado o extenso divisor de águas entre os córregos dos Bagres e Cubatão, denominado Vila Aparecida, cortado pela atual Av. Brasil. Este bairro, localizado numa área extremamente plana, teve seu traçado em tabuleiro de xadrez e situava-se no quadrante leste da cidade, em uma área livre de voçorocas (RINALDI, 1982).

Felício (2007) chama atenção para o tardio desenvolvimento da área sul da cidade de Franca (por volta de 1949), onde há a confluência dos córregos dos Bagres e Cubatão, tendo em vista o fato de que eles transportavam os esgotos e dejetos dos habitantes. Nesse sentido, essas áreas eram consideradas desfavoráveis à fixação de pessoas, devido aos odores desagradáveis e às precárias condições sanitárias. O medo da contaminação por veiculação hídrica atesta a resistência das pessoas em ali se fixarem.

A partir de 1964, nota-se uma tendência ao loteamento nas áreas periféricas da cidade, pois, nesta mesma época, foram aprovados loteamentos esparsos ao norte e sul, leste e oeste da área central, destinados geralmente às famílias de trabalhadores assalariados e com padrão de vida relativamente baixo. De 1925 a 1977, dos 100 processos de aprovação de loteamentos, 43 são posteriores a 1966. Nesta fase, portanto, a cidade passou por uma pronunciada expansão urbana (FELDMAN, 2002). A **Figura 13** mostra a evolução urbana de Franca durante os anos de 1893 a 1960 e, como pode ser visto, as expansões ocorreram em grande quantidade entre 1902 a 1960, sobretudo pelas áreas lindeiras à antiga Estação Ferroviária, hoje o Bairro da Estação em Franca, localizado sobre a colina da Estação, e perpendicularmente a ela a partir do núcleo inicial, sobretudo no período citado, bem como a evolução no pós 1960 já foi abordado.

² A autora chama atenção para o destaque do Código de Posturas de 1910, que estabeleceu quatorze metros de largura para as ruas. Essas novas medidas seriam seguidas nos prolongamentos das ruas centrais e nas aberturas de novas ruas.

Figura 13- Mapa com evolução urbana de Franca de 1893 a 1960, focando o crescimento urbano e seus limites durante os períodos referenciados.



Fonte: Ferreira, (1983). Org. e modificado por MEGDA, O.R. 2013. Sem escala.

Lima (1995) explica que tanto as águas poluídas quanto os voçorocamentos e desmoronamentos do solo influíram no crescimento e ordenamento urbano de Franca. Segundo Ab'Saber:

“(...) os loteamentos desenvolvidos por entre as grandes boçorocas, situadas nas vertentes do alto vale dos Bagres, asilam populações pobres, constantemente ameaçadas pelos desbarrancamentos e pela progressão das boçorocas, e sujeitas à continuidade com tais ravinas de evolução agressiva, incrustadas, sob a forma de perigosos terrenos baldios, no meio do organismo urbano” (AB’SABER, 1975, p.5).

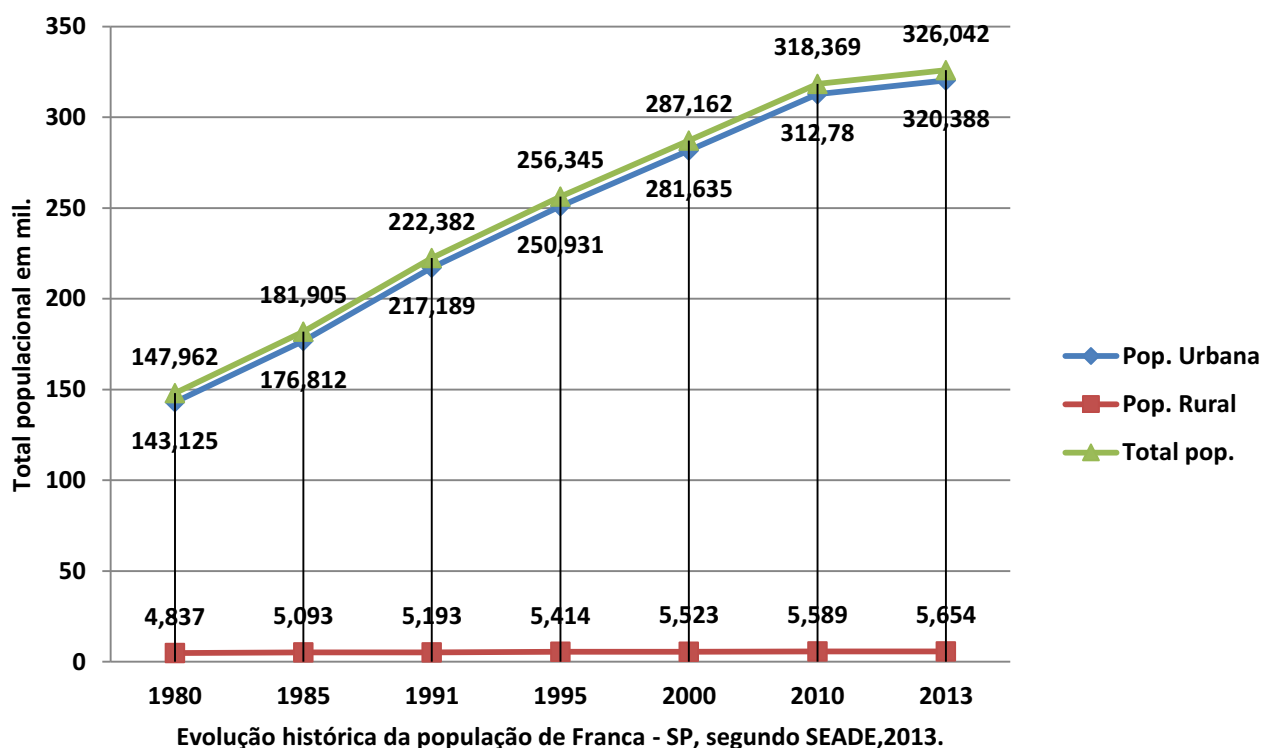
Vieira (1978) verificou um grande desperdício de áreas nos loteamentos existentes nas bacias dos Bagres e Cubatão devido à presença das voçorocas, que na oportunidade abarcavam uma área de 13.186 m².

Um fato importante da formação urbanística de Franca é que, apesar da precariedade da infraestrutura e das moradias de alguns loteamentos, mesmo na

periferia, as casas são construídas em alvenaria e em terrenos, cujos loteamentos já eram dotados de arruamentos e um mínimo de infraestrutura. Ainda assim, alguns loteamentos recentes necessitam de certos cuidados para se adequarem às condições de habitação e evitar problemas de erosão (CANIL *et al.*, 1998b).

Nos últimos anos, houve um expressivo crescimento da população de Franca, que passou de 181.905 habitantes, em 1985, para 222.382 habitantes, em 1990, dos quais 217.183 já se encontravam na área urbana. O Censo do IBGE, referente ao ano de 2000, mostrou que a população era de 287.737 habitantes, sendo 282.203 residentes urbanos. Em 2013, pelos dados da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE –, Franca contava com 326.042 habitantes, com um grau de urbanização de 98,24%, sendo, portanto 320.304 habitantes em zona urbana. A **Figura 14** mostra a evolução da população de Franca, de 1980 até 2013, segundo contagens do SEADE.

Figura 14- Evolução populacional da cidade de Franca: 1980 – 2013.



Fonte: SEADE, 2013 – Adaptado pelo autor.

Mais recentemente, a discussão da ocupação dos fundos de vales em cidades grande, média e/ou pequena, em razão de inundações de áreas urbanas associadas com a ocupação antrópica mal planejada, tornou-se mais comum e, no caso de Franca, isso também acontece.

O crescimento acelerado das cidades e suas infraestruturas mudaram ao longo de anos na maioria das cidades brasileiras. Isso se deu em grande medida a algum atrativo econômico para a população e aos seus anseios de melhoria da qualidade de vida. A ocupação dos fundos de vale ocorreu principalmente pela população mais carente, sem acesso à moradia, com dificuldades financeiras e vítima da pobreza. Foi ela que passou a invadir essas áreas e, diante disso, se tornou vulnerável às inundações.

Porém, essas ocupações não ocorreram só de maneira invasiva, mas também por dificuldades de aplicação da legislação, aprovações indevidas de loteamento e interesses conflitantes. Em geral, o que se observa é que, dentro de áreas de fundo de vale urbanizadas, foram construídas infraestruturas viárias que dão dinamismo ao deslocamento dentro dos centros urbanos, acarretando, evidentemente, problemas sociais e econômicos para a população, uma vez que os padrões naturais destas áreas, tais como a cobertura vegetal e a taxa de infiltração, foram alteradas bruscamente.

3. CONCEPÇÕES TEÓRICAS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.

A abordagem teórica que conduziu a pesquisa foi a Teoria Geral dos Sistemas aplicada à Geografia – mais precisamente sob a ótica dos Sistemas Processos – Respostas, adotando o método hipotético-dedutivo.

Monteiro (1976), diante do processo chamado Sistemas Processos – Respostas, que ele chama de simplificado, mostra o tipo de pergunta que conduz a cada uma das seis formas coligidas por HARVEY (1969), na relação abaixo:

a) Descrição cognitiva

(Como podem ser estudados, ordenados e agrupados os fenômenos?)

b) Morfométrica

(Como se dispõe o fenômeno em termos de forma e estrutura espacial?)

c) Causa – efeito

(Como os fenômenos são causados?)

d) Desenvolvimento temporal

(Como se desenvolvem os fenômenos?)

e) Funcional-ecológica

(Como um fenômeno particular se relaciona e interage com os fenômenos gerais?)

f) Organização sistêmica

(Como se organizam os fenômenos num sistema coerente?)

Para Monteiro (1976), esse conjunto de formas constitui as etapas para a explicação.

Descrever apenas, mesmo que ordenando e agrupando, não é explicar. Do mesmo modo, a caracterização morfométrica é uma simples extensão da descrição cognitiva. A revelação das estruturas ainda não se constitui como explicação. Esta principia nas duas etapas subsequentes e só é atingida cabalmente no nível da organização. Pragmaticamente falando, a linguagem (investigação) se concentra no locutor (pesquisador) e se dirige aos usuários da língua (outros pesquisadores e aqueles que queiram fazer uso dos resultados da investigação). Portanto, Monteiro propõe assumir um princípio indeterminista na ciência, onde a

transformação do conhecimento é resultante de nossa capacidade de resolver os problemas.

Optando-se pela análise do objeto de estudo pela ótica sistêmica, baseada nos processos – respostas, segundo Christofolletti (1979), devem-se realçar as relações entre os processos e as formas que deles resultam.

Para o levantamento da literatura referente ao tema estudado foram consultados acervos da: a) Biblioteca da Universidade Estadual Paulista – Campus Rio Claro; b) Biblioteca da Universidade Estadual Paulista – Campus Franca; c) Biblioteca da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP – Campus Piracicaba; d) Biblioteca Municipal de Franca e e) bibliografia disponível na Internet.

Os dados de precipitação e de inundações ocorridas na cidade de Franca foram obtidos nos acervos do: a) Arquivo Público Municipal de Franca – Museu José Chiachiri Filho; b) Prefeitura Municipal de Franca – Setor de Planejamento Urbano; c) Jornal Folha de São Paulo; d) Jornal Comércio da Franca; e) Corpo de Bombeiros de Franca; f) INMET (posto meteorológico) e g) SABESP e COCAPEC (postos pluviométricos).

Com o intuito de entender a variabilidade das chuvas pelos diferentes anos e verificar sua relação com inundações registradas pelos órgãos competentes e pelas matérias midiáticas, utilizou-se a técnica dos “anos-padrão”, empregada por Monteiro (1971), na qual o autor se refere a anos “normais”, “secos” e “chuvosos”. Tal técnica foi aplicada para o período de 1980 a verão de 2013, mas a pesquisa enfatizou os anos de 2000 a 2012, em razão dos registros de ocorrências existentes nas diversas fontes consultadas.

A partir do trabalho de Sant’Anna Neto (1995), que estudou a variabilidade das chuvas no estado de São Paulo, foram usados os seguintes valores para o enquadramento dos anos-padrão nas seguintes categorias:

a) **Ano Seco:** Pluviosidade excepcionalmente reduzida, com desvios negativos maiores que 30% da média pluviométrica de Franca, calculada para o período de 1980 a 2012 (trinta e três anos);

b) **Ano tendente a seco**: com chuvas ligeiramente reduzidas, desvios negativos variando entre 30% e 15% da média;

c) **Ano normal**: com chuvas regulares, cuja variação caminha entre -15% a +15% do valor médio;

d) **Ano tendente a chuvoso**: com índices pluviométricos ligeiramente elevados, com desvios positivos entre 15% e 30%;

e) **Ano chuvoso**: índices excepcionais de chuvas, com desvios positivos acima de 30% da média.

A partir da **Figura 15**, pode-se verificar que os anos normais (N) abrangeram 54% do total do período analisado, os tendentes a secos (Ts) 18%, os secos (10%), os tendentes a chuvoso (Tc) 3% e, por fim, os chuvosos (C) 15 %.

Figura 15- Tipologia pluviométrica Anual de Franca – SP (1980-2012).

Ano	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
	N	N	C	C	S	Ts	N	Ts	Ts	N
Ano	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	S	N	Tc	N	Ts	N	N	N	N	S
Ano	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	N	N	Ts	N	N	C	C	N	N	C
Ano	2010	2011	2012							
	N	N	Ts							

Fonte: Dados extraídos da Estação Automática A708 do Inmet – Franca – SP.Org MEGDA, O. R., 2013.

Com a verificação da distribuição das chuvas ao longo das estações do ano e do período estudado e das áreas onde eram mais recorrentes as inundações e alagamentos na cidade, elaboraram-se as etapas correspondentes à descrição cognitiva e à caracterização morfométrica dos dois fenômenos.

Com o intuito de buscar os impactos ambientais urbanos (causa-efeito) das inundações com as precipitações, caracterizaram-se os aspectos físicos e socioeconômicos das áreas frequentemente inundadas e a circulação atmosférica, geradora dos tipos de tempo. Isto tudo, por meio de dados meteorológicos, das imagens dos satélites meteorológicos GOES 8 (anos 1990), GOES 12 e GOES 13

(depois de maio de 2010), da América do Sul, em diversos canais, disponíveis na homepage do CEPTEC/ Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) e de imagens de radar disponibilizadas pelo IPMET/UNESP. Esta etapa da pesquisa envolveu também os níveis do desenvolvimento temporal e funcional-ecológico, uma vez que permitiu reconhecer a maneira pela qual os fenômenos ocorrem ao longo do tempo e de que forma eles se integram (chuvas e inundações) com o espaço produzido.

Para que a abordagem em todos estes níveis pudesse ser concretizada e tendo em vista a existência de apenas três locais com mensuração da precipitação na cidade de Franca, a fim de se obter uma melhor distribuição espacial da chuva e dados que mais bem contribuíssem com a pesquisa, implantou-se uma rede de pluviômetros baseada nas informações sobre inundações e alagamentos, coletadas junto à Defesa Civil e ao Corpo de Bombeiros de Franca, de tal forma que se obtivesse também informações de toda a área urbana.

Para a implantação da rede foi utilizada a técnica proposta por Moura (2007), que confeccionou pluviômetros a partir de garrafas plásticas de refrigerante do tipo *PET*, pois os custos de elaboração foram reduzidos e se tornavam fáceis as substituições no caso de furtos e perdas. A construção dos pluviômetros contou também com orientações oferecidas pelo técnico do Laboratório de Climatologia do Departamento de Geografia da UNESP Rio Claro.

A montagem de um pluviômetro segundo Moura (2007) se destaca por sua simplicidade, pelo baixo custo e por ser ecologicamente correto, pois permite a utilização de garrafas PET que seriam descartadas no meio ambiente.

Foram necessárias algumas modificações na estrutura do projeto, até por motivos de segurança, mas se manteve a mesma eficácia e se obtiveram os mesmos resultados nas medições. Para a confecção de cada pluviômetro foram utilizados os seguintes materiais:

- 2 garrafas plásticas PET de 2 litros;
- 30 cm de arame fino, tamanho 2;
- 1 cabo de madeira de 1,5 metros;
- Tinta para plástico;
- Tesoura;

- Cola adesiva para plásticos;
- Estilete e
- Fita adesiva transparente.

Os seguintes passos foram seguidos para montagem, como propõe a técnica adotada, porém com a substituição de alguns materiais:

Passo 1: Lavar as garrafas, retirar os rótulos e marcar as áreas de corte;

Passo 2: Na primeira garrafa, recortar o fundo com uma tesoura, e na segunda, recortar a parte superior no início do afunilamento da boca da garrafa;

Passo 3: Encaixar a parte superior recortada da garrafa na parte inferior recortada na outra garrafa plástica. Chamo atenção para o fato de que a parte superior recortada encaixa a “boca” de uma garrafa dentro da outra com a parte inferior recortada. Esta disposição evita a evaporação da água captada no pluviômetro;

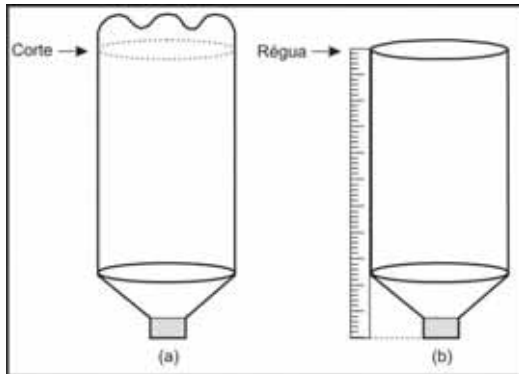
Passo 4: Colar as partes encaixadas com cola adesiva e anotar na garrafa, com a tinta plástica, os valores em milímetros, que serão verificados diariamente. Na montagem foi elaborada uma “fita” modelo, com os valores marcados até 210 milímetros, que foi agregada ao lado de cada pluviômetro.

Passo 5: Amarrar o pluviômetro no cabo de madeira com os arames.

Passo 6: Instalar o pluviômetro no lugar específico. Nos locais que não ofereciam estrutura adequada para instalação, foi utilizada uma caixa de suporte, com cimento de secagem rápida, para fixação.

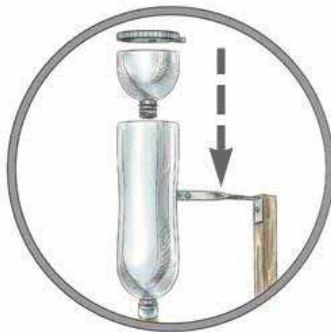
Informações referentes à pesquisa foram coladas junto ao pluviômetro com fita adesiva para evitar furto. As **Figuras 16, 17,18 e 19** ilustram etapas da montagem dos pluviômetros.

Figura 16- Amostra do corte do fundo da garrafa PET para a elaboração do pluviômetro. Em (a) podemos ver a garrafa que sofrerá o corte e em (b) a garrafa sem o seu fundo.



Fonte: Moura (2007)

Figura 17– Figura mostrando a instalação final do pluviômetro, com o encaixe da parte superior (boca) e a fixação no suporte de madeira.



Fonte: Moura (2007).

Figura 18– Trabalho de campo para leitura e manutenção dos pluviômetros.



Fonte: MEGDA, O. R., 2012.

Figura 19- Pluviômetro montado e instalado no local de coleta experimental, para teste de funcionalidade.



Fonte: MEGDA, O. R., 2012.

Todos os pluviômetros, após montados e catalogados, foram instalados em postos de combustíveis, já que se faria necessário ter anotações todos os dias do período de verão e, diante do regime de trabalho destes locais, foi a melhor opção encontrada para que houvesse sempre alguém apto a tomar as medidas das chuvas no horário que coincidissem com a medição das 7 horas dos três postos convencionais.

A instalação dos pluviômetros seguiu os padrões exigidos pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), em áreas com no mínimo 15 metros de diâmetro sem obstáculos. Eles foram assentados em suportes de madeira, a 1,5 metros de altura, fincados no chão, acoplados a algum objeto fixo ou em bases com cimento de secagem rápida. Juntamente com as datas de fixação dos pluviômetros, foi feito o levantamento das coordenadas geográficas (UTM), com o auxílio de um aparelho de GPS (*guide position system*), registrando as coordenadas e os bairros dos locais utilizados para a coleta. Os locais onde os pluviômetros foram instalados podem ser visualizados na **Figura 20**.

Figura 20- Imagem de satélite da área urbana de Franca e a localização espacial dos pluviômetros instalados na cidade de Franca – SP.



Fonte: Google Earth, 2014. Acesso em 31 mar. 2014 para atualização.

No intuito de poder caracterizar as inundações na área urbana de Franca e sua distribuição, levaram-se em conta as características da circulação atmosférica regional, responsável pela geração das chuvas, semelhante à proposta adotada por MAIA (2007). Porém foram usados os registros de ocorrências da Defesa Civil de Franca e do Corpo de Bombeiros, disposto no banco de dados do IPMET (Instituto de Pesquisas Meteorológicas) e dados do SIDEC (Sistema Integrado de Defesa Civil) como fontes primárias, para mais bem precisar as ocorrências e as evidências do problema, e, como uso secundário, o aporte midiático.

Para a montagem da rede mencionada e eficácia da pesquisa, foi realizada uma série de trabalhos de campo, desde aqueles destinados ao conhecimento da área e às anotações primárias, até aqueles não programados com antecedência, em dias de eventos extremos, com o intuito de ter em mãos um material confiável e apto para uso no referido trabalho. Foram nove programados e outros dois de caráter emergencial – por ocasião de inundação em eventos de chuva extrema, com alagamento de residências e lojas, carros levados pelas águas

oriundas de transbordamento, etc. – nos quais os dados e as características das ocorrências foram todos registrados em planilhas e os acontecimentos fotografados.

A **Quadro 3** mostra uma síntese dos trabalhos de campo programados realizados:

Quadro 3- Cronograma das atividades de campo realizadas para implantação, manutenção e verificação da rede pluviométrica.

Campo	Data (s)	Atividades campo programadas
1) Verificação das áreas para instalação dos pluviômetros	19/05/2012	Atividade de campo para verificação das áreas de instalação dos pluviômetros nos locais delimitados na cidade de Franca – SP.
2) Verificação das áreas para instalação dos pluviômetros	9 e 10/06/2012	Atividade de campo para verificação das áreas de instalação dos pluviômetros nos locais delimitados na cidade de Franca – SP.
3) Confeções dos pluviômetros	18 e 19/08/2012	Busca e compra dos materiais adequados para a confecção dos pluviômetros.
4) Instalação dos pluviômetros	17/11/2012	Instalação dos pluviômetros nos locais escolhidos nas etapas iniciais.
5) Instalação dos pluviômetros	24/11/2012	Instalação dos pluviômetros nos locais escolhidos nas etapas iniciais.
6) Ronda de verificação e seção de fotos.	19/01 e 16/02/2013	Verificação do funcionamento, leituras e possíveis erros na operação dos pluviômetros. Fotografias obtidas no período chuvoso do verão.
7) Reparação e manutenção dos pluviômetros	17/02/2013	Manutenção dos pluviômetros a partir de necessidades, envolvendo desgastes e furtos.
8) Retirada dos pluviômetros.	02/03/2013	Retirada dos pluviômetros e coleta das fichas de anotações e leituras.
9) Verificação do entorno das áreas onde foram instalados os pluviômetros.	03/03/2013	Verificação de impactos do período de verão de 2013.

Fonte: MEGDA, O. R. 2012.

A partir de uma base cartográfica dos setores censitários, disponibilizada pelo IBGE (censo 2010), de todo o estado de São Paulo, foi elaborado o mapa da área urbana de Franca, que serviu como referência para os outros mapas utilizados na dissertação, como os de distribuição da pluviosidade e os de distribuição das ocorrências.

A elaboração dos mapas de pluviosidade foi realizada a partir dos locais georreferenciados onde estavam instalados os pluviômetros. Os valores coletados nestes lugares foram interpolados por meio da ferramenta “*interpolate*”, do software ArcGis, o que gerou um arquivo matricial de superfície por meio do método de *krigagem*. Com esse arquivo matricial, foram extraídas isolinhas com valores e intervalos específicos de acordo com cada caso. Para Assad et. al. (2002), a *krigagem* pode ser usada como ferramenta geoestatística de interpolação, aplicada à análise e visualização da distribuição espacial das chuvas. Para estes autores, a importância da interpolação é possibilitar o estabelecimento de correlações espaciais e valores locais não amostrados.

Para a elaboração da carta de declividade, que é um parâmetro importante para a compreensão do escoamento superficial, foi inserido um arquivo SRTM referente à folha SR-23-S-V-A, que foi recortada de acordo com o perímetro urbano da área de estudo. Da imagem foram extraídas as curvas de nível, com equidistância de 20m, através das ferramentas “*Contour*” e “*Surface*” do software ArcGis, com as quais foi elaborada também a carta de declividade, com valores distribuídos percentualmente em classes.

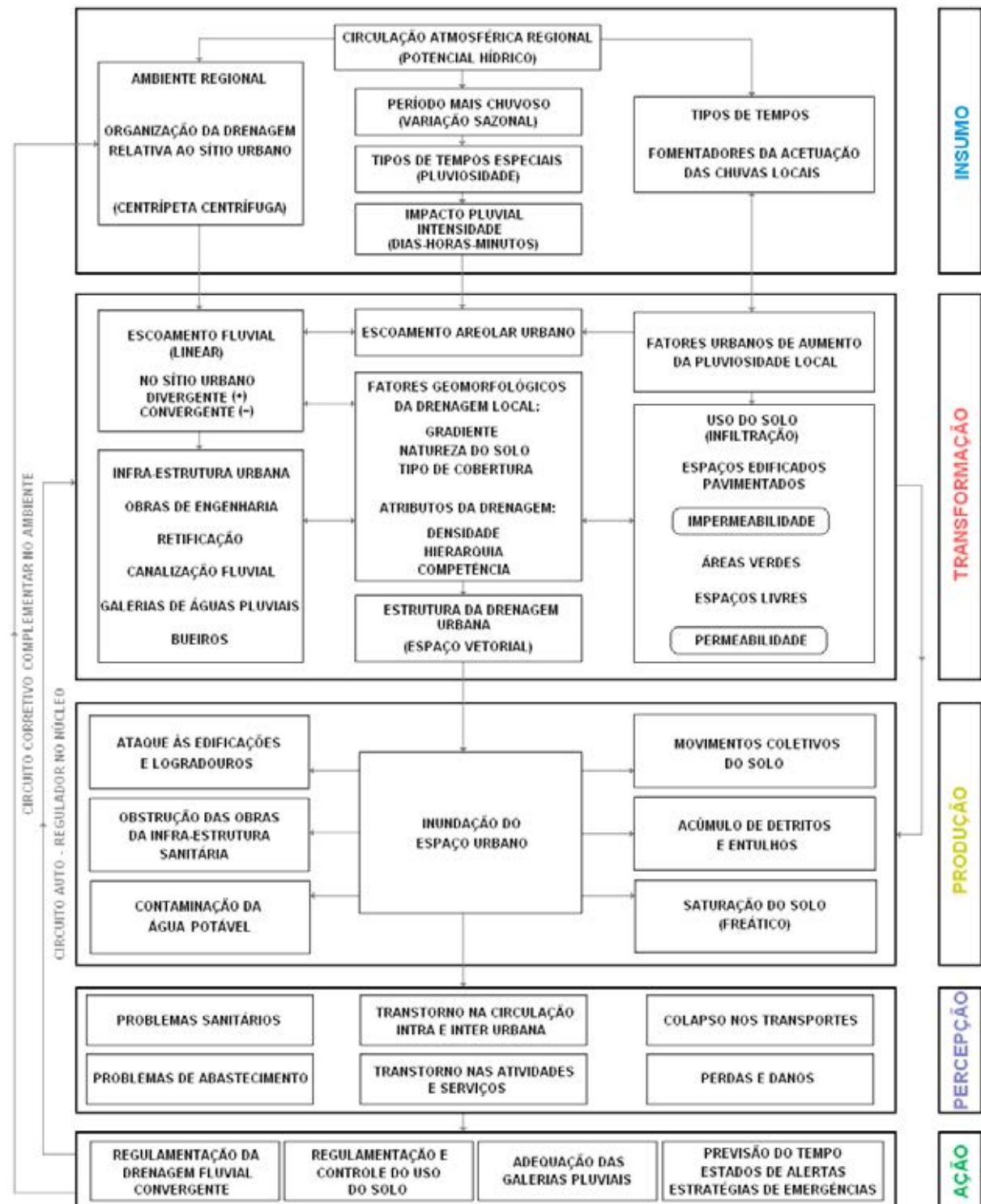
A demarcação das principais vias, rodovias e canais hidrográficos da cidade de Franca foi realizada por meio da digitalização dessas feições no Google Earth, que após, foram importadas e convertidas para *shapefiles* no ArcGis.

Os mapas com as declividades, as vias de circulação, a hidrografia e precipitação superpostos, ao lado da caracterização física e socioeconômica das áreas submetidas com frequência às inundações, resultaram na compreensão e na distribuição deste fenômeno indicando os locais de maior ocorrência e possibilitando sugestões para a sua mitigação. Com isso se alcançou o nível da organização sistêmica e a compreensão da forma com que os processos no seu âmbito podem ser alterados, a fim de se obter respostas mais favoráveis à sociedade francana.

Para o estudo dos impactos climáticos discutidos neste trabalho, que envolve a integridade urbana, propõe-se uma via de análise específica, tal qual considerada por Monteiro (1976). Este autor salienta que a análise sistêmica, por seu caráter pragmático, admite amplamente a possibilidade de receber perguntas e emitir respostas, seja por via indutiva como dedutiva, dando margem à observação

empírica, ao desenvolvimento de modelos e à caracterização das estruturas e das funções, como observado na **Figura 21**, na qual se observa que o canal hidrodinâmico é o que se ajusta a esta pesquisa, pois engloba o clima urbano, as inundações e alagamentos do espaço urbano e os impactos causados na sociedade.

Figura 21- Subsistema Hidrodinâmico.



Fonte: Monteiro (1975).

Para o desenvolvimento da pesquisa fez-se necessário compreender os termos “enchentes”, “inundações” e “alagamentos”, utilizados frequentemente e de forma errônea como sinônimos.

A palavra “enchente” é originada do verbo encher, do latim *implere*, que significa “tornar cheio”, “cobrir”, “ocupar o vazio, a capacidade ou a superfície”. A enchente é a elevação das águas de um rio até a altura de suas margens, sem a ocorrência de transbordamento. Já quando ocorre o transbordamento o correto é afirmar que ocorreu uma inundação (GOERL; KOBAYAMA, 2005). Tais caracterizações, no entanto, deixam de definir, com precisão, os limites de um canal fluvial, haja vista que, do ponto de vista geomorfológico, um rio pode possuir o leito menor e o leito maior, que engloba as suas várzeas.

Tal concepção aparece quando Tucci (1997) discorre sobre as enchentes das áreas ribeirinhas. Para ele estas são enchentes naturais vinculadas à ocorrência de chuvas, que acarretam o transbordamento da água fluvial do seu leito maior, em decorrência do aumento do volume e do fluxo hídrico. Segundo este autor, tal fenômeno acontece nas grandes bacias hidrográficas e pode desabrigar as pessoas que ocupam áreas inundadas anexas às várzeas.

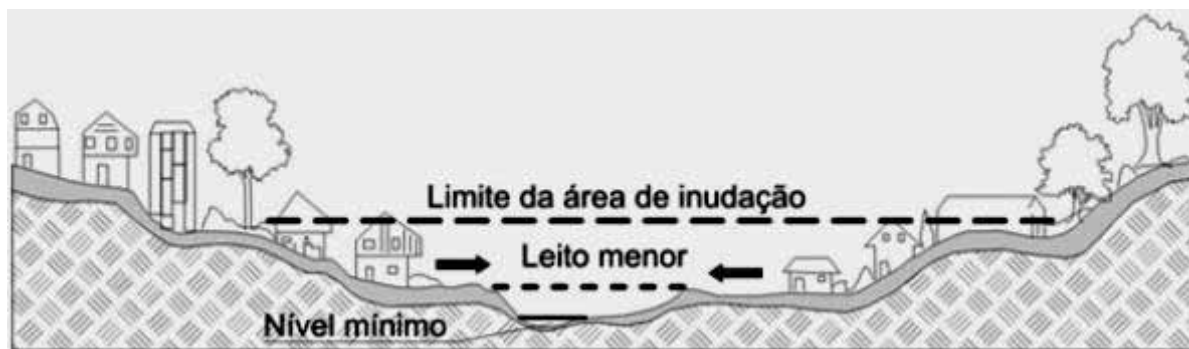
No entanto, ao discorrer sobre as enchentes devidas à urbanização, Tucci (1997) comenta que elas aumentam a sua frequência e magnitude devido à ocupação do solo com o aumento das superfícies impermeáveis, que reduz a parcela de infiltração de água no solo. Assim, os efeitos da urbanização sobre a rede hidrográfica estão no aumento da vazão máxima, na antecipação do pico de vazão e no aumento do volume do escoamento superficial, que proporcionam inundações mais intensas e com menores intervalos de recorrência.

Tucci (2003) explica que o excesso do volume que não consegue ser drenado extravasa para a várzea. Ora, se ela estiver urbanizada, embora faça parte do leito maior do rio, tal fato acaba caracterizando uma inundação para os cidadãos que a utilizam como área de moradia, de trabalho ou de circulação.

Assim sendo, para as áreas urbanas, baseado em Tucci (2003), inundações ocorrem quando as águas dos rios e riachos saem do leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte de um destes sistemas e ocupam áreas onde a população utiliza para moradia, transporte (ruas, rodovias e

calçadas), recreação, comércio, indústria, entre outros, ainda que, originariamente, elas pertencessem ao leito maior do curso de água, conforme **Figura 22**.

Figura 22- Inundações em áreas urbanizadas.



Fonte: Adaptado de Tucci, 2008.

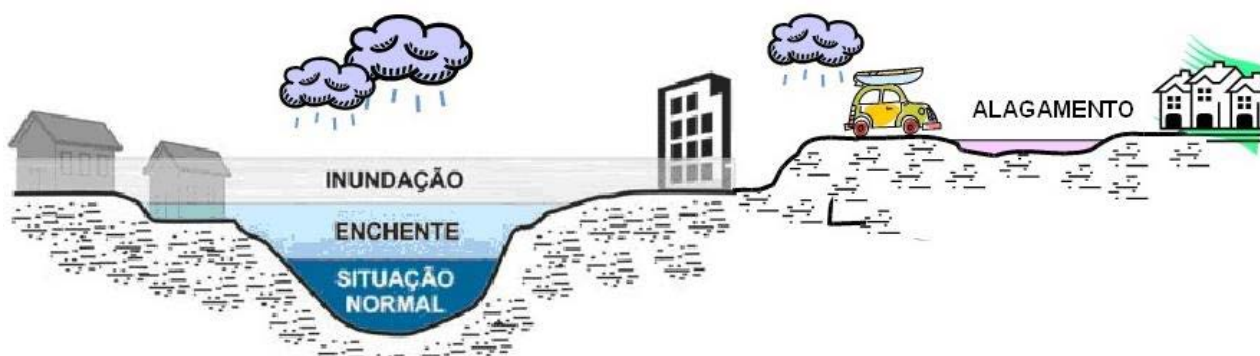
Para Tucci (2003), o escoamento em áreas urbanas é feito através de sistemas de micro e macrodrenagem. O sistema de microdrenagem é composto por condutos pluviais ou canais, no nível de loteamento ou rede primária urbana. Este tipo de sistema de drenagem é, comumente, projetado para atender à drenagem de precipitações com risco moderado. A macrodrenagem envolve a coleta de diferentes sistemas de micro drenagem. A macrodrenagem envolve áreas de pelo menos 2 km² ou 200 ha. Estes valores não devem ser tomados como absolutos porque a malha urbana pode possuir as mais diferentes configurações. Este tipo de sistema deve ser projetado para acomodar precipitações superiores às da microdrenagem, avaliando-se os riscos potenciais de prejuízos materiais e danos físicos aos cidadãos.

“(...) O risco adotado para um projeto define a relação entre os investimentos envolvidos para reduzir a frequência das inundações e os prejuízos aceitos. Ao se adotar um risco de 10% anualmente, ou um tempo de retorno de 10 anos, aceita-se que em média, poderão ocorrer eventos uma vez a cada 10 anos que produzirão prejuízos. A análise adequada envolve um estudo avaliação econômica e social dos impactos das enchentes para a definição dos riscos. (TUCCI, 2003, p. 53).

Sistemas de micro e macrodrenagem devem possuir perfeita interação entre si e com os canais fluviais que cortam uma área urbana, mas além dos riscos

assumidos nos projetos, com o tempo, é comum que essa sintonia, que possa ter existido por ocasião da elaboração dos projetos, deixe de ocorrer em razão da expansão quase sempre desordenada das áreas urbanas. Quando estes sistemas não possuem mais aptidão para dar vazão ao escoamento superficial ocorrem os alagamentos, que não possuem ligação direta com o transbordamento das águas fluviais. De acordo com as análises de Grilo (1992), os alagamentos geralmente ocorrem em áreas planas ou em depressões e fundos de vales, com o escoamento superficial comprometido pela topografia e falta ou insuficiência de um sistema pluvial condizente com o ambiente urbano. A **Figura 23** retrata as concepções de enchente, inundação e alagamentos em áreas urbanas adotadas nesta pesquisa.

Figura 23- Enchentes, inundações e alagamentos em áreas urbanas.



Fonte: Adaptado da Defesa Civil de São Bernardo do Campo – SP, 2014. Disponível em: <http://dcsbcsp.blogspot.com.br/2011/06/enchente-inundacao-ou-alagamento.html>. Acesso em 13 fev 2014.

4. OCORRÊNCIAS DE DESASTRES EM FRANCA.

A deficiência de dados pertinentes aos desastres naturais nas fontes consultadas, como no Corpo de Bombeiros da cidade de Franca, que perdeu muitas informações precedentes à informatização de seus registros, limitou o levantamento de desastres ao período compreendido entre 2000 e o verão de 2013. Tal delimitação foi possível graças à existência de informações oriundas da Defesa Civil de Franca em um banco de dados disponível na homepage do Instituto de Pesquisas Meteorológicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (IPMET – UNESP), localizado na cidade de Bauru.

A partir do levantamento das ocorrências existentes nesta homepage foi gerado o **Quadro 4**, na qual estão expostos 28 eventos registrados no período mencionado e os respectivos danos causados à população e à estrutura da área citadina. Também constam da tabela dados de atributos meteorológicos dos dias dos acontecimentos, obtidos na estação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) instalada na cidade de Franca.

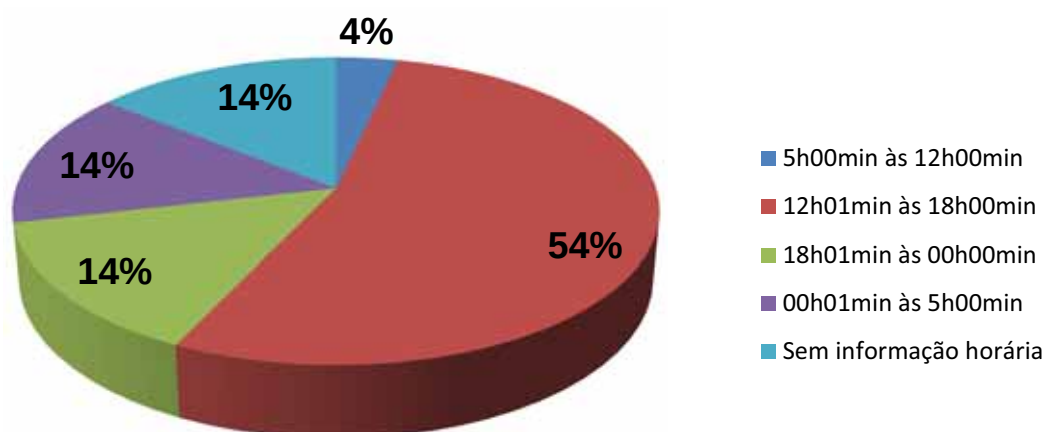
Quadro 4- Ocorrências oriundas de eventos climáticos extremos em Franca, de 2000 a 2013, com destaque para fenômenos geradores e impactos.

Ocorrências	Data	Estação ano	Hora aprox.	Duração	Fenômenos				Danos físicos, econômicos e estruturais.							Danos Humanos.			
					Chuvas Quantidades em mm. *	Vendaval	Descargas elétricas	Granizo	Danos imóveis (Destelhamentos, rachaduras, quedas de muros e desabamentos)	Quedas de árvores	Deslizament os de massa	Corte o Forneciment água/energia ou danos	Danos em veículos	Inundações	Alagamentos	Desalojados	Desabrigado	Feridos	Óbitos
1	06/09/00	I	-	-	X 15,6 mm	X		X	X		X				X	X			
2	01/03/04	V	16h30min	-		X			X						X				
3	07/01/05	V	16h30min	-	X 38,7 mm				X			X		X	X				
4	15/03/05	V	18h00min	-	X 99,4 mm				X					X	X				
5	08/09/05	I	16h30min	-	X 0,8 mm	X		X	X	X		X					X		
6	20/10/05	P	16h50min	-	X 53,7 mm				X	X				X	X				
7	01/11/05	P	14h00min	60 min	X 11,6 mm	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X		
8	06/11/05	P	15h00min	30 min	X 9,0 mm	X			X	X				X	X				
9	14/12/05	P	01h00min	24 h	X 53,6 mm	X			X		X				X				
10	02/09/06	I	02h00min	24h	X 12,6 mm	X			X	X									
11	04/12/06	P	17h00min	24h	X 38,0 mm	X			X	X			X	X	X	X	X		
12	25/12/06	P	19h00min	20 min	X 10,2 mm				X					X	X				
13	20/01/07	V	17h00min	60 min	X 37,3 mm	X			X	X		X		X	X	X	X		
14	01/02/07	V	02h00min	-	X 27,6 mm					X				X	X			X	
15	06/02/07	V	-	-	X 17,8 mm	X			X					X	X				
16	03/11/07	P	15h05min		X 28,4 mm	X			X	X				X	X				
17	22/02/09	V	15h00min	40 min	X 2,4 mm	X		X	X	X									
18	23/02/09	V	14h20min	20 min	X 4,6 mm	X			X	X			X						
19	19/11/09	P	17h50min	-	X 40,5 mm	X			X	X		X							
20	03/12/09	P	20h00min	-	X 17,6 mm	X			X					X	X				
21	16/01/10	V	-	-	X 64,4 mm									X	X			X	
22	16/10/11	P	-	-	X 21,2 mm						X		X	X	X	X	X		
23	21/12/11	P	5h30min	60 min	X 39,4 mm	X								X	X			X	
24	18/01/12	V	15h45min	-	X 13,6 mm	X								X	X				
25	19/09/12	P	20h00min	-	X 12,4 mm	X				X									
26	12/12/12	P	21h00min	60 min	X 17,6 mm	X				X			X						
27	14/12/12	P	18h05min	75 min	X 17,8mm		X								X	X	X	X	
28	05/01/13	V	17h30min	90 min	X 4,9 mm	X								X	X	X	X	X	
TOTAL	-	-	-	-	27	14	1	4	20	15	4	6	6	13	19	4	3	7	5

* Valores registrados de acordo com a Estação Meteorológica do INMet – A708. Fonte: SIDE. Organizado por: MEGDA, O. R., 2012

A distribuição horária das ocorrências pode ser vista na **Figura 24**, sendo que 4% delas não tiveram seus horários especificados. Observa-se que a grande maioria dos eventos (54%) ocorreu entre 12h01min e 18h00min. De acordo com Lee (1982), células urbano/industriais podem maximizar as precipitações pesadas no período da tarde, especialmente entre 14h00min e 17h00min, durante o máximo aquecimento superficial e instabilidades no verão. Assim, fortes precipitações vespertinas estão associadas às atividades convectivas.

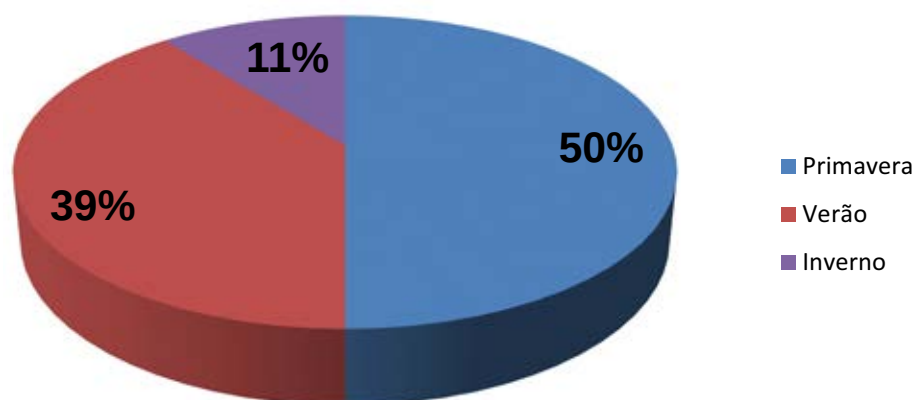
Figura 24- Distribuição horária das ocorrências danosas na cidade de Franca SP, no período de 2000 ao verão de 2013.



Fonte: IPMET.Org. MEGDA, O. R., 2012.

A **figura 25** mostra a distribuição dos eventos impactantes de acordo com as estações do ano. A maior parte deles ocorreu na primavera (50%) e no verão (39%), que são as estações mais quentes. Nelas, em condições sinóticas específicas, há o desenvolvimento de fortes atividades convectivas, que provocam grandes quantidades de chuva, acompanhadas de trovoadas e rajadas de vento, em períodos relativamente curtos, sobre ou a sotavento de áreas urbanas, como ressalta Souza (2000). Nestas estações, em todo o Sudeste do Brasil, as chuvas são mais intensas.

Figura 25- Distribuição sazonal das ocorrências registradas como eventos danosos a cidade de Franca no período de 2000 ao verão de 2013.



Fonte: IPMET. Org. MEGDA, O. R., 2013.

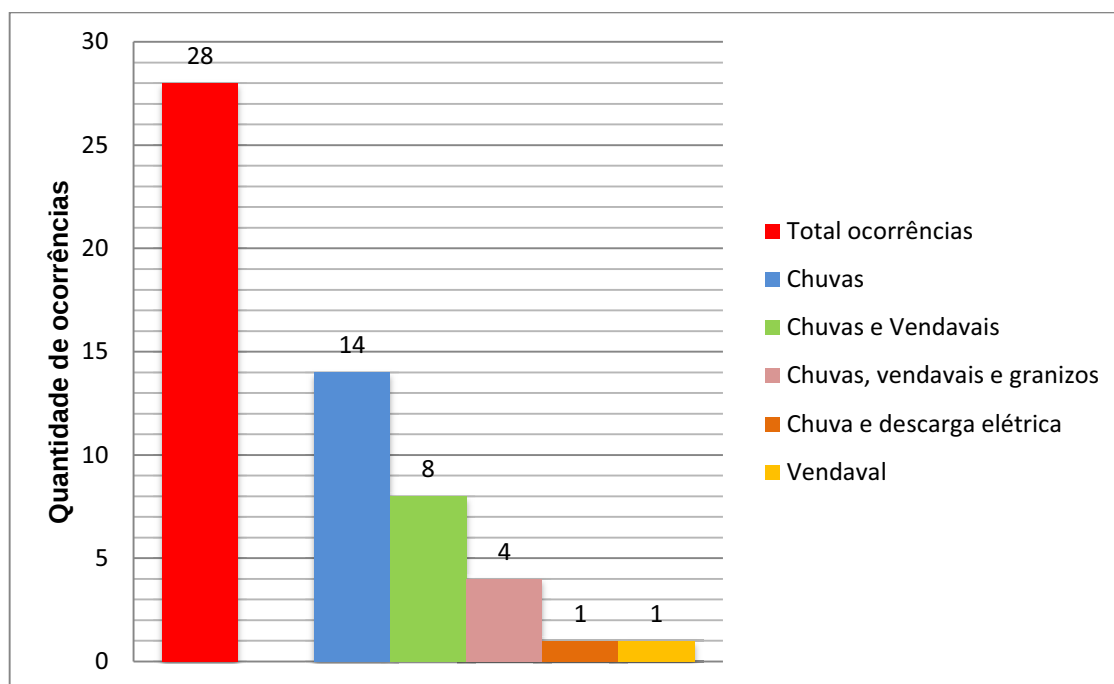
De acordo com Conti (1982), as cidades tendem a receber mais chuva que seus arredores em virtude da maior presença de núcleos higroscópicos na atmosfera, da formação de “ilhas de calor”, que provocam o aquecimento basal do ar, e do efeito de obstáculo, que aumenta o atrito dos ventos com a superfície, o que acentua a convergência.

Todavia, as precipitações não se distribuem regularmente na área citadina, como averiguou Alves Filho (1993) ao analisar as enchentes na cidade de São Paulo. Este autor verificou disparidade nos eventos pluviais entre áreas distintas da cidade, com variações de até 70 mm no período de 24 horas entre dois postos. Tal fato também aparece em pesquisa de Tavares e Silva (2005) sobre o impacto causado por uma frente quente na cidade de Rio Claro – SP, em 29 de Janeiro de 2005, quando choveu 245 mm na área norte da cidade e 145 mm na extremidade sul, de forma concentrada, o que ocasionou situações danosas em toda a área urbana e na região.

Os fenômenos motivadores dos eventos impactantes estão associados ao tempo instável e chuvas (50%), mas, conforme a **Figura 26** as precipitações estiveram, em 46,4% dos 28 acontecimentos, associadas

a ventos, granizo e raios, aumentando, assim, a capacidade de produzir danos. Em apenas uma ocasião (3,6%) o banco de dados se referiu à ocorrência de vendavais sem mencionar a associação com chuvas.

Figura 26- Distribuição dos impactos danosos na cidade de Franca por fenômenos causadores de 2000 até o verão de 2013.

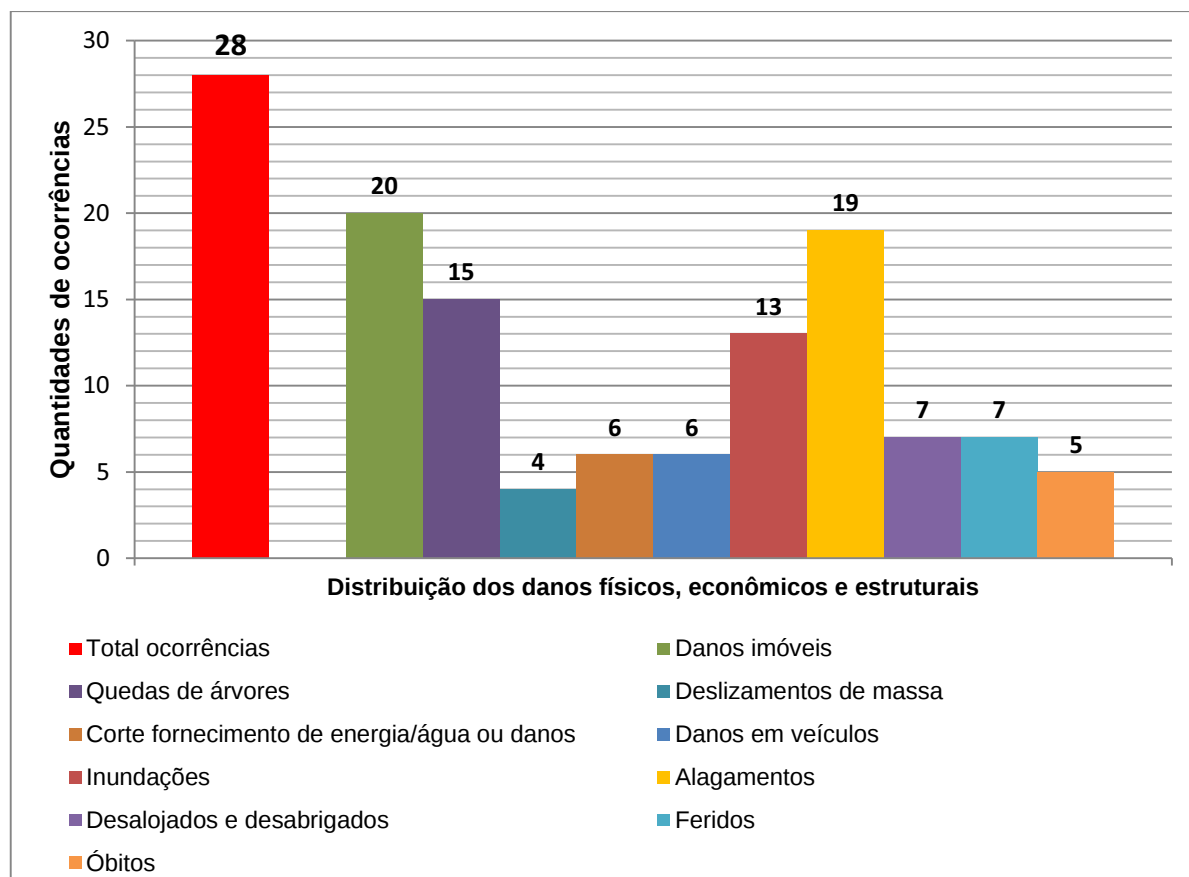


Fonte: IPMET. Org. MEGDA, O. R., 2013.

Os danos físicos, econômicos, estruturais e humanos causados à cidade de Franca durante os 28 eventos levantados estão expostos na **Figura 27**. Em 71,4% das ocorrências foram constatados danos em imóveis, em 53,6% houve quedas de árvores e em 21,4% existiram estragos em veículos ou rompimento no abastecimento de água e no fornecimento de energia. Em metade das ocasiões foram registradas inundações provocadas pelos transbordamentos dos cursos de água que cortam a cidade, em 67,9% dos episódios houve alagamentos e em 14,3% deslizamentos de massa. Tais danos, conforme exposto no **Quadro 4** e os valores percentuais, não aconteceram de forma isolada e resultaram de chuvas intensas associadas a outros atributos meteorológicos.

Das 28 ocorrências, em 19 delas (67,8%) houve pessoas desalojadas e/ou desabrigadas, feridos e óbitos.

Figura 27- Quantidade de danos físicos, econômicos e estruturais separados por ocorrências na cidade de Franca, período de 2000 ao verão de 2013.

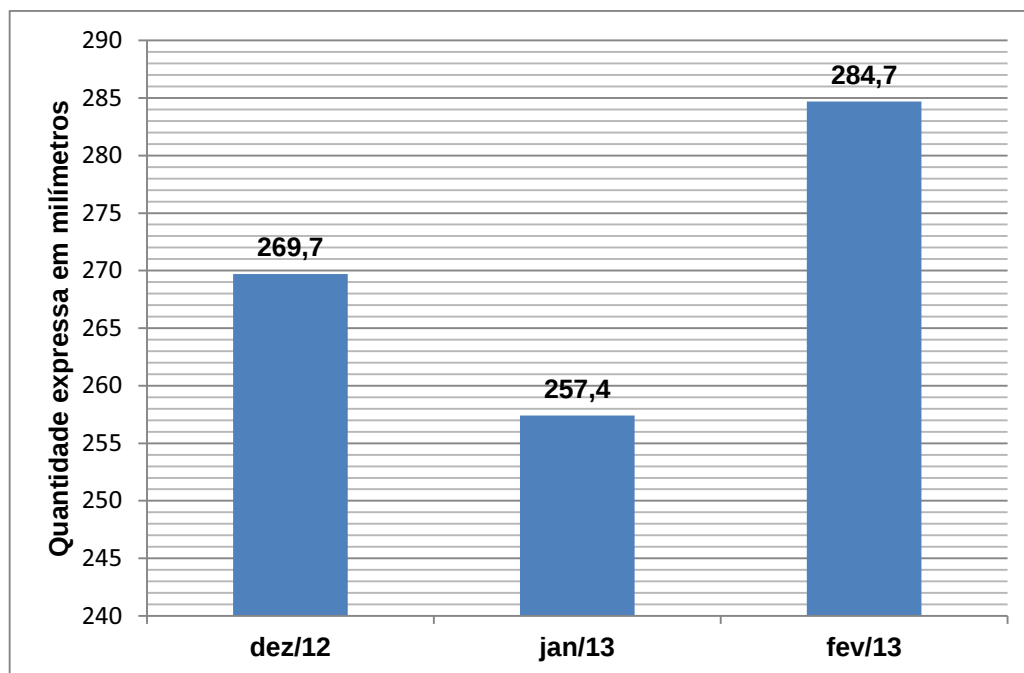


Fonte: IPMET. Org. MEGDA, O. R, 2013.

Diante de baixos valores pluviométricos registrados pela estação automática de Franca em dias de ocorrência de desastres e da discrepância dos valores de chuva em espaço restrito de áreas urbanas, conforme estudos mencionados (ALVES FILHO, 1993; TAVARES E SILVA, 2005), decidiu-se implantar na cidade, de dezembro de 2012 a fevereiro de 2013, uma rede de pluviômetros que permitisse melhor observar a distribuição da precipitação que, por ventura, viesse a provocar impactos.

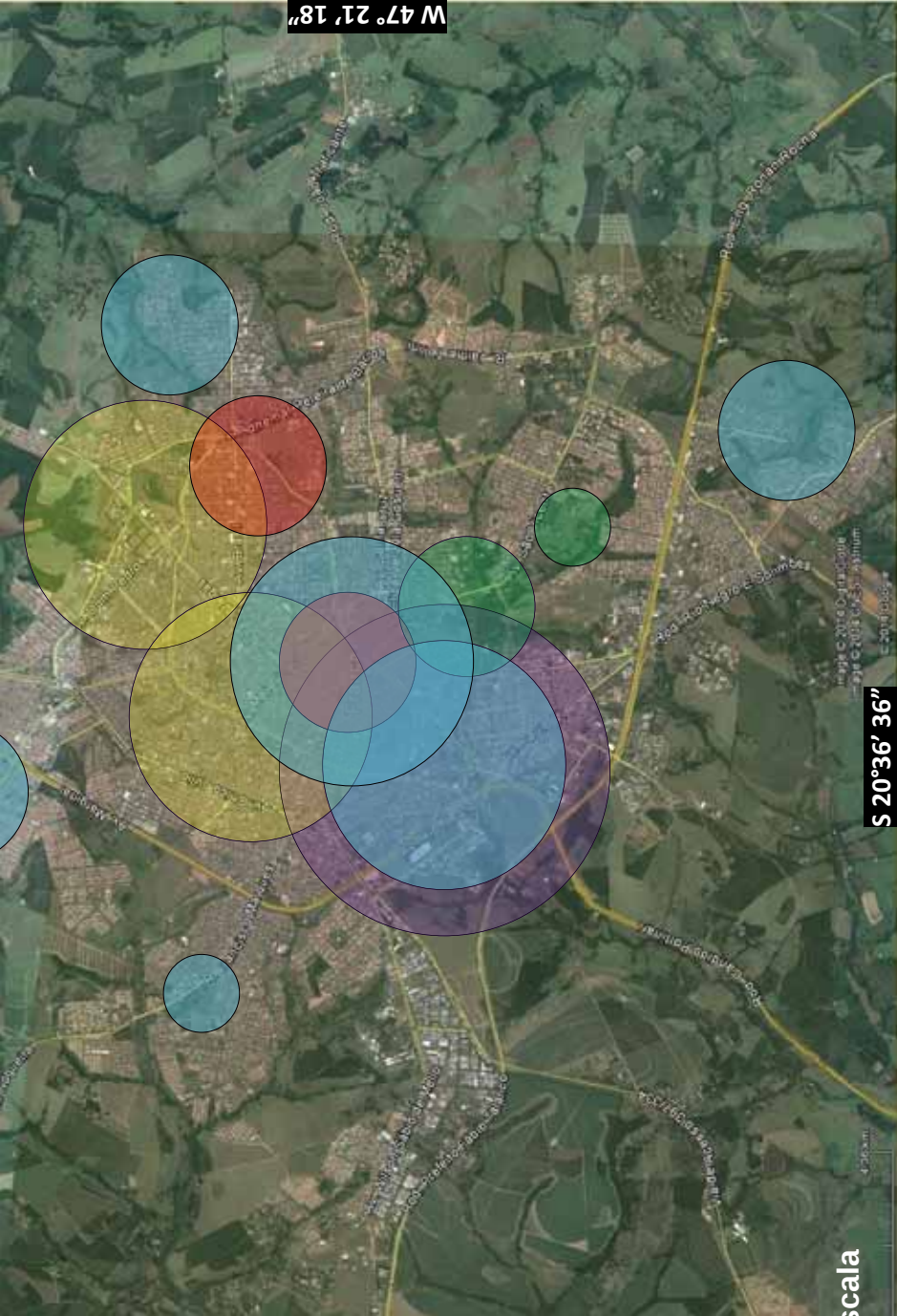
A pluviosidade média deste período, em Franca, a partir das coletas efetuadas nos pluviômetros da rede, alcançou 811,8 mm, variando de 257,4 mm precipitados em janeiro a 284,7 mm em fevereiro, conforme exibido na **Figura 28**.

Figura 28- Quantidade acumulada de chuva para os meses do verão de 2012/ 2013

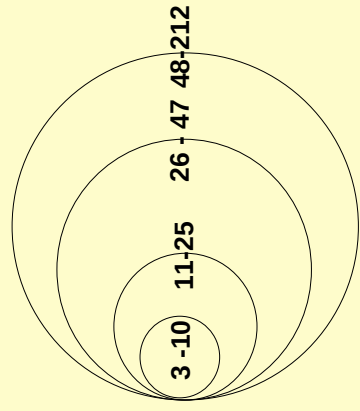


Org. MEGDA, O. R, 2013.

A espacialização das consequências dos eventos relacionados no **Quadro 4** mostra que toda a cidade de Franca foi afetada, mas, se consideradas as tipologias, alguns tipos de danos apresentaram recorrências acentuadas em locais específicos. A **Figura 29** trata dos alagamentos e das inundações que ocorreram em Franca entre 2000 e o verão de 2013.

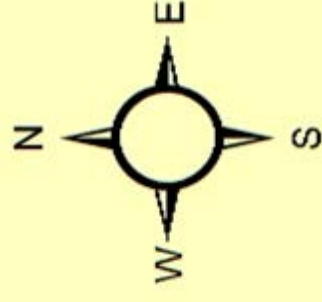


Legenda:



- Inundações na bacia do Córrego dos Bagres.
- Inundações na bacia do Córrego do Cubatão.
- Inundações na bacia do Córrego do Espraiado.
- Concentração de inundações no entroncamento dos córregos do Cubatão, Bagres e Espraiado, à jusante dos cursos.
- Alagamentos.

Fonte: Google maps, Extraído em 20 abr. 2014.



Os alagamentos se deram, principalmente, no Jardim Aeroporto II, localizado no sul da cidade; no Jardim Brasilândia, no nordeste da área urbana e a leste da Avenida Adhemar Pereira de Barros; e nos bairros Parque Vicente Leporace I e II, a oeste da Rodovia Cândido Portinari, no norte de Franca. Todos são bairros periféricos e suas partes baixas estão localizadas nas imediações de nascentes, onde a drenagem da água precipitada é dificultada porque o nível hidrostático se acha perto da superfície.

Os alagamentos também aconteceram na parte central da cidade, no espigão que separa os córregos dos Bagres e Cubatão, e nas áreas próximas à confluência destes dois córregos com o córrego Espraiado. Nestes locais eles estiveram associados às inundações, porque, com a elevação dos débitos destes cursos de água, não há condições propícias ao escoamento das chuvas que ocorrem sobre áreas impermeabilizadas.

As inundações estiveram sempre associadas ao transbordamento dos três córregos que cortam a cidade. Elas são mais comuns nas bacias dos córregos dos Bagres e Cubatão, que possuem vertentes convexas, o que acelera o escoamento em direção de jusante, e estão totalmente impermeabilizadas. Parte da bacia do córrego Espraiado ainda é vegetada e, o qual possui, antes de se juntar aos outros dois, uma represa, em um clube, e, mais recentemente, um piscinão, feito para retardar o fluxo da água. Por isso as inundações nesta bacia ocorrem de forma mais espaçada.

A área mais crítica é o Jardim Francano, especificamente na área do posto “Galo Branco”, situada ao sul da cidade, onde os córregos do Espraiado e Cubatão se juntam ao dos Bagres, pois por ali passa a água drenada da maior parte da cidade. A **Figura 30** ilustra episódios de inundações que ocorreram neste bairro.

Figura 30– Inundações ocorridas no entroncamento dos Córregos dos Bagres, Cubatão e Espraiado (área do posto Galo Branco). Foto obtida a partir da Rodovia Cândido Portinari em fevereiro de 2006 (esquerda) e no Córrego dos Bagres (direita), pouco acima da área anterior, em Janeiro de 2011.



Fonte: Divaldo Pereira, Jornal Comércio da Franca (2006) e; Tiago Brandão (2011).

Após obras de alargamento do canal na junção destes córregos, entre 2006/2007 (**Figura 31**), diminuíram as inundações no local, mas elas não deixaram de existir e continuaram a montante dos três cursos de água.

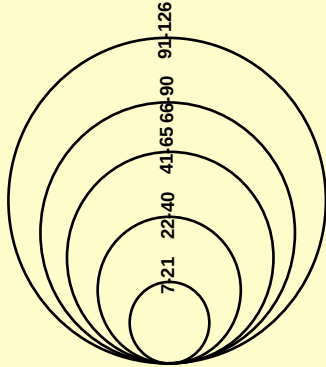
Figura 31- Obras de alargamento no entroncamento dos córregos dos Bagres, Cubatão e Espraiado (área do Galo Branco) em julho de 2006. Logo após o posto de combustível, vê-se a Rodovia Cândido Portinari.



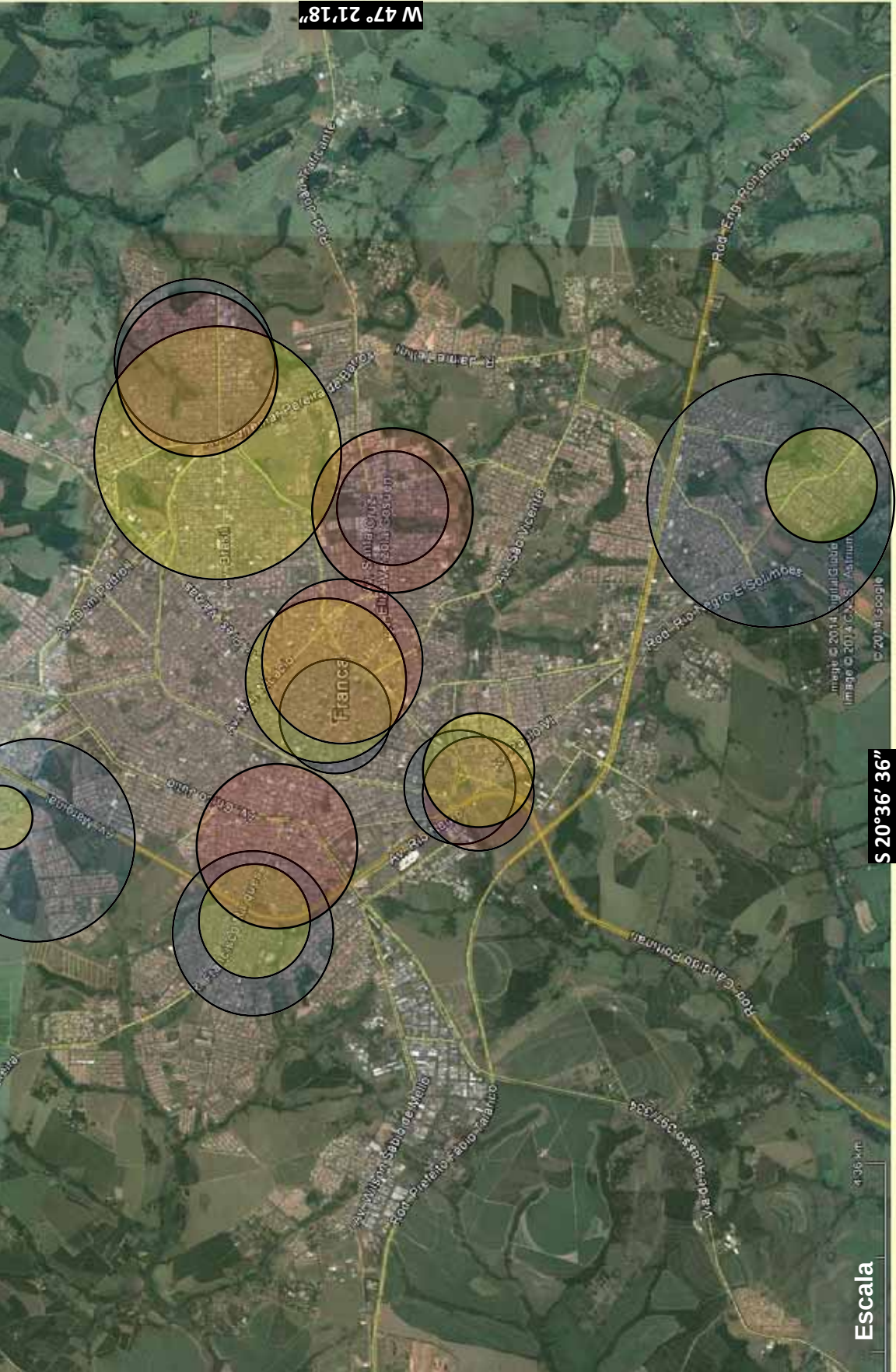
Fonte: Jornal Comércio da Franca (2006).

A **Figura 32** retrata a ocorrência de danos em imóveis e veículos e a queda de árvores na cidade de Franca. As áreas que tiveram maior quantidade de imóveis danificados estão situadas na parte sul da cidade, compreendendo os bairros Jardim Aeroporto I, II, III e IV, e a noroeste, nos bairros Parque Vicente Leporace, I, II e II, Jardim Portinari e Jardim Tropical. Os danos nestes bairros periféricos, onde foram registrados destelhamentos e desabamentos, podem ser explicados pela presença de conjuntos habitacionais e construções mais simples, habitados por uma população mais frágil do ponto de vista socioeconômico, por alagamentos constantes em alguns trechos e por fortes vendavais, originados em situações de instabilidade e sob a influência da orografia, que atuam em áreas menos edificadas, com menor atrito junto ao solo. No condomínio Morada do Verde, ao lado do Jardim Aeroporto, onde reside população de alto poder aquisitivo, não houve nenhuma ocorrência no período estudado.

Legenda:



-  Danos imóveis (destelhan
-  quedas de muros e desab
-  Danos em veículos.
-  Quedas de árvores



te: Google maps, extraído em 20 abr.2014.

Danos em prédios também foram constatados no nordeste da cidade, na área do Jardim Brasilândia, e no oeste, nos bairros como Residencial Santa Clara, Parque Continental e Jardim Martins, que guardam semelhanças com os já comentados. Na área central da cidade e no “Galo Branco” os danos às edificações estão predominantemente ligados às inundações e aos alagamentos.

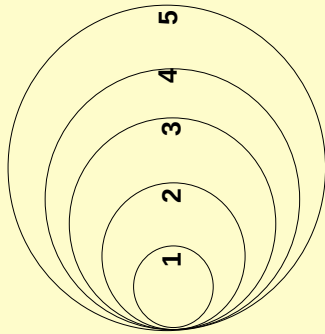
As quedas de árvore ocorreram em grande quantidade no nordeste de Franca, junto ao relevo de *cuesta*, em bairros como Jardim Brasilândia, Jardim Paulista, Jardim Paulistano, Palestina, o que pode ser atribuído à influência da orografia na circulação atmosférica. Os ventos que ascendem nesta área são canalizados pelos vales dos córregos dos Bagres e Cubatão e por avenidas centrais arborizadas, com disposição geral norte – sul, nas quais muitas ocorrências também foram registradas.

As praças também foram bastante afetadas por quedas de árvores, como a da Catedral, no centro, e a que existe junto à antiga Estação, na Avenida Santos Dumont, também muito arborizada, no oeste da cidade. Os danos em veículos ocorreram onde houve quedas de árvores, inundações e alagamentos.

A **Figura 33** mostra as áreas onde houve interrupção no serviço de água ou de energia elétrica e deslizamentos de massa.

A maior parte dos cortes nos serviços de energia está associada à queda de árvores sobre os sistemas de distribuição (postes e fiações) nos dias em que ocorreram vendavais, acompanhados ou não de chuvas fortes. Por essa razão as áreas mais afetadas foram as dos bairros Jardim Brasilândia, Jardim Paulistano, Parque Vicente Leporace, Jardim Tropical, Jardim Portinari, Jardim Luiza I e a região central da cidade. Cortes de serviços de água estão ligados às enchentes do Rio Canoas onde se processa o serviço de captação.

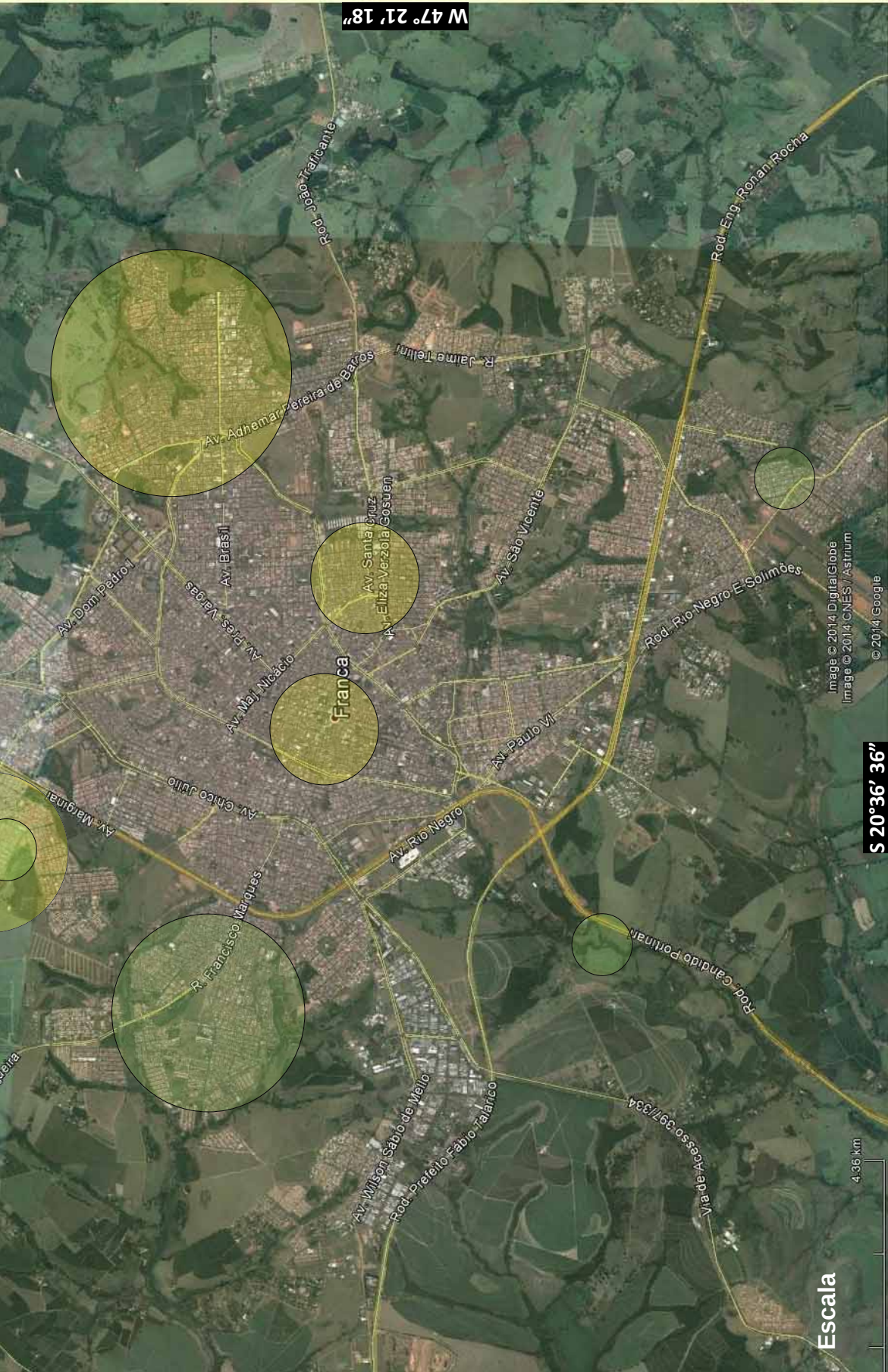
Legenda:



Corte no fornecimento água
danos nas redes.



Deslizamentos de massa.



te: Google maps, extraído em 20 abr. 2014.

obtidos: Banco de Dados do IpMet (Unesp); SIDECA (Sistema Integrado de Defesa Civil); Corpo de Bombeiros de Franca; Jornal Comércio da Franca e Jornal Diário da Franca. Elaboração e

Movimentos de massa se deram predominantemente associados à presença de voçorocas ou ao início do processo de voçorocamento. No Jardim Dermínio, oeste da cidade, eles ocorreram nos períodos chuvosos, com solo bastante encharcado, provocando a regressão e o alargamento da voçoroca existente, que foi transformada em praça e teve o curso de água canalizado em 2008 (**Figura 34**). No Jardim Aeroporto II uma das ocorrências se deu em área de forte declive, em que o montante pluvial gerou a liquefação do solo, soterrou uma residência e gerou uma voçoroca.

Somente uma das ocorrências não ocorreu na área urbana, mas dentro do limite municipal, num trecho da Rodovia Cândido Portinari (aproximadamente a 8 km do centro de Franca), onde houve o deslizamento de massa devido ao corte da estrada numa área de inclinação acentuada.

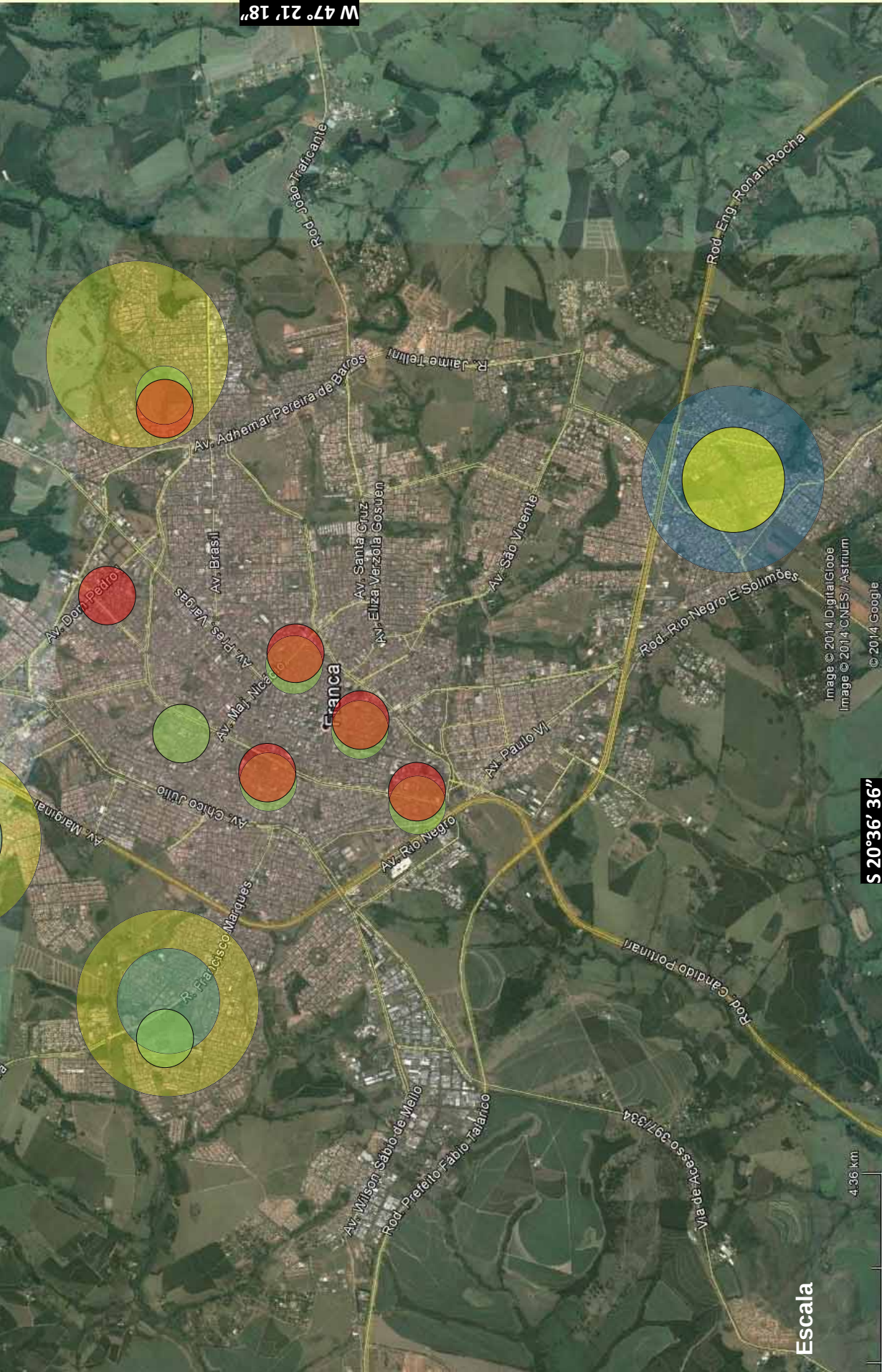
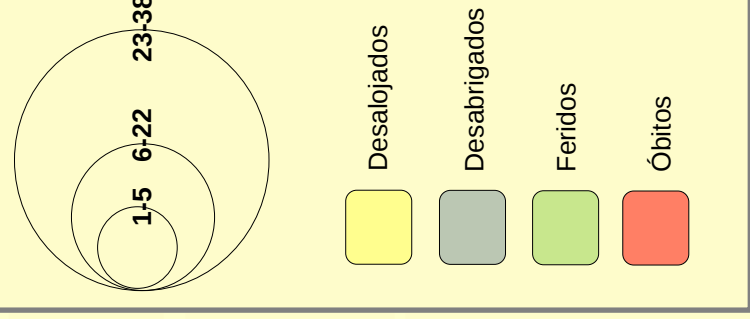
Figura 34- Notícia sobre danos provocados por movimentos de massa no Jardim Dermínio, em Franca SP.



Fonte: Jornal Comércio da Franca (2005).

As ocorrências com desalojados, desabrigados, mortos e feridos estão mostradas na **Figura 35**. A maior parte dos desalojados e desabrigados foi constituída por moradores dos bairros Jardim Brasilândia, Jardim Paulistano, Palestina, Jardim Panorama, localizados junto à *cuesta*, no nordeste da área urbana; dos Parques Vicente Leporace II e III, Jardim Portinari e Jardim Tropical, no nordeste; do Jardim Dermínio e Vila São Sebastião no oeste, e do Jardim Aeroporto, no sul. Estes foram os principais bairros periféricos, com população de menor renda, moradias simples, onde ocorreram danos em residências por quedas de árvores, granizo, alagamentos e movimentos de massa.

Já as ocorrências de mortos e feridos se deram, principalmente, ao longo dos canais dos córregos dos Bagres e Cubatão, provocados por transbordamentos e inundações das áreas periféricas. Estes córregos são canalizados e margeados por duas das principais vias de circulação de Franca, Avenida Dr. Antônio Barbosa Filho e Avenida Ismael Alonso y Alonso, predominantemente comerciais, que ligam o norte ao sul da cidade, passando pelas imediações da área central. Inundações destas avenidas, além de paralisarem a cidade, pelo movimento existente, têm grandes chances de produzirem vítimas.

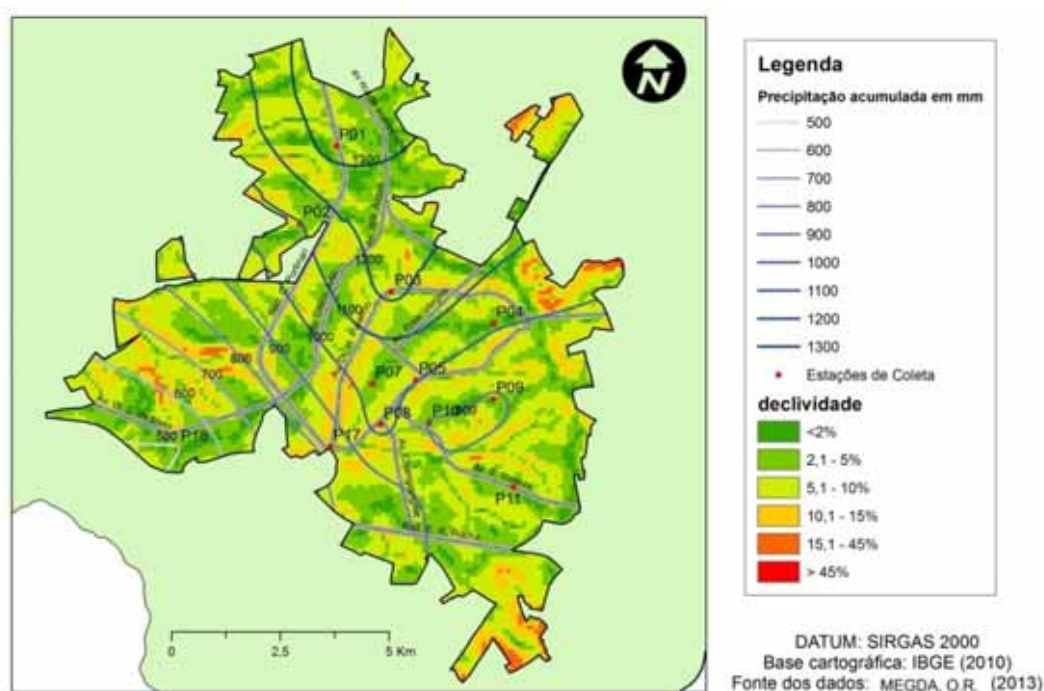


Google maps, Extraído em 20 abr. 2013.

idos: Banco de Dados do IpMet (Unesp); SIDECA (Sistema Integrado de Defesa Civil); Corpo de Bombeiros de Franca; Jornal Comércio da Franca; Jornal Diário da Franca. Elaboração e org

A **Figura 36** mostra a distribuição espacial da chuva na cidade de Franca, durante o trimestre mencionado, que declinou de NNE, onde foram registrados valores superiores a 1300 mm, para SSW, onde a pluviosidade ficou perto de 500 mm. Tal distribuição ilustra a influência orográfica representada pelo rebordo do relevo *cuestiforme*, situado nas imediações da área urbana, que propiciou, num espaço restrito, uma diferença de 800 mm na precipitação.

Figura 36– Mapa da precipitação acumulada e declividade da área urbana de Franca – SP para o verão de 2012/2013 (meses de dez/12; jan/13 e fev/13).



Fonte: Dados obtidos da rede pluviométrica instalada na cidade de Franca - SP. Org. e obtenção dos dados: MEGDA, O.R., 2013.

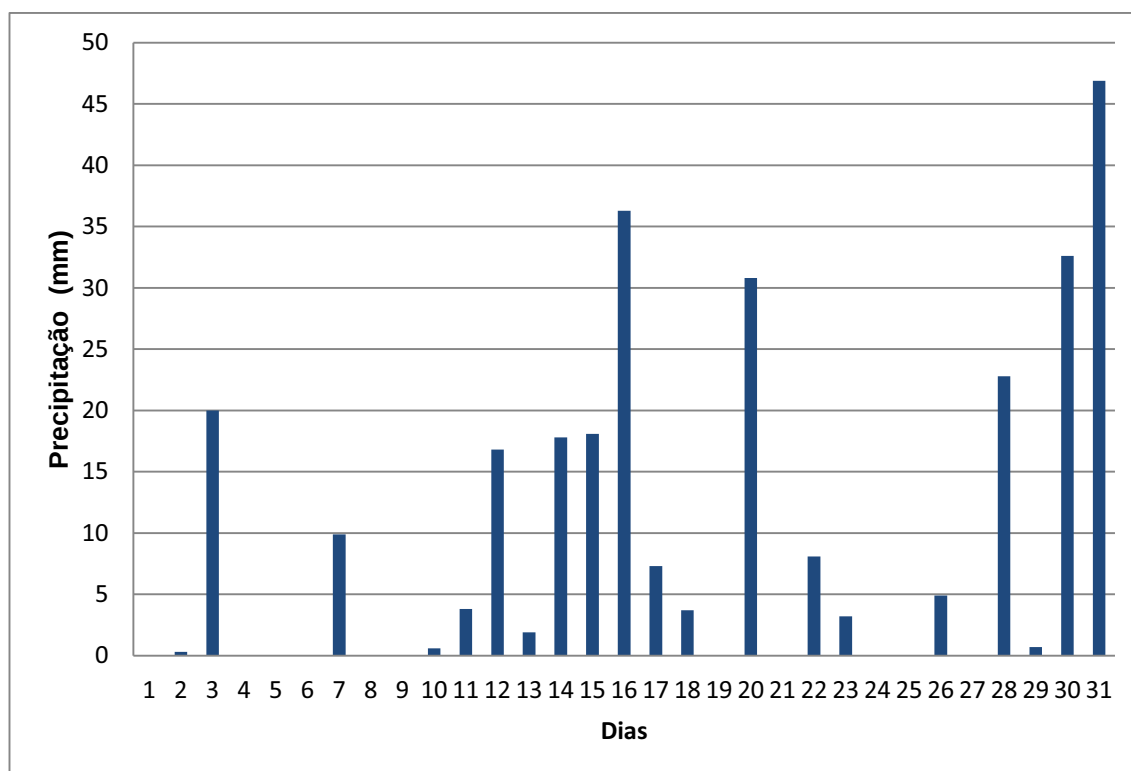
A circulação atmosférica responsável pelos tipos de tempo ocorridos nos meses de dezembro de 2012 e janeiro e fevereiro de 2013, período de coleta dos dados pluviométricos pela rede implantada, foi analisada a partir das imagens de satélite disponíveis na homepage do CEPTEC e do Boletim Climanálise (CPTEC, 2012, 2013a e 2013b).

4.1- Circulação atmosférica e tipos de tempo em dezembro de 2012.

Segundo o Boletim Climanálise (CPTEC, 2012), o mês de dezembro de 2012, quando se iniciaram as atividades de campo desta pesquisa, foi atípico em relação ao que comumente se via no Brasil. Houve uma menor atuação da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) e, diante da presença de um sistema de alta pressão subtropical na baixa atmosfera, foram inibidas as chuvas na região central do país. No estado de São Paulo, a temperatura média mensal variou entre 18° C e 26°C, com anomalias positivas que excederam 4°C na porção leste do estado.

O mês de dezembro começou com a presença de uma baixa pressão na Argentina, da qual se originou um sistema frontal, que nos dias 1 e 2 atuou no sul do país, o que provocou chuva principalmente nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Na madrugada do dia 3 esta frente se achava sobre o estado de São Paulo e foi responsável pelas precipitações ocorridas na cidade de Franca, conforme pode ser visualizado na **Figura 37**.

Figura 37– Precipitações Diárias em Franca – SP referente ao mês de Dezembro de 2012.



Posto: Franca A708 **Lat. :** 20°58'44 " **Long.:** 47° 38' 25" **Altitude:** 1026m.
Fonte: INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Org. MEGDA, O.R., 2013.

No dia 4, enquanto o eixo frontal se deslocava para os estados do Espírito Santo e Minas Gerais, nova atividade frontogenética era vista sobre o Rio Grande do Sul, Uruguai e norte da Argentina. Este novo sistema permaneceu atuando no sul do país pelos dias seguintes. No entanto, no final do dia 6 e início da madrugada do dia 7, perpendicularmente a ele, sobre o continente, formou-se uma extensa área de instabilidade, com forte atividade convectiva, responsável por precipitações ocorridas na cidade de Franca. No dia 9, esta frente alcançou o estado paulista, mas, por estar em frontólise, não houve registro de chuva. No dia 10, a frente já havia se deslocado para Minas Gerais e Espírito Santo, porém outra frente fria, que estava em formação na altura do Rio da Prata, chegou ao estado de São Paulo no final do dia 11, o que propiciou o retorno das precipitações (**Figura 37**).

A incidência de jatos de baixos níveis direcionados ao sul do Brasil gerou forte área de instabilidade no Rio Grande do Sul, que se propagou para São Paulo, com uma disposição N-S sobre o continente, e se intensificou ao longo do dia 12, gerando fortes precipitações. Esta área se juntou, em Minas Gerais, ao eixo frontal, acarretando fortes precipitações nas regiões sul e sudeste. No dia 13, à medida que as precipitações amenizaram em Franca, outra frente fria se estabelecia desde o Rio Grande do Sul ao Paraná, com a formação de um ciclone extratropical no Atlântico, ao sul do Rio da Prata, e forte convecção no norte da Argentina. No dia seguinte Franca foi afetada por este sistema, que, ao receber a umidade oriunda da Amazônia por meio de jatos de baixos níveis, deu origem à Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que atuou até o dia 17, no centro-oeste e sudeste do país, afetando a divisa dos estados de São Paulo e Minas Gerais. Mesmo com a dissipação da ZCAS, Franca ficou à mercê de uma área de instabilidade intensificada pela topografia e disposta ao longo da área litorânea, de Santa Catarina ao Espírito Santo, formada pelo ar do anticiclone polar que se achava sobre o Atlântico e que convergia em direção ao continente **(Figura 37)**.

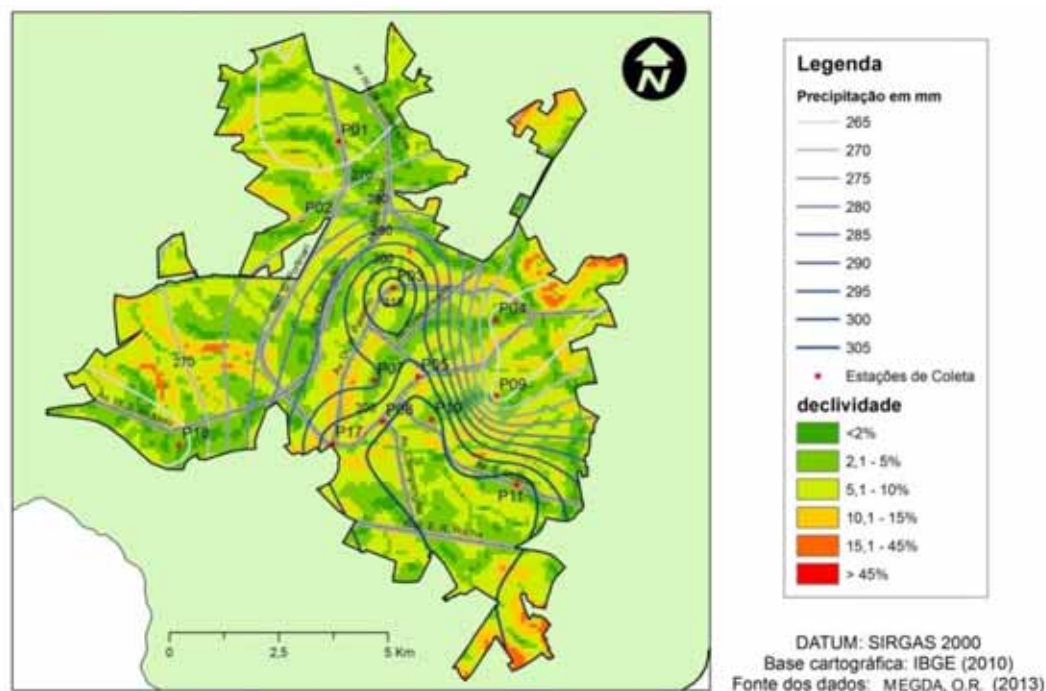
No dia 20 a configuração de uma ampla área de baixa pressão no noroeste da Argentina originou mais um sistema frontal, que se dispôs sobre o Rio Grande do Sul e alcançou São Paulo no dia 22. No entanto, na latitude tropical entrou rapidamente em frontólise e, dessa forma, não ocasionou chuvas intensas em Franca.

No dia 24, enquanto o estado de São Paulo se achava sob o domínio de um anticiclone polar em processo de tropicalização localizado no Atlântico, na Argentina, ao sul do Rio da Prata, era formada uma nova frente fria, que, no dia 26, já atuava nos estados do sul do país e provocava chuva no território paulista por meio de linhas de instabilidade que se dispunham perpendicularmente a ela. Esta frente alcançou São Paulo no dia 28, onde atuou até o final de dezembro, produzindo precipitações elevadas em Franca, mas sem ocorrências de impactos **(Figura 37)**.

Durante o mês de dezembro de 2012, as precipitações em Franca foram causadas predominantemente por sistemas frontais e pela ZCAS. Apenas em um episódio ficou constatada a ocorrência de chuvas provocadas pela convergência dos ventos oriundos de um sistema de alta pressão polar, localizado no Atlântico, ao se depararem com a barreira orográfica disposta junto à zona litorânea, composta pelas Serras do Mar e Mantiqueira, às quais na área de Franca se junta o relevo de *cuesta*.

A **Figura 38** retrata a distribuição da chuva em Franca no mês de dezembro de 2012. As áreas centro e sul da cidade foram aquelas onde mais choveu. A partir da zona central a precipitação declinou de 310 mm para 270 mm em direção ao norte, oeste e leste. Tal distribuição das precipitações condiz com os sistemas atmosféricos que as geraram, pois os sistemas frontais, principal responsável por elas, são oriundos do quadrante sul. Ainda que as diferenças dos totais obtidos nos diversos postos tenham sido diminutas, os vales da área central da cidade foram os que receberam maior quantidade de chuva.

Figura 38– Mapa da precipitação e Declividade da área urbana de Franca – SP para o mês de Dezembro de 2012.



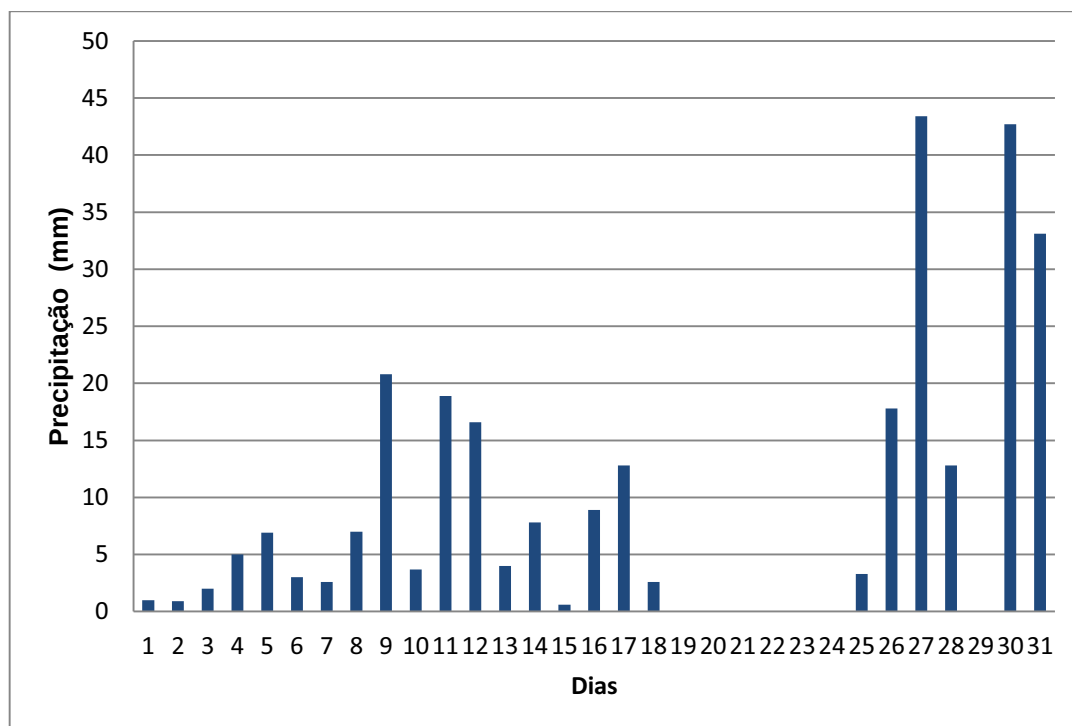
Fonte: Dados obtidos da rede pluviométrica instalada na cidade de Franca - SP. Org. e obtenção dos dados: MEGDA, O.R., 2013.

4.2 Circulação atmosférica e tipos de tempo em janeiro de 2013.

O sistema frontal, que no final de dezembro de 2012 alcançou o estado de São Paulo, recuou para a região sul, onde provocou chuvas fortes e rajadas de vento superiores a 100 km/h (CPTEC, 2013b). Nos dias 2 e 3 de Janeiro ele voltou a atuar no estado paulista, onde começou a se dissipar, principalmente pelo interior. Nos dias 4 e 5 alcançou Minas Gerais, mas continuou a influenciar o tempo na divisa com São Paulo, sendo o responsável pelas chuvas ocorridas em Franca no início de janeiro (**Figura 39**). Simultaneamente nova frente se estabelecia no Rio Grande do Sul.

As atividades frontogenéticas permaneceram acentuadas ao sul de São Paulo até o dia 8, mas movimentos convectivos foram detectados sobre o estado. A nova frente fria alcançou São Paulo no dia 9, onde atuou até o dia seguinte. A partir do dia 10, em razão do ar úmido oriundo da Amazônia que convergia em direção ao eixo frontal, formou-se a ZCAS, que no dia 11 passava sobre Minas Gerais e alcançava a fronteira com a Bahia. No entanto, sua extremidade meridional permaneceu influenciando o tempo na fronteira de Minas Gerais com São Paulo, respondendo por precipitações na cidade francana. No dia 14 a ZCAS recuou para a latitude tropical, à medida que começou a se desfazer, mas sua porção litorânea, onde imperavam atividades frontogenéticas, permaneceu influenciando o tempo no território paulista até o dia 17 (**Figura 39**).

Figura 39– Precipitações Diárias em Franca – SP referente ao mês de Janeiro de 2013.



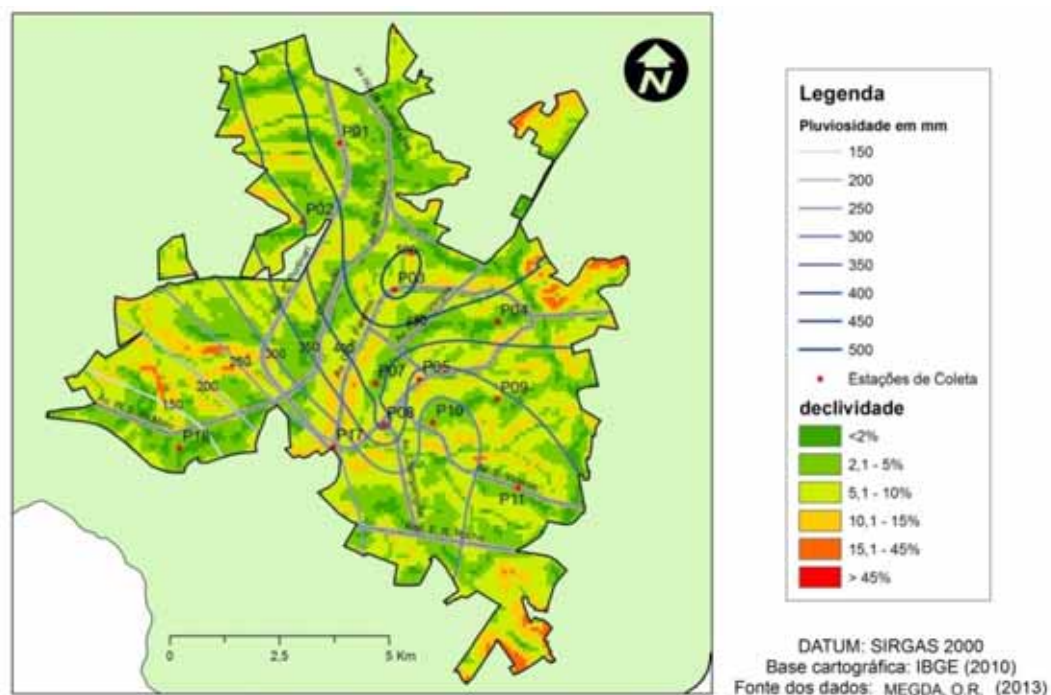
Posto: Franca A708 **Lat.:** 20°58'44" **Long.:** 47° 38' 25" **Altitude:** 1026m
Fonte: Dados obtidos do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Org. MEGDA, O.R., 2013.

Entre os dias 18 e 24 de janeiro, o estado de São Paulo permaneceu sob o domínio de um anticiclone polar tropicalizado, disposto sobre o Atlântico. Com este sistema predominou o bom tempo. No dia 25, linhas de instabilidade posicionadas perpendicularmente a um novo sistema frontal situado no sul do país levaram à mudança do tempo em São Paulo. A frente, que alcançou Franca no dia 26, atuou sobre Minas Gerais e Espírito Santo até o dia 30, mas continuou a influenciar o tempo na divisa entre os estados paulista e mineiro. O mês termina com este sistema recuando para São Paulo. Com sua atuação, as chuvas voltaram a acontecer em Franca no final de janeiro (**Figura 39**).

A **Figura 40** mostra a precipitação captada pela rede instalada na cidade de Franca, no mês de janeiro de 2013, que oscilou, espacialmente, entre 500 e 150 mm, mostrando grande discrepância em

uma área restrita. O local mais chuvoso foi o mesmo do mês anterior, mas os totais declinaram de NNE para SSW, porque nos períodos de grande pluviosidade, entre 10 e 14 e 26 e 30 de janeiro, os sistemas ZCAS e frontal, responsáveis, respectivamente, pelos tipos de tempo, tinham sua localização, centralizada, em latitudes ao norte da cidade de Franca, o que contribuiu para intensificar a influência orográfica.

Figura 40– Mapa da precipitação e Declividade da área urbana de Franca – SP para o mês de Janeiro de 2013.



Fonte: Dados obtidos a partir da instalação de rede pluviométrica na cidade de Franca - SP. Org. e obtenção dos dados: MEGDA, O.R., 2013.

4.3 Circulação atmosférica e tipos de tempo em fevereiro de 2013.

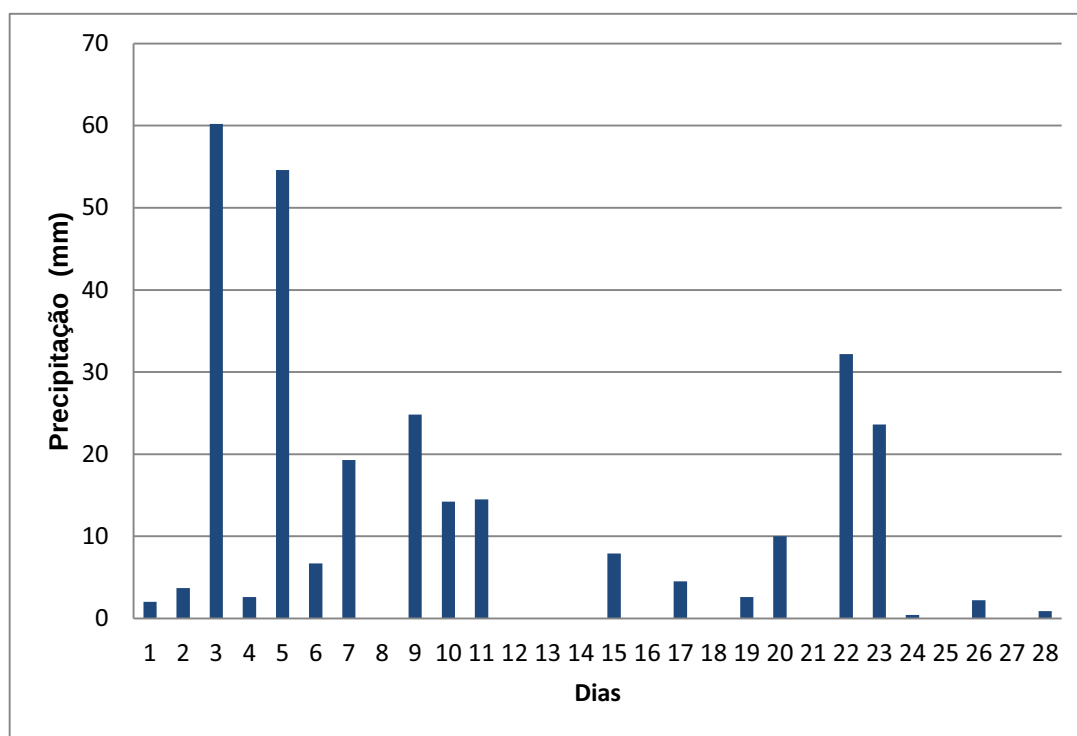
Fevereiro teve início com um sistema frontal atuando nas regiões norte e nordeste do estado de São Paulo, propiciando chuvas atenuadas em Franca nos dias 1 e 2. Neste segundo dia do mês havia uma frente fria no Rio Grande do Sul, que alcançou São Paulo no dia 3, à medida que o eixo frontal anterior entrava em frontólise na Bahia. Nos dias

que se sucederam, diante da convergência de ar úmido da Amazônia em direção à Depressão do Chaco e ao sistema frontal, formou-se a ZCAS, que, até o dia 6, atuou, principalmente, pela região central do país, centro e sul de Minas Gerais, norte de São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Daí até o dia 10, a ZCAS se deslocou em direção ao sul do país, influenciando o tempo desde São Paulo até o Rio Grande do Sul. Estes primeiros dez dias de fevereiro, graças à atuação de uma frente fria e, sobretudo, à ação da ZCAS, foram os mais chuvosos do mês na cidade de Franca (**Figura 41**).

A partir do dia 11 outro eixo frontal se delineava na altura do Rio da Prata, passando pelo Uruguai e pelo oeste do Rio Grande do Sul. Com esta atividade frontogenética estabelecida e a frente anterior se desfazendo junto ao litoral de São Paulo, a ZCAS se posicionou ainda mais ao sul do país, influenciando o tempo do Rio Grande do Sul ao Paraná e na porção meridional de São Paulo. Nos dias 16 e 17 a ZCAS estava desfeita, restando apenas um sistema frontal, em frontólise, que passava pelo sul de Minas Gerais, norte de São Paulo e Rio de Janeiro (**Figura 41**). Simultaneamente outra frente fria atuava no Uruguai e na Argentina.

Este sistema frontal, que permaneceu semi-estacionário na região sul até o dia 21, alcançou o estado de São Paulo nos dias 22 e 23, quando acarretou precipitações na cidade de Franca (**Figura 34**). No dia 23 houve, inclusive, alguns impactos danosos oriundos das pesadas chuvas na baixada santista, com registros de até 100 mm em Cubatão e valores próximos a 180 mm na Rodovia dos Imigrantes (CPTEC, 2013b)

Figura 41– Precipitações Diárias em Franca–SP referente ao mês de Fevereiro de 2013.



Posto: Franca A708 **Lat.:** 20°58'44" **Long.:** 47° 38' 25" **Altitude:**1026m

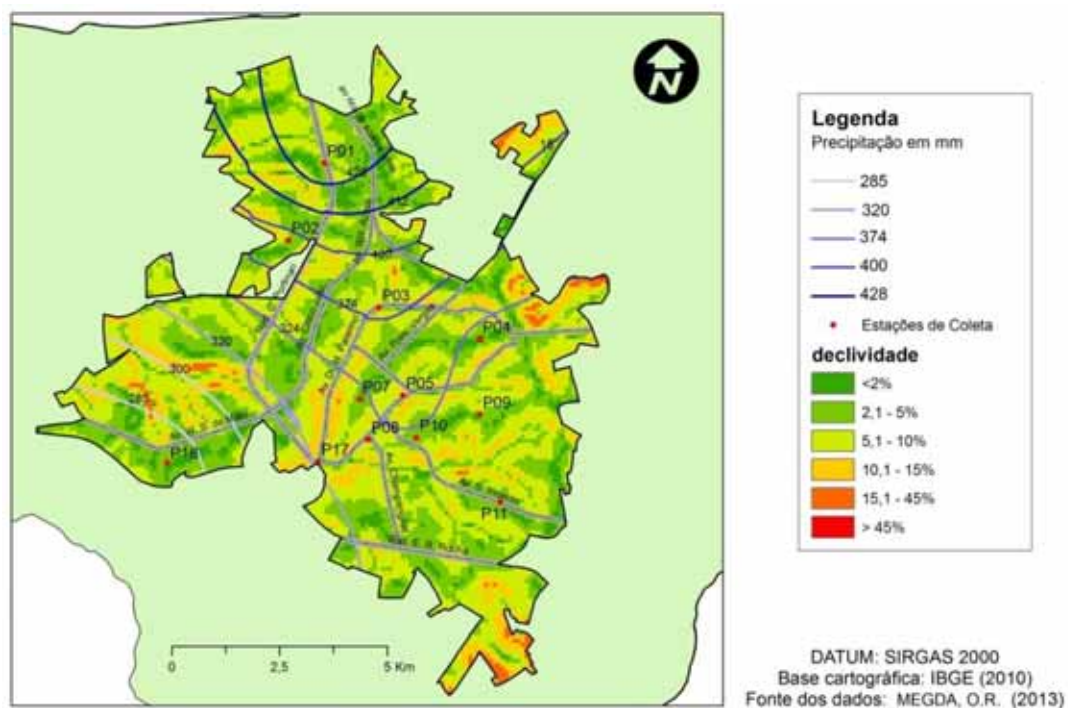
Fonte: Dados obtidos do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Org. MEGDA, O.R., 2013

No dia 24 outra frente fria já atuava no Rio Grande do Sul, enquanto São Paulo permanecia sob a ação de um anticiclone polar tropicalizado, localizado sobre o Atlântico, e o sistema frontal anterior estava em frontólise no litoral do Espírito Santo. Esta nova frente alcançou o estado paulista no dia 26, mas já enfraquecida e, por essa razão não provocou chuvas acentuadas em Franca. No último dia do mês de fevereiro, ela atuava no norte de Minas Gerais e no Espírito Santo, à medida que o tempo em São Paulo era influenciado pela massa polar que a impulsionava (**Figura 41**).

O mapa da distribuição das precipitações na cidade de Franca, no mês de fevereiro de 2013 (**Figura 42**) mostra que as chuvas declinaram outra vez de NNE para SSW, evidenciando a influência do relevo de *cuesta*

e da ação da ZCAS, que em grande parte do início do mês se posicionou ao norte do estado de São Paulo e foi responsável por apreciável volume de chuvas em Franca.

Figura 42– Mapa da precipitação e Declividade da área urbana de Franca – SP para o mês de Fevereiro de 2013.



Fonte: Dados obtidos a partir da instalação de rede pluviométrica na cidade de Franca - SP. Org. e obtenção dos dados: MEGDA, O.R., 2013.

Durante o período de coleta de dados ocorreram três eventos, em 12 e 14 de dezembro de 2012 e 05 de janeiro de 2013, que causaram danos à estrutura física da cidade e à população, conforme apresentado no **Quadro 4**. Nestas datas ocorreram chuvas, vendavais e descargas elétricas, com durações entre 60 e 90 minutos, desestruturando vários sistemas na cidade e causando até mesmo óbitos.

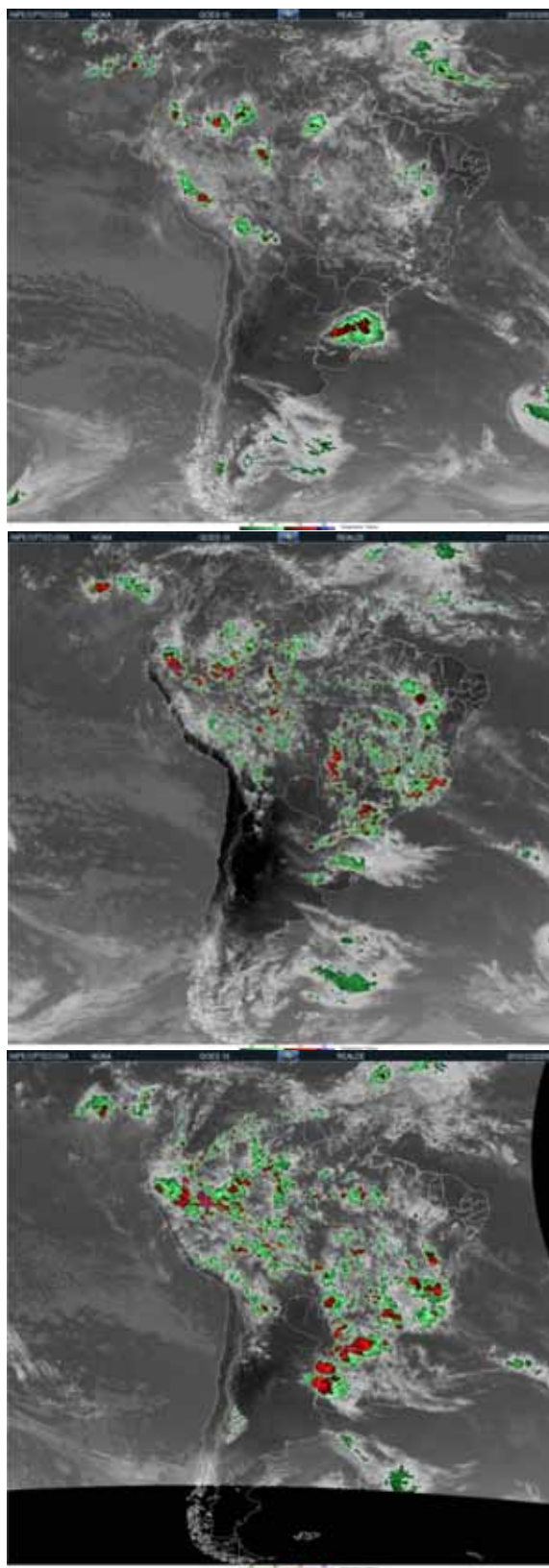
Estes eventos, que foram acompanhados com detalhe, serão examinados a seguir, a fim de se correlacionar os fenômenos atmosféricos à distribuição espacial dos danos. Buscar-se-á, com isso, identificar às áreas mais susceptíveis aos desastres, esclarecer as suas causas e propor medidas mitigadoras.

4.4 As ocorrências dos dias 12 e 14 de dezembro de 2012.

No dia 11 de dezembro, ocorreram chuvisqueiros isolados, sob o domínio de um sistema frontal, por volta das 11 horas em Franca. Predominaram nesta data ventos de nordeste, com velocidades entre 2 e 4 m/s durante o dia e abaixo destes valores no período noturno. As temperaturas oscilaram entre 21 e 28° C, com ligeiro declínio por ocasião dos chuviscos. No início da manhã do dia 12 de dezembro de 2012, a frente sobre o continente se achava em dissipação. A temperatura, que na madrugada atingiu 20° C, elevou-se, paulatinamente, e, por volta das 12 horas, alcançou 28° C. Desde 4 horas os ventos passaram a soprar do sul e aumentaram de velocidade à medida que progredia o aquecimento. Nas horas iniciais do período matutino o sol chegou a brilhar entre nuvens baixas, mas a partir das 12 horas, com o aumento da nebulosidade, as temperaturas diminuíram e a velocidade do vento também se mostrou menor.

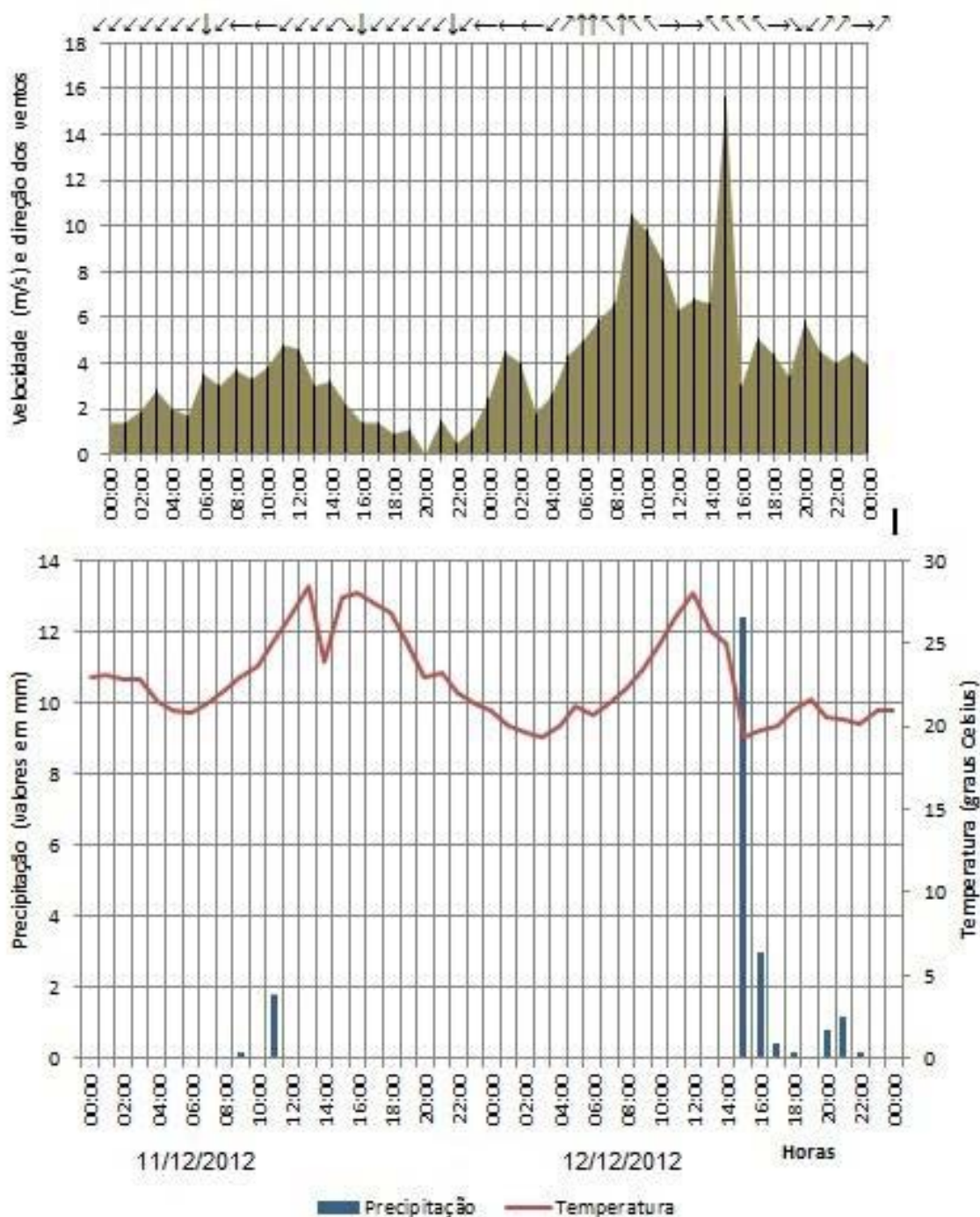
Enquanto isso, no Rio Grande do Sul, logo na manhã do dia 12, havia uma área de instabilidade, com fortes movimentos convectivos e precipitações, que se propagou rapidamente por todo o sul do Brasil e alcançou o território paulista no final da tarde e início da noite, reativando o sistema frontal que estava em frontólise. Em Franca, a chegada deste sistema instável e a reativação da frente provocaram chuvas intensas entre 15 e 16 horas, quando a velocidade do vento atingiu 16m/s e as temperaturas recuaram para 20° C. As precipitações prosseguiram, como chuviscos, até 21 horas, acompanhadas por ventos de sul e oeste, que sopravam a 4m/s (**Figuras 43 e 44**).

Figura 43– Imagens realçadas do satélite GOES das 12, 18 e 22 horas GMT (da superior para a inferior) do dia 12 de dezembro de 2012, mostrando a evolução de um sistema de instabilidade originado sobre o Rio Grande do Sul. As cores vermelhas representam áreas com nuvens mais altas e precipitação.



Fonte: CPTEC/INPE (2012).

Figura 44– Precipitações, temperaturas e ventos em Franca–SP, nos dias 11 e 12 de dezembro de 2012.



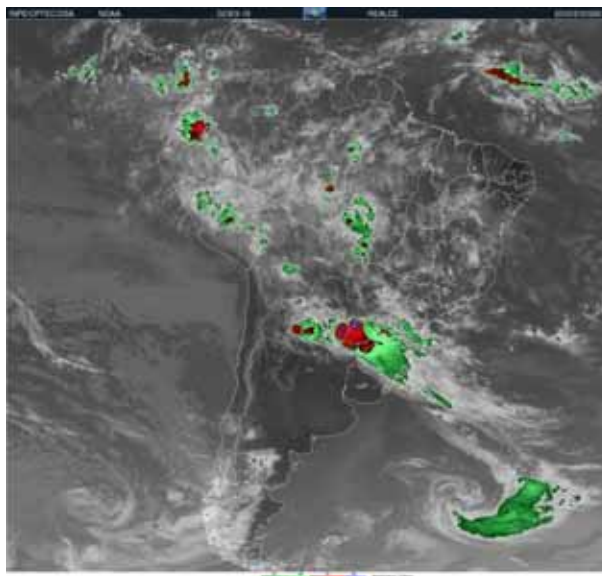
Posto: Franca A708 **Lat.:** 20°58'44" **Long.:** 47° 38' 25" **Altitude:** 1026m

Fonte: Dados obtidos do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Org. MEGDA, O.R., 2013.

No dia 13 de dezembro o sistema frontal, que atuava em Franca, e a zona de instabilidade formada na véspera se dissiparam. Todavia, outra frente fria já estava disposta sobre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina,

com rápido deslocamento em direção à região tropical, conforme mostrado na **Figura 45**.

Figura 45- Imagens realçadas do satélite GOES das 12 horas GMT do dia 13 de dezembro de 2012, mostrando uma frente fria sobre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina e a formação de um ciclone extratropical sobre o Atlântico. As cores vermelhas e azuis representam áreas com nuvens mais altas e precipitação.

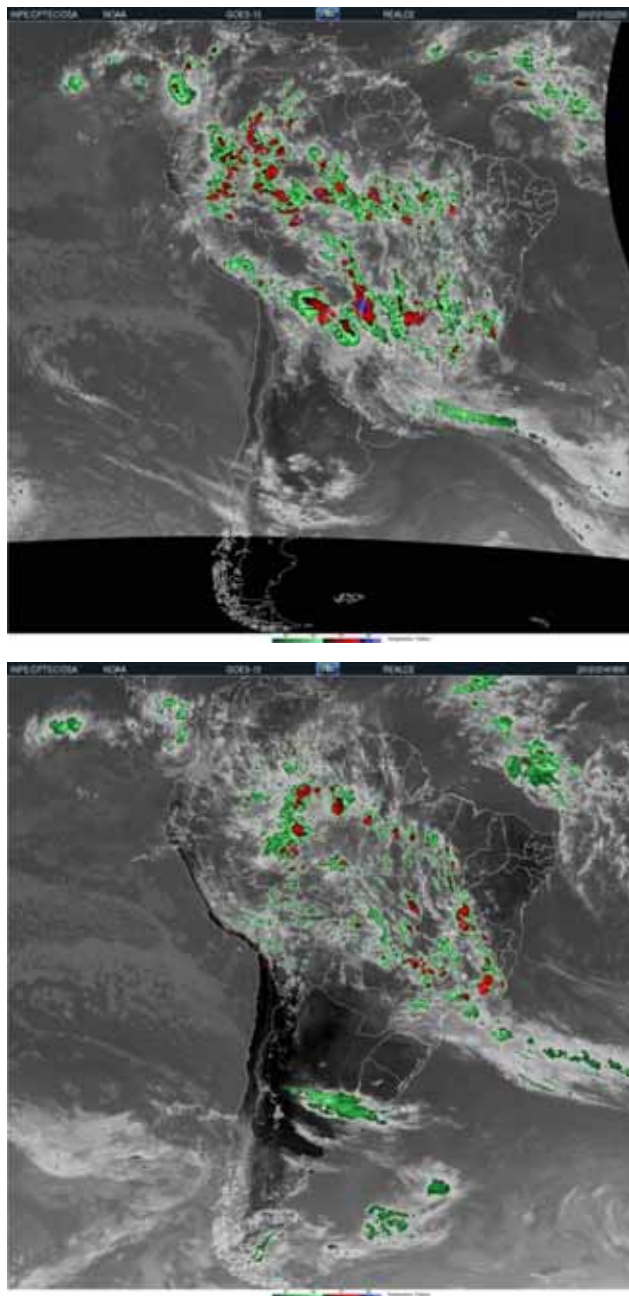


Fonte: CPTEC/INPE (2012).

Este sistema alcançou o estado de São Paulo na tarde do dia 13, mas diante da convergência de umidade trazida da Amazônia por correntes de jato de baixos níveis, deu origem à ZCAS, que foi a responsável pelo tempo chuvoso em Franca (**Figura 39**), onde predominaram ventos oriundos do quadrante sul, mais fracos antes do nascer do sol, mas que tiveram suas velocidades acrescidas à medida que as temperaturas foram subindo. Com a elevação térmica, acentuou-se a instabilidade e aumentou a convecção, acentuando a possibilidade de chuva (**Figuras 46 e 47**). Assim, entre 14 e 16 horas, ocorreu um episódio de precipitação, junto com o qual se deu uma situação de quase calmaria. Durante o período noturno, enquanto as temperaturas permaneceram por volta de 20° C, os ventos sopraram com velocidades em torno de 3 m/s e assim ficaram durante o dia 14, sob o domínio da ZCAS.

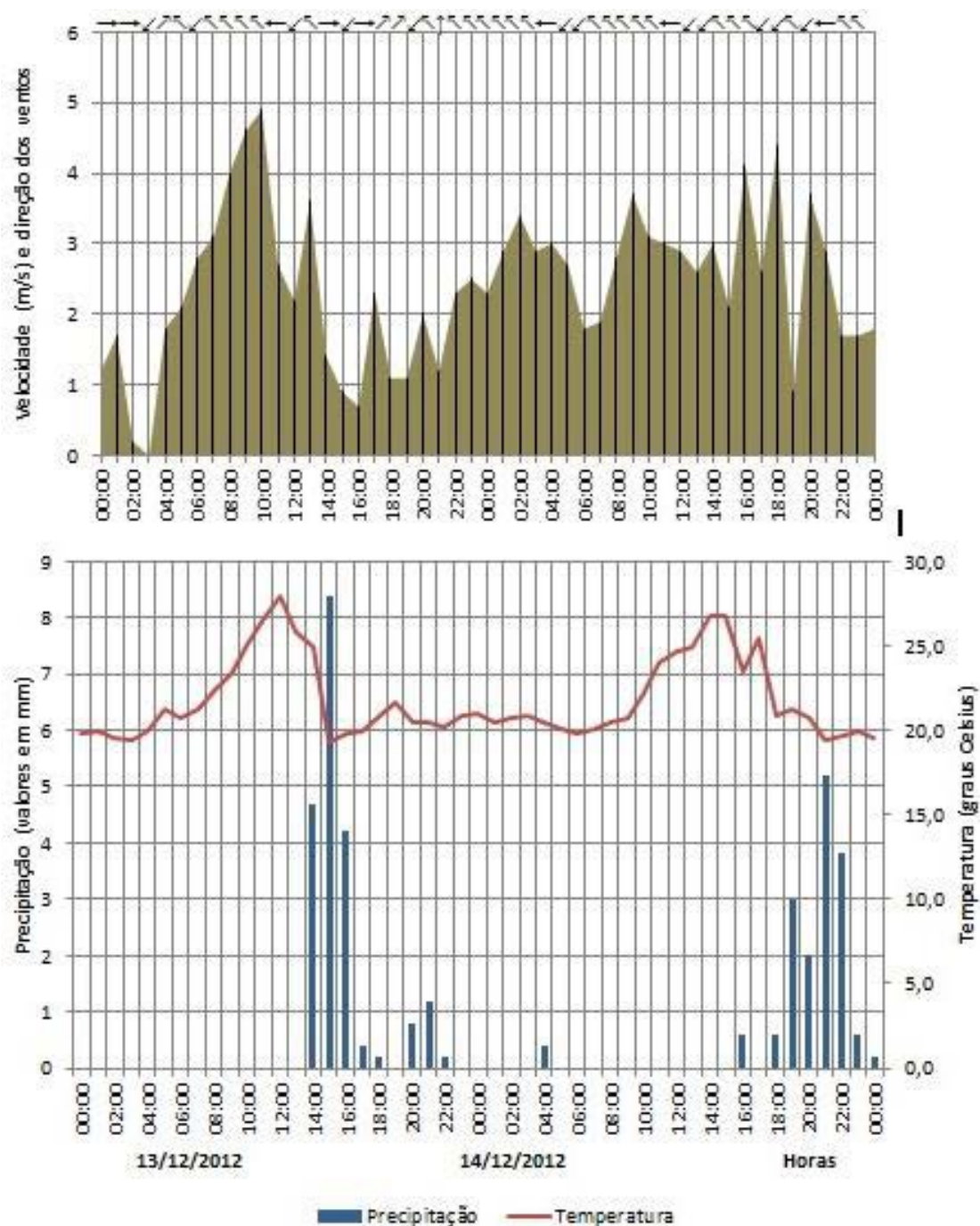
Com a elevação das temperaturas, que chegaram a perto de 27° C, as condições de instabilidade se acentuaram e causaram outro episódio de chuvas entre 18 e 23 horas (**Figura 47**).

Figura 46- Imagens realçadas do satélite GOES das 22 horas GMT do dia 13 de dezembro de 2012 e das 18 horas GMT do dia 14 de dezembro de 2012 mostrando a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul no estado de São Paulo. As cores vermelhas e azuis representam áreas com nuvens mais altas e precipitação.



Fonte: CPTEC/INPE (2012).

Figura 47– Precipitações, temperaturas e ventos em Franca–SP, nos dias 13 e 14 de Dezembro de 2012.



Posto: Franca A708 **Lat.:** 20°58'44" **Long.:** 47° 38' 25" **Altitude:** 1026m

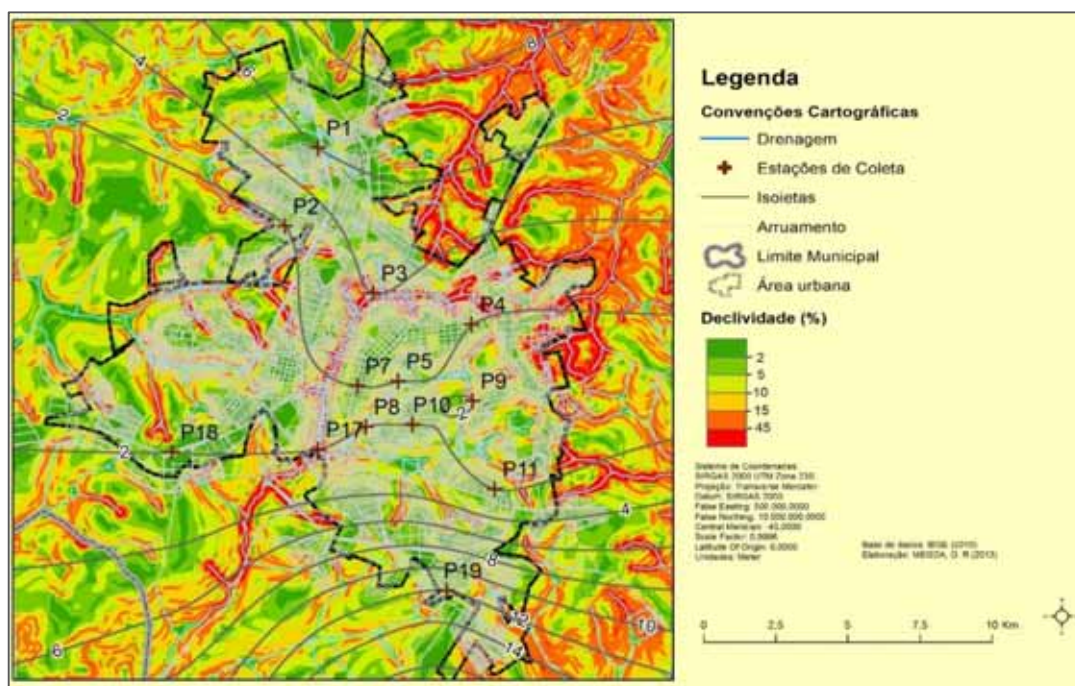
Fonte: Dados obtidos do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Org. MEGDA, O.R., 2013.

Com os dados da rede pluviométrica instalada na cidade de Franca foi possível constatar que os totais pluviométricos ocorridos no dia

12 de dezembro, aparentemente, não foram elevados. As maiores chuvas aconteceram no extremo sul da cidade, onde está instalado o posto meteorológico do INMET, e ficaram em torno de 17,6 mm. No limite norte da área urbana as precipitações se situaram em torno de 8 mm e decresceram para a área central para valores em torno de 2 mm (**Figura 48**).

Entretanto, pelas consequências é possível que tenham ocorrido pancadas localizadas em trechos restritos da cidade, não detectadas pelos pluviômetros instalados, como no bairro Cidade Nova, ao norte da antiga estação da Mogiana, no espigão entre o córrego dos Bagres e o córrego Cubatão. O início da chuva por volta das 16 horas, de acordo com o posto do INMET (**Figura 47**), coincidiu com um forte aumento na velocidade dos ventos, o que é típico de episódios originados por nuvens cúmulos-nimbus, dotadas de fortes movimentos convectivos. Rajadas em direção à superfície coincidem com o rompimento da resistência oferecida pelo ar às gotículas que se precipitam. Tais nuvens também são propícias à ocorrência de raios.

Figura 48– Mapa com a distribuição pluvial na cidade de Franca no dia 12 dez. 2012.



Elaboração e org. MEGDA, O.R., 2013.

Mediante os impactos e transtornos causados na cidade, um dia após o ocorrido a mídia impressa divulgou informações sobre o acontecido. No Jornal Comércio de Franca, uma página inteira, cujo título está exibido na **Figura 49**, foi destinada aos detalhes dos impactos.

Figura 49– Manchete do Jornal Comércio da Franca, com matéria acerca do evento ocorrido no dia 12 dez. 2012.

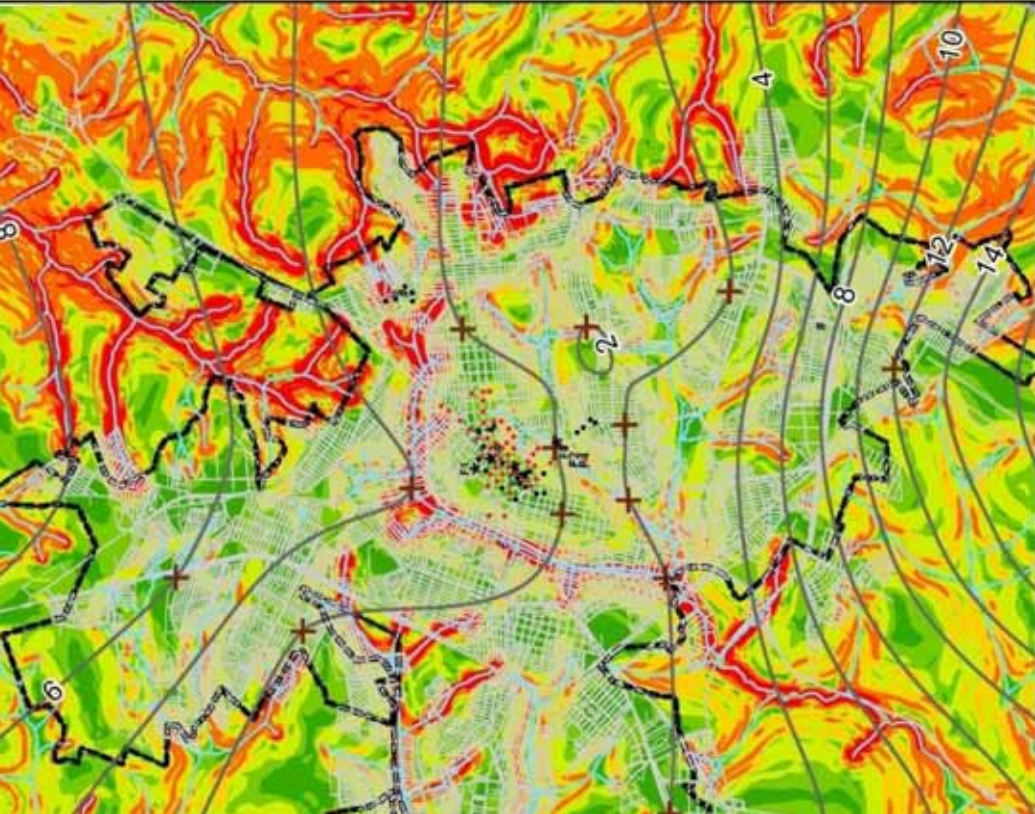


Fonte: Jornal Comércio da Franca. **Edição** de 13 dez.12. **Org.:** MEGDA, O.R. 2013.

As chuvas do dia 12 de dezembro de 2012, mesmo sem causar vítimas, provocaram danos consideráveis na cidade, como quedas de árvores em vias públicas, avarias em veículos, destelhamentos, quedas de muros e rachaduras em residências, conforme **Figura 50**.

A maior parte dos danos ocorreu na colina divisora de águas dos córregos dos Bagres e Cubatão, no bairro Cidade Nova, mas principalmente na vertente drenada para o córrego Cubatão. Ali, o vento derrubou várias árvores, danificou veículos e arrastou enfeites natalinos. A Avenida Presidente Vargas, que se alonga pela parte norte do interflúvio, foi uma das mais afetadas. A leste dela, parte da cobertura do telhado do Clube Esportivo Palmeirinhas foi arrancada e, por ter sido levada com o vento, danificou a rede elétrica, o que deixou a área sem energia, por cerca de três horas, e provocou um apagão nos semáforos, gerando caos no trânsito.

Segundo o Corpo de Bombeiros de Franca foram registrados alagamentos, que afetaram residências nas ruas Afonso Pena e Felisbino de Lima, no centro da cidade. O córrego Cubatão teve seu débito acrescido abruptamente, preencheu toda a sua seção canalizada e transbordou em alguns pontos (**Figura 50, Fotos F1, F2, F3, F4 e F5**).



Convenções Cartográficas

- Drenagem
- Estações de Coleta
- Isoietas
- Arruamento
- Limite Municipal
- Área urbana

Declividade (%)



- * Inundações e/ou alagamentos
- # Destelhamentos
- Queda de muro
- Quedas de árvores
- ▲ Danos em veículos
- Danos em equipamentos semafóricos



Foto: Jornal Comércio da Franca. 13/12/12



Foto: Jornal Comércio da Franca. 13/12/12



Foto: Stella Reis. 12/12/12



Foto: Stella Reis. 12/12/12

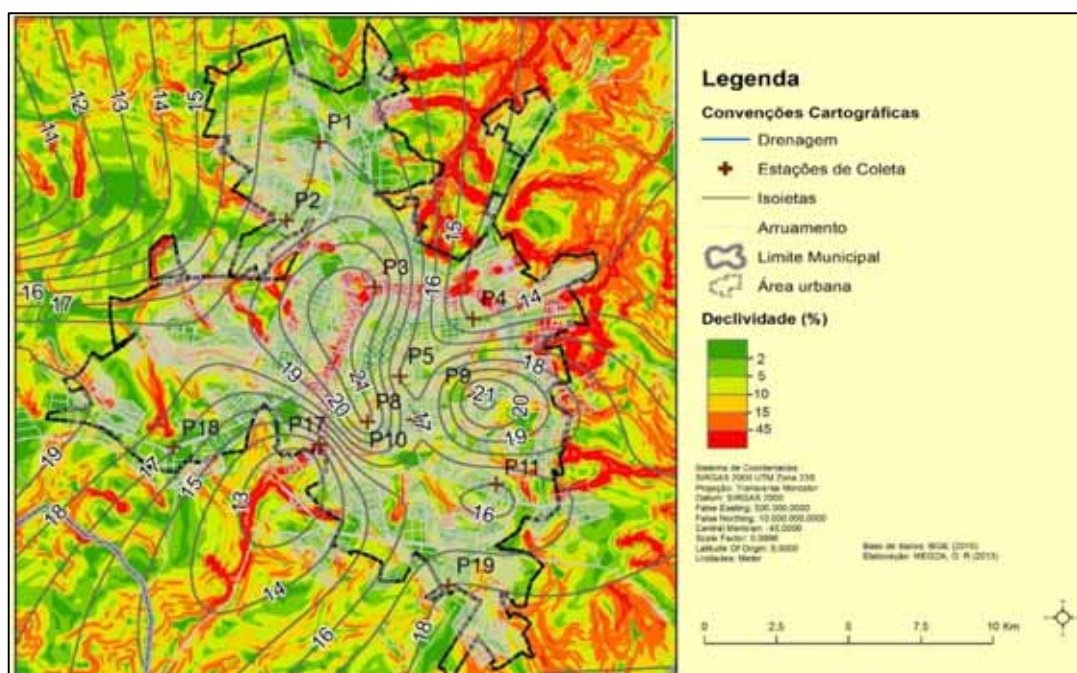


Foto: Stella Reis. 12/12/12

(2010)
O. R (2013)
ordenadoria Estadual de Defesa Civil; Corpo
ica e Jornal Comércio da Franca

No dia 14 de dezembro de 2014 as precipitações na cidade de Franca também não foram muito elevadas, pois apresentaram valores máximos próximos de 21 mm e mínimos de 15 mm (**Figura 51**). As maiores quantidades de chuva aconteceram sobre os córregos dos Bagres e Cubatão e na margem direita do córrego Espraiado, o que contribuiu para os danos, haja vista que as baixas vertentes destes córregos estão entre as mais íngremes da cidade, o que contribuiu para um baixo tempo de concentração da água, e toda a drenagem flui para o córrego dos Bagres, na parte sul da cidade. Do mesmo modo que no dia 12, as chuvas foram concentradas, como mostrado na **Figura 47**, e acompanhadas de raios, que fizeram vítimas. Porém, não houve rajadas de ventos tão fortes, como na antevéspera.

Figura 51– Mapa com a distribuição pluvial na cidade de Franca no dia 14 dez 2012.



Elaboração e org. MEGDA, O.R., 2013.

Sobre os acontecimentos do dia 14, os jornais Comércio de Franca e Diário da Franca deram destaque para a morte de um cidadão, vítima de raio, dentro de sua casa, conforme **Figuras 52 e 53**. Esta ocorrência se deu na Rua São Luiz, no Jardim Brasilândia, no nordeste da cidade e perto da cornija da *cuesta*, no final do dia (**Figura 54, F1**). Com o

raio houve um incêndio que se propagou pelo madeiramento de sustentação do telhado, mas foi debelado pelo início das chuvas e pelo Corpo de Bombeiros.

Figura 52– Manchete do Jornal Comércio da Franca, com matéria acerca do evento ocorrido no dia 14 dez. 2012.



Fonte: Jornal Comércio da Franca. Edição de 15 dez. 2012. Org.: MEGDA, O.R. 2013.

Figura 53– Manchete do Jornal Diário da Franca, com matéria acerca do evento ocorrido no dia 14 dez. 2012.



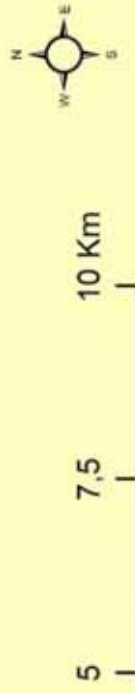
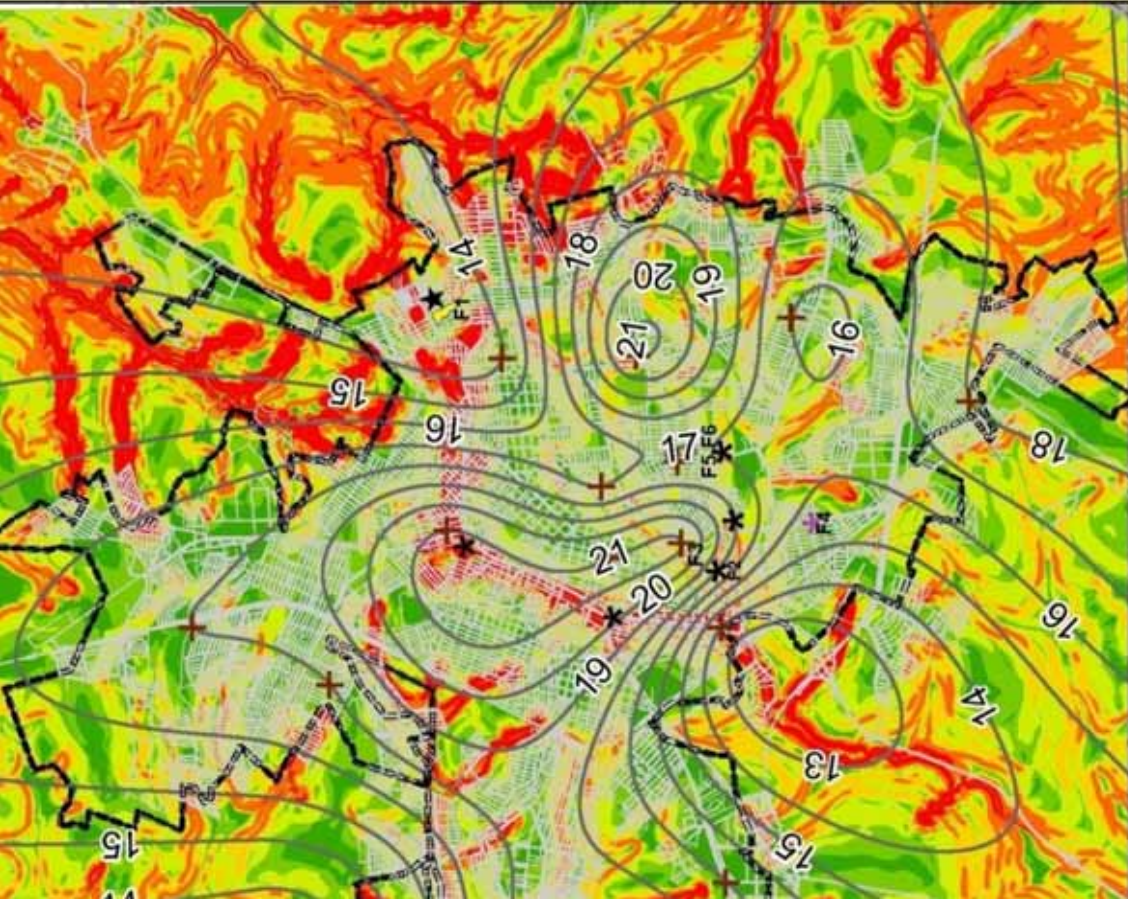
Fonte: Jornal Comércio da Franca. Edição de 15 dez. 2012. Org.: MEGDA, O.R. 2013.

No dia 14 ocorreram inundações ao longo dos três córregos que cortam a cidade: Bagres, Cubatão e Espraiado. Mas o extravasamento das águas ocorreu apenas em determinados pontos dos canais fluviais,

sobretudo ao longo do córrego Espraiado e junto a sua confluência com o córrego Cubatão, e de forma rápida durante o ápice das chuvas, por volta das 20 horas e 30 minutos. (**Figura 54, F2, F3**).

O trecho inundado que causou maior preocupação foi o situado na planície fluvial do Córrego Espraiado, junto ao Clube de Campo “Castelinho”, onde há uma represa recreativa que teve o nível de suas águas elevado bruscamente, inundando ruas adjacentes, incluindo a Avenida São Vicente, num trecho aproximado de 150 metros. Esta via corta perpendicularmente este curso de água para fazer a ligação entre os bairros Jardim Noêmia e Colina de Santa Rita. Como a vazão da represa é controlada manualmente pelo clube, esta área permaneceu inundada até a manhã do dia seguinte, impedindo a comunicação entre os dois bairros (**Figura 54, F5, F6**). Na Rua Reynaldo Chioca, disposta do interflúvio ao fundo do vale, no Jardim Lima, houve danos no piso asfáltico na margem esquerda do córrego Espraiado (**Figura 54, F4**).

Segundo dados do Corpo de Bombeiros da cidade, não houve queda de energia, problemas no trânsito ou danos no sistema semafórico, como ocorreu no dia 12 de dezembro.



E (2010)
A. O. R. (2013)
as: Coordenadoria Estadual de Defesa
beiros de Franca e Jornal Comércio da

Convenções Cartográficas

- Drenagem
- Estações de Coleta
- Isoietas
- Arruamento
- Limite Municipal
- Área urbana

Declividade (%)



- Inundações e/ou alagamentos
- Danos em vias
- Impactos por descargas elétricas
- Óbitos e/ou feridos



Foto: Jornal Comércio da Franca, 15/12/2012



Foto: Olávio Megda, 14/12/2012



Foto: Olávio Megda, 14/12/2012



Foto: Olávio Megda, 14/12/2012



Foto: Tiago Brandão, 15/12/2012



Foto: Tiago Brandão, 15/12/2012

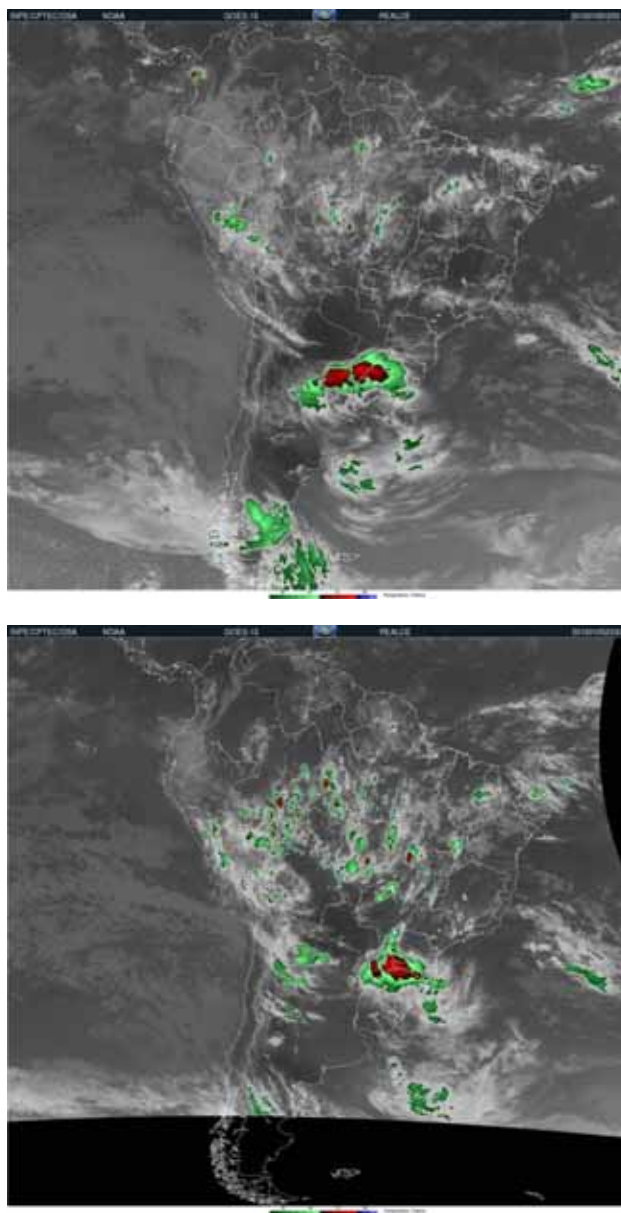
4.5 A ocorrência do dia 05 de janeiro de 2013.

No dia 5 de janeiro de 2013 o estado paulista estava sob o domínio de um anticiclone polar tropicalizado, que mantinha uma frente fria, em situação de frontólise, na fronteira com Minas Gerais, influenciando o tempo na área em que está localizada a cidade de Franca. Esta frente, na véspera, ainda ativa, provocou chuvas no período vespertino em Franca.

Ao mesmo tempo outra frente desencadeava tempo instável no Rio Grande do Sul e formava um ciclone extratropical sobre o Atlântico, junto ao Rio da Prata. No transcorrer do dia, à medida que a frontogênese se deslocava para Santa Catarina e sul do Paraná, o sistema em frontólise se deslocava para o Espírito Santo e deixava Franca sob a ação do anticiclone polar tropicalizado (**Figura 55**).

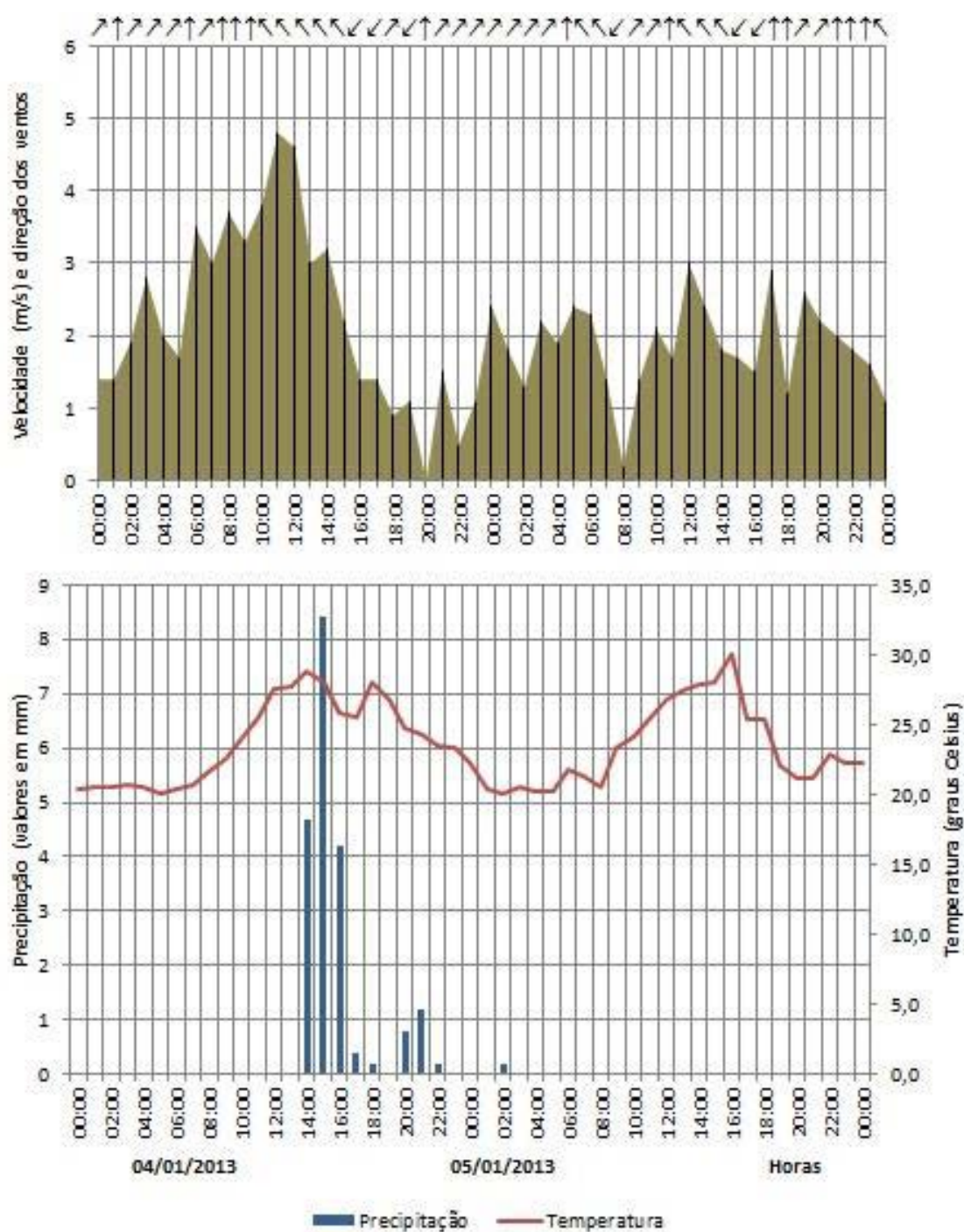
Neste dia, em Franca, a temperatura mínima foi próxima de 20°C, enquanto a máxima chegou a 30° C às 16 horas. Logo depois desse horário houve o acréscimo da nebulosidade, o que causou uma rápida queda da temperatura, seguida de estabilidade. No posto meteorológico do INMET não houve registro de chuva. Os ventos sopraram, predominantemente, do quadrante sul, com velocidades em torno de 2 m/s, com picos de 3m/s. Com velocidades baixas, não se registraram quedas de árvores (**Figura 56**).

Figura 55- Imagens realçadas do satélite GOES das 12 horas GMT e das 23 horas e 30 minutos GMT do dia 5 de dezembro de 2013 mostrando a atuação de um sistema frontal em dissipação na fronteira do estado de São Paulo com Minas Gerais. As cores vermelhas e azuis representam áreas com nuvens mais altas e precipitação.



Fonte: CPTEC/INPE (2013).

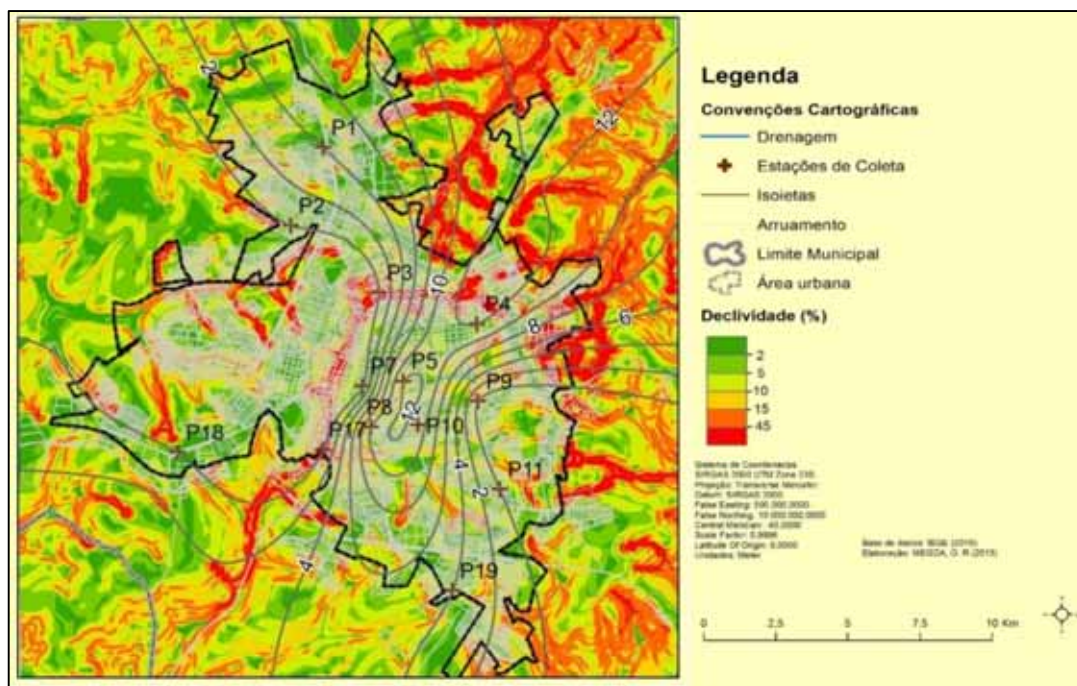
Figura 56– Precipitações, temperaturas e ventos em Franca–SP, nos dias 4 e 5 de Janeiro de 2013.



Posto: Franca A708 **Lat.:** 20°58'44" **Long.:** 47° 38' 25" **Altitude:** 1026m
Fonte: Dados obtidos do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Org. MEGDA, O.R., 2013.

O mapa gerado com os dados da rede pluviométrica implantada (**Figura 57**) mostra que no dia 5 de janeiro de 2013 houve uma precipitação concentrada, sobretudo no centro-norte da cidade, sobre o espigão que divide as águas dos córregos dos Bagres e Cubatão, onde choveu perto de 12 mm. A partir do espigão, para leste e oeste, a pluviosidade decresceu rapidamente, de tal forma que nestas nas direções periféricas da área urbana não houve registro de chuva. O mesmo ocorreu no limite sul da cidade, onde está situada a estação meteorológica do INMET.

Figura 57– Mapa com a distribuição pluvial na cidade de Franca no dia 05 jan. 2013.



Elaboração e org. MEGDA, O.R., 2013.

Sobre este evento, o jornal Comércio da Franca noticiou, no dia seguinte, a morte de um menino no córrego dos Bagres. Tal notícia demonstra a despeito da inexistência de registro de chuva no posto do INMET, que houve precipitação de forte intensidade e localizada, que se deu em seguida ao horário de maior temperatura e influenciada pela orografia (**Figura 58**).

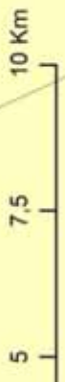
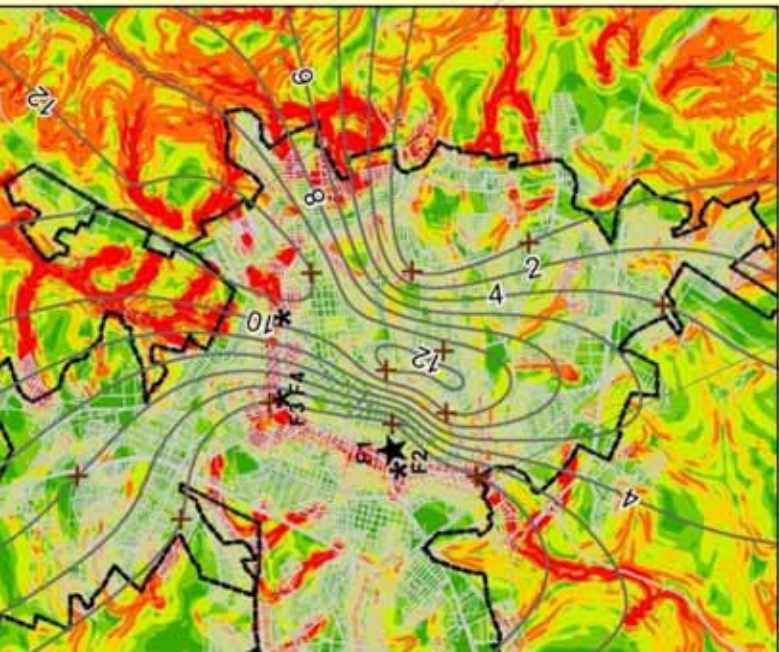
Figura 58– Manchete do Jornal Comércio da Franca, com as capas de matéria acerca do evento ocorrido no dia 05 jan. 2013.



Fonte: Jornal Comércio da Franca. Edição de 06-07 jan. 2013.Org.: MEGDA, O.R. 2013.

A precipitação ocorreu por volta das 17 horas, de forma rápida e, por isso, com intensidade. Diante da impermeabilidade desta área de Franca, que abrange o centro da cidade e trechos de urbanização mais antiga, e das fortes declividades das baixas encostas, o tempo de concentração da água foi muito rápido, o que elevou bruscamente o débito dos dois córregos, e levou o córrego dos Bagres a transbordar em alguns locais (**Figura 59, F1, F3 e F4**).

O óbito por afogamento ocorreu porque, no instante da chuva, um grupo de garotos jogava futebol em um campo improvisado, nas imediações da Avenida Dr. Hélio Palermo, periferia norte da cidade, região montante do córrego dos Bagres. Como a chuva foi intensa, rapidamente se formaram enxurradas nesta avenida. Em determinado momento a bola utilizada caiu na enxurrada e um dos meninos tentou recuperá-la. Porém, devido à força das águas, ele foi carregado para o córrego dos Bagres, que já estava com seu nível elevado e transbordando. O garoto foi arrastado pelas águas por aproximadamente 4 quilômetros e resgatado pelo Corpo de Bombeiros ainda vivo, mas com um quadro grave por ingerir água e por escoriações na cabeça, pernas e mãos, o que o levou à morte a caminho do hospital (**Figura 59, F2, F5**).



2010)
 J. R. (2013)
 Coordenadoria Estadual de Defesa Civil;
 Jornal Comércio da Franca e site Globo (G1).



Desenho: Otávio Megda, 2013.



Foto: Jornal Comércio da Franca, 06-07/01/2013



Foto: Jornal Comércio da Franca, 06-07/01/2013



Foto: G1, 06/01/2013

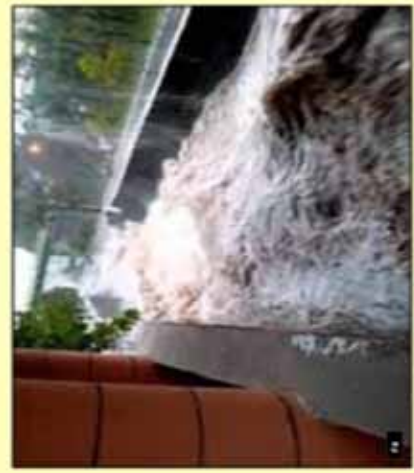


Foto: G1, 06/01/2013

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

O estudo a respeito dos eventos climáticos e suas consequências na cidade de Franca - SP, de acordo com os objetivos propostos, permitiu estabelecer as seguintes conclusões:

a) Verificou-se, com dados do período 1980 – 2013, que Franca possui uma precipitação média de 1667,5 mm, com grande variação dos totais anuais. Isto tendo em vista o fato de que, em 1983, quando se manifestou um forte El Niño, choveu 2435,9 mm, ao passo que, em 1999, com o fenômeno La Niña, apenas 1225,7 mm ou metade do acontecido na outra circunstância. Os cinco anos mais chuvosos do período, 1982/83, 2005/06 e 2009 coincidiram com episódios de El Niño. O mesmo ocorreu com os seis anos com um maior número de dias de chuva: 1983, 1993/94/95, 1998 e 2009. Como as precipitações se distribuem desigualmente e são concentradas no verão e na primavera, em anos com fortes desvios positivos ou com o aumento de dias chuvosos, crescem as chances de ocorrência de eventos pluviais intensos.

b) No período 2000 a 2013, a maior parte dos impactos (89%) ocorreu na primavera e, secundariamente, no verão. Além da circulação atmosférica favorável aos eventos extremos, as temperaturas destas estações se mostram elevadas e, junto com o maior teor de vapor na atmosfera, favorecem a instabilidade. A influência da temperatura do ar na ocorrência de mau tempo pode ser comprovada pelo horário dos registros de desastres. 54% deles aconteceram entre 12 e 18 horas e apenas 4% entre 5 e 12 horas.

c) Do ponto de vista da circulação atmosférica, Franca é susceptível aos eventos climáticos extremos associados aos tempos instáveis e pluviosos. Os sistemas frontais e a Zona de Convergência do Atlântico Sul são os principais responsáveis pelas precipitações. Durante todo o ano Franca é alcançada por frentes frias. Embora elas respondam por chuvas de inverno, quando provocam quedas mais fortes na temperatura, é no verão que, com ar mais quente e maior teor de vapor na atmosfera, as precipitações são mais abundantes e acontecem com maior intensidade. Neste período do ano as pressões dos anticiclones polares estão mais baixas e seus deslocamentos para menores latitudes são barrados pelo

anticiclone de Santa Helena, localizado sobre o Atlântico Sul. Com isso os sistemas frontais não raramente permanecem semiestacionários na latitude tropical e, nestas condições, provocam dias sucessivos de chuvas em Franca, como ocorreu entre os dias 28 a 31 de dezembro de 2012 e 26 a 31 de janeiro de 2013, quando choveu, respectivamente, 103 mm e 149,8 mm, segundo dados do posto meteorológico do INMET. Porém, mesmo durante rápidas passagens, as frentes frias geram precipitações consideráveis, tal como se verificou no dia 3 e nos dias 22 e 23 de fevereiro de 2012, ocasiões em que 60,2 mm e 55,8 mm foram registrados, respectivamente. Em determinadas investidas dos sistemas frontais, associadas à definição da Baixa do Chaco na região centro-oeste do país, jatos de baixos níveis carregados de umidade, oriundos da Amazônia, convergem pela depressão interior em direção às frentes dispostas sobre o sudeste e o sul. Com isso se forma um corredor de instabilidade e precipitação, que toma preferencialmente a orientação NW – SE e se alonga do norte do Brasil ao Oceano Atlântico, designado de Zona de Convergência do Atlântico Sul. No trimestre analisado Franca foi influenciada por ela de 14 a 17 de dezembro de 2012, de 10 a 17 de janeiro e de 4 a 10 de fevereiro de 2013, períodos em que foram registradas chuvas de 79,5 mm, 73,3 mm e 102,9 mm, conforme o INMET. Além destes dois sistemas, as pancadas localizadas, geradas por convecções associadas às altas temperaturas e umidade, sobretudo no período vespertino, também podem causar impactos na cidade, como visto no episódio de 5 de janeiro de 2013.

d) A posição geográfica de Franca, situada no topo do relevo de *cuesta*, a cerca de 1000 metros de altitude, em relação a Depressão Periférica Paulista, disposta em torno de 600 metros, cria uma situação extremamente favorável à influência orográfica nas precipitações. Este desnível altimétrico, voltado para leste e norte, acentua a convergência nos sistemas já dotados de instabilidade, como os frontais e a ZCAS, e nas células de convecção oriundas de fortes aquecimentos superficiais. Tal influência se reflete no aumento da chuva, mas também dos vendavais. A distribuição das precipitações no trimestre analisado mostrou que elas declinaram acentuadamente de norte e nordeste, junto ao *front* da *cuesta*, para o sudoeste da cidade, variando de 1300 mm junto ao posto de coleta **1** até 500 mm no posto de coleta **18**. Isso mostra que, em um mesmo contexto urbano, a precipitação foi de apenas 38,5% em relação àquela registrada no outro. Os lugares mais chuvosos coincidem com as cabeceiras de drenagem dos rios ressequentes que

nascem no reverso da *cuesta* e pertencem às bacias do Planalto Ocidental Paulista, como o caso dos córregos dos Bagres, Cubatão e Espraiado, que cortam a cidade de Franca, algo que favorece a ocorrência de inundações. Por outro lado, o mapeamento dos danos provocados por tipos de tempo severos mostrou um número acentuado de quedas de árvores na cidade, devido à ação de vendavais, com destaque para a área nordeste, onde estão, no cimo da *cuesta*, os bairros Jardim Brasilândia, Jardim Paulista, Jardim Paulistano e Palestina.

e) O posto meteorológico do INMET está situado na extremidade sul da cidade, onde as precipitações são menores do que na área norte. Por essa razão, em muitos acontecimentos de inundações e alagamentos assinalados pela mídia, Defesa Civil ou Corpo de Bombeiros, ele não possui registro de precipitação. Isso mostra que os postos meteorológicos do INMET ou de outras redes, distantes dezenas ou centenas de quilômetros uns dos outros, prestam-se para a compreensão dos climas locais e regionais, mas são insuficientes para estudos urbanos e ações destinadas à mitigação dos eventos mencionados. Para tanto, as cidades precisam contar com uma rede pluviométrica capaz de detectar a espacialização da chuva em seu interior. Isso mostrou o acerto da implantação, ainda que precária e provisória, dos pluviômetros na cidade de Franca para alcançar os objetivos propostos nesta pesquisa.

f) O sítio urbano de Franca é favorável à ocorrência de inundações. A cidade teve origem no interflúvio disposto entre os córregos dos Bagres e Cubatão e se expandiu para o espigão situado à margem direita do córrego dos Bagres, local em que se situam os bairros Estação e Jardim Regina Helena, e para o divisor de águas dos córregos Cubatão e Espraiado, onde estão a Vila Industrial e o Jardim Ângela Rosa, resultando na ocupação das três colinas nas quais se dispõem as áreas mais antigas. Todos os córregos têm nascentes junto ao relevo de *cuesta*. O dos Bagres e Cubatão nascem no nordeste da área urbana, em uma altitude de 1050 metros, e o Espraiado, no leste, a 1023. A confluência deles se dá no sul de Franca, junto à Rodovia Cândido Portinari, a 933 metros de altitude. Da nascente à junção eles percorrem, respectivamente, 6,8 km, 5,2 km e 5,4 km, com declives de 17,2 m/km, 22,5 m/km e 16,6 m/km. Tais gradientes resultaram das incisões dos talwegues, que criaram vertentes convexas, sobre as quais o escoamento das águas em direção aos fundos dos vales é acelerado. Como as cabeceiras recebem, na

maior parte das ocasiões, precipitações mais elevadas e as águas confluem no sul da cidade, esta área é, naturalmente, propícia às inundações.

g) A urbanização também é um parâmetro a ser considerado na ocorrência das inundações e alagamentos. Ao longo dos córregos dos Bagres e Cubatão, paralelamente à canalização e retificação, foram construídas avenidas marginais, a Dr. Antônio Barbosa Filho e a Dr. Ismael Alonso y Alonso. Elas atravessam as áreas mais densamente ocupadas e o centro de Franca e nelas estão concentradas atividades comerciais e de serviços. Por isso estão entre as mais movimentadas da cidade. A ausência de áreas permeáveis nestas bacias e nas margens dos cursos de água, associada à configuração topográfica, propicia um rápido preenchimento dos canais e a inundação das vias anexas, o que leva também ao alagamento de ruas situadas a montante das encostas, que passam a ter o escoamento de suas águas dificultado. Fossem as margens dos córregos vegetadas e ocupadas por áreas de lazer, com certeza os impactos dos transbordamentos seriam menos nefastos. No córrego Espraiado, a construção de avenidas marginais apenas aconteceu na parte jusante, pois esta bacia está em processo de ocupação e ainda possui vastas áreas vegetadas, o que, por ora, faz com as que inundações aí sejam menos recorrentes.

h) As inundações em Franca acontecem principalmente ao longo dos córregos dos Bagres, Cubatão e Espraiado, pelos motivos já expostos, e a área extremamente crítica é aquela conhecida como região do posto “Galo Branco”, onde há a confluência dos três cursos de água. No entanto, impactos provocados por ventos ou alagamentos, com danos em residências, preponderam no sul da cidade, nos bairros designados de Jardim Aeroporto, e no noroeste, nos bairros nomeados Parque Vicente Leporace, no Jardim Portinari e no Jardim Tropical. Danos numerosos em prédios também foram constatados no nordeste da cidade, no Jardim Brasilândia, Jardim Paulistano, Jardim Paulista e Palestina, e no oeste, nos bairros chamados de Residencial Santa Clara, Parque Continental e Jardim Martins. Todos são bairros ocupados por uma população de menor poder aquisitivo, moradora de conjuntos habitacionais e edificações mais simples. Com isso, há uma compartimentação dos impactos. Ao longo dos córregos, onde são frequentes as inundações, concentram-se os mortos, geralmente por afogamento, e feridos, mas são os bairros periféricos mencionados que detêm o maior número de desalojados e

desabrigados em razão dos danos provocados em moradias por chuvas fortes, acompanhadas de vendavais e alagamentos por drenagem deficiente.

Sobre medidas mitigadoras dos impactos associados aos eventos atmosféricos, sugere-se que:

a) Piscinões podem ser implantados, a baixo custo, ao longo do córrego Espraiado, onde, aliás, já existe uma dessas obras e uma represa administrada por clube. Como esta bacia não está totalmente urbanizada, manter as áreas de fundo de vale vegetadas, nos trechos em que a vegetação ainda está presente, consiste em uma medida importante para a infiltração e para evitar danos em casos de transbordamento. Para isso, a continuidade da Avenida Dr. Adhemar Polo Filho, existente na parte jusante do córrego, com duas vias anexas ao curso de água, se prolongada para montante, deve guardar distância mais segura em relação ao fundo do vale. O mesmo vale para outras vias que vierem a ser edificadas no contexto desta bacia. Medidas dessa natureza controlarão a vazão do córrego Espraiado e evitarão situações mais danosas na área do posto “Galo Branco”.

b) As obras realizadas na área acima mencionada não evitaram as inundações, embora, em num primeiro momento, atenuaram-nas. Grandes obras ao longo dos córregos dos Bagres e Cubatão, além do alto custo, pela importância das vias que os ladeiam, causarão grande transtorno à mobilidade, ao comércio, ao setor de serviços e aos usuários e moradores. Mesmo com elas, pelas características das duas bacias, não haverá garantia de que os gastos serão compensados pelos resultados. Assim, o melhor é manter os leitos e as galerias pluviais desobstruídas por meio de limpezas constantes e campanhas educativas.

c) Nos bairros periféricos, onde não há cursos de água importantes, a construção de sistemas de drenagem eficientes deve resolver os problemas associados aos alagamentos em vários locais. Deve-se evitar que novos loteamentos ocupem áreas próximas às cabeceiras de drenagem, onde o nível hidrostático esteja perto da superfície, pois, durante o período chuvoso, a água pode aflorar nestes locais, que serão facilmente inundáveis, já que não haverá escoamento da precipitação.

d) Uma medida de interesse da cidade de Franca, mas também da população regional, incluindo Ribeirão Preto, seria a instalação de um radar meteorológico que permitisse conhecer a intensidade dos sistemas produtores de

precipitação e acompanhar seus deslocamentos. Este instrumento, em interação com uma bem organizada e treinada Defesa Civil e o Corpo de Bombeiros, permite emitir sistemas de alerta, o que possibilita, com antecedência, prevenir a população, deslocar equipes para locais de maior risco, acionar sistemas alternativos para o trânsito e adotar medidas impeditivas de danos às edificações. Com isso, as consequências dos eventos, que continuarão a acontecer, serão atenuadas.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A.N. **As boçorocas de Franca**. Revista da Faculdade de Filosofia de Franca, Franca, n.2, 1968.

AB'SABER, A.N. **O Planalto de Franca: estudos básicos para o planejamento regional**. Geografia e Planejamento, n.15. 1975.

AGB. **Laudo técnico: Avaliação de enchentes**. In: Encontro Nacional de Geógrafos, 1988, Maceió. Anais. Maceió, 1988, p. 87-94.

ALMEIDA, M.C.J., FREITAS, C.G.L. **Uso do solo urbano: suas relações com o meio físico e problemas decorrentes**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA, 2, São Carlos. *Anais...* São Carlos: ABGE. 1996. pgs.195-200.

ALVES FILHO, A. P. **Episódios pluviais intensos na região metropolitana de São Paulo: uma avaliação no decênio 1882-1991**. 129f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, São Paulo, 1996.

ASSAD, E.D., CARVALHO, J.R.P. de. **Comparação de interpoladores espaciais univariados para a precipitação o estado de São Paulo**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2002 (comunicado técnico, n. 33).

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 332 p.

BENTIVOGLIO, J. C. **Trajetória urbana de Franca: Centro (1805 – 1995)**. III Concurso de monografias de História dos Bairros de Franca. Fundação Municipal “Mário de Andrade”. 130 p. 1996.

BOTELHO, M.H.C. **Águas de chuvas: engenharia das águas pluviais nas cidades**. 3ª Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2011.

BRAGA, R. **Planejamento Urbano e recursos hídricos**. In: Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional de Rio Claro: Unesp, 2003-p.113-127.

CANIL, K. **Mapa de risco potencial de erosão: um instrumento para o planejamento urbano do município de Franca, SP.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 6, Presidente Prudente. Resumos e Roteiro de Campo... São Paulo: ABGE. 109 p. (CD-ROM). 1998c.

CAVAGUTI, N. **Erosões lineares em solos urbanos: estudos, caracterização e análise da degradação do meio físico em Bauru, SP.** Bauru. 548p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Engenharia e Tecnologia, universidade Estadual Paulista. 1994.

CHIACHIRI FILHO, J. **Do Sertão do Rio Pardo à Vila Franca do Imperador.** Ribeirão Preto: Ribeiras, 1986.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** São Paulo: Edgard Blucher, 1974, 188 ps.

COSTA, L. M. **Águas urbanas: os rios e a construção da paisagem.** In: Encontro Nacional de Ensino de Paisagismo em Escolas de Arquitetura e Urbanismo, VI, Recife, 2002. **Anais...**

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. **Controle de erosão: bases conceituais e técnicas, diretrizes para planejamento urbano e regional; orientação para o controle de boçorocas urbanas.** 2ª ed. São Paulo: DAEE/IPT. 92 p. 1995 b.

FELICIO, B.C. **Ocupação antrópica nas áreas de preservação permanente – APPs – urbanas: estudo de caso das áreas lindeiras aos córregos dos Bagres, Cubatão e Espraiado em Franca/SP.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR – PPGEU, 2007. P.1-160.

FELDMAN, S. (coord.) **Relatório final da pesquisa Programas de Gestão Integrada para o município de Franca.** Departamento de Arquitetura e Urbanismo, EESC/USP - São Carlos, 2002.

FOLLIS, F. **Modernização urbana na Belle Époque paulista.** São Paulo: UNESP, 2004. 151p.

FENDRICH, R. **Drenagem e controle da erosão urbana**. Curitiba: Editora Champagnat. 486 p. 4ª Ed. 1997.

FERREIRA, M. **Franca, itinerário urbano**. São Paulo: Laboratório das Artes. 1983.

FERNANDES, A. C. **Desenvolvimento Urbano e Regional**. Notas de Aula. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de São Carlos, 2000.

FURLANI, G.M. **Estudo geomorfológico das boçorocas de Casa Branca**. São Paulo. Tese (Mestrado) - Departamento de Geografia - FFLCH, Universidade de São Paulo. 1980.

GODOI, A. A. de C. **Inventário de Problemas Relacionados à Drenagem em Franca**. Prefeitura Municipal de Franca. 2002.

GOERL, R. F; KOBAYAMA, M. **Considerações sobre inundações no Brasil**. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 16, 2005, João Pessoa - PB: ABRH, Anais...

GONÇALVES, N. M. S. **Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador (BA)**. 1992. 268f. Tese (Doutorado Geografia Física) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas da USP, São Paulo, 1992.

GRILLO, R. C. **A precipitação pluvial e o escoamento superficial na cidade de Rio Claro – SP**. 1992. 94f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Área de Concentração em Organização do Espaço) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1992.

HARVEY, D. **Explanaton in Geography**. Edward Arnold Publishers. London, 1969.

HELLMEISTER JUNIOR, Z. **Aspectos geológicos e principais recursos minerais da região de Franca-Pedregulho, nordeste do Estado de São Paulo**. São Paulo. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 1997

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Censo Demográfico de 2010**. 2011. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acessado em: 09 Jul. 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Boletim Climanálise**, v.27, n.12, p. 1-45, dez., 2012. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/index1212.shtml>. Acesso em: 20 Fev. 2013.

_____. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Boletim Climanálise**, v.28, n.01, p. 1-45, jan., 2013. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/index1212.shtml>. Acesso em: 21 Fev. 2013.

_____. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Boletim Climanálise**, v.28, n.02, p. 1-43, fev., 2013. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/index1212.shtml>. Acesso em: 21 Fev. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Imagens de satélites meteorológicos**. Disponível em: <http://satelite.cptec.ipe.br/home/>. Acesso em: 20 Abr. 2013.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Mapa geológico do Estado de São Paulo, escala 1:500 000**. São Paulo: IPT. 2v. (Monografias, 6). 1981^a.

_____. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1:1000 000**. São Paulo: IPT. 2v. (Monografias, 5). 1981b.

_____. **Orientações para o Combate à Erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Peixe - Paranapanema**. São Paulo: IPT. 6v. (Relatório Técnico, 24.739).1986.

_____. **Pesquisa de argilas esmectitas na região de Franca-Pedregulho, SP**. São Paulo: IPT. (Relatório Técnico, 28 697). 1990.

_____. **Subsídios técnicos para um Plano de controle de erosão para a área urbana do município de Franca, SP**. São Paulo: IPT. (Parecer Técnico, 7 149). 1998.

_____. **Diagnóstico da situação dos recursos hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do Sapucaí-Mirim/Grande.** São Paulo: IPT. 3v. (Relatório Técnico, 40 672). 1999.

_____. **Carta de risco da área urbana de Botucatu, SP.** São Paulo: IPT. 94p. (Relatório Técnico, 33 369). CD-ROM. 1995 a.

_____. **Mapa de erosão do Estado de São Paulo, SP.** São Paulo: IPT. (Relatório Técnico, 33 402). CD-ROM.

LEME, M. C. da S. (org.). **Urbanismo no Brasil: 1895 – 1965.** São Paulo: Studio Nobel/ FAU - USP/ FUPAM.1999.

LIMA, C. C. **A construção da cidade:** a câmara municipal de Franca e a organização do espaço. Dissertação de Mestrado. Faculdade de História, Direito e Serviço Social. Área de concentração: sociedade e política. UNESP. 1995. 127 p.

MAIA, D.C. **Impactos pluviais em Ribeirão Preto/SP.** Tese de Doutorado. Programa de pós Graduação em Geografia. Área de Concentração: Organização do espaço. Universidade Estadual Paulista – Unesp. Rio Claro, 2007, 153p.

MARCELINO, E. V.; GOERL, R. F.; RODOORF, F. M. **Distribuição espaço-temporal de inundações bruscas em Santa Catarina (período 1980 – 2003).** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., Florianópolis, **Anais...** Florianópolis, 2004, p. 554 – 564 (1 CD).

MARQUETI, E. H. **Franca: geografia e história do município.** Franca: W. Veríssimo, 1991.

MENDONÇA, F; Danni-Oliveira, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** 1ª Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MORETTI, R. de S. **Terrenos de fundo de vale – conflitos e propostas.** Técnica. São Paulo: PINI, 9 (48): 64-67, 2000.

_____. Transformações em curso nas cidades brasileiras e seus impactos na qualidade da água no meio urbano. In: MENDONÇA, F (org.). **Impactos**

Socioambientais Urbanos. 2004. 330 p. Série Pesquisa nº 102. Curitiba/PR: Editora Universidade Federal do Paraná.

MONTEIRO, C.A. de F. **Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática no Estado de São Paulo e achegas para um problema de trabalho.** Universidade de São Paulo. Climatologia 1, São Paulo, 21 p., 1971.

_____. **A dinâmica climática e as chuvas do Estado de São Paulo:** estudo sob a forma de atlas. São Paulo: Instituto de Geografia/ USP. 1973

_____. **Teoria e clima urbano.** São Paulo: IGEOG/USP, 1976a, 181 p. (Séries Teses e Monografias, n. 28).

_____. **O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo:** Problemas e perspectivas. São Paulo: IGEOG/USP, 1976b. (Série Teses e Monografias, n. 28).

_____. **Clima e excepcionalismo. Conjeturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico.** Florianópolis: Editora da UFSC, 1991, 233 ps.

MOTA, J. C., TUCCI, C. E. M. **Simulation of the urbanization effect in flow.** Hydrological Sciences Journal, V.29, n.2, p.131-147, June, 1984.

MOTA, S. **Disciplinamento do uso e ocupação do solo urbano visando a preservação do meio ambiente.** São Paulo, 1980. 254p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

OSTROWSKY, M. S. B. **Urbanização e controle de enchentes – O caso de São Paulo: seus conflitos e inter-relações.** São Paulo, 1989. Dissertação apresentada a EPUSP. Volume I.

PALMA, J. **Da avaliação de equipamentos para drenar a Qualidade de viagens por Rodovias.** 140 p. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2000.

PESQUISA NACIONAL DE SANEAMENTO BASICO. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manejo de águas pluviais.** Rio de Janeiro, p.47-58. 2010.

PINHO, P. M. O. **Aspectos Ambientais da Implantação de “Vias Marginais” em Áreas Urbanas de Fundos de Vale**. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 1999.

RINALDI, D. M. C. **As boçorocas como condicionantes do crescimento de Franca**. Dissertação de Mestrado (mestrado em Geografia Humana) Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – USP. 1982. 156 p.

RODRIGUES, J. E. **Estudo de fenômenos erosivos acelerados: boçorocas**. São Carlos. 162p. Tese (Doutorado) -. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 1982.

SALOMÃO, F. X. DE T. **Processos erosivos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural**. São Paulo, 1994. 200 p. Tese (Doutorado) – Departamento de Geografia – FFLCH, Universidade de São Paulo. 1994.

SANT'ANNA NETO, J. L. **As chuvas no Estado de São Paulo: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica**. 1995. 300f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, São Paulo, 1995.

_____. As chuvas no Estado de São Paulo: a variabilidade pluvial nos últimos 100 anos. In: SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. (Org.). **Variabilidade e mudanças climáticas**. Maringá: EDUEM, 2000. p. 94-119.

SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. (Org.). **Variabilidade e mudanças climáticas**. Maringá: EDUEM, 2000. 198p. SANTOS, M. J. Z. dos. Mudanças climáticas no Estado de São Paulo. **Geografia**, Rio Claro, v. 21, n. 2, p. 111-171, 1996b.

SEABRA, O.C. L, O meio ambiente urbano. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, n. 42, p. 85-88, 1991.

SEADE. **Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados**. Apresenta diversos dados estatísticos sobre o Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.seade.gov.br>. Acesso em 12 de Junho de 2012.

SOUZA, A. P. **Impactos pluviais em Franca - SP**. 2000. 179f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Área de Concentração em Organização do Espaço) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Rio Claro, 2000.

SCHUELLER, T. **Controlling Urban Runoff: A Practical Manual for Planning and Designing Urban BMPs**. 1987.

TAVARES, A. C. **O clima local de Campinas (uma introdução do estudo do clima urbano)**. 1975. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, São Paulo, 1975.

TAVARES, A. C. **Variabilidade e mudanças climáticas**. 2001. 228 f. Tese (Livre Docência em Climatologia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas Campus de Rio Claro, UNESP, 2001.

TAVARES, A.C.; SILVA, A. C.F. Urbanização, chuvas de verão e inundações: uma análise episódica. **CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v.3, n1, p. 4-18, 2008. Disponível em:

<http://cecemca.rc.unesp.br/ojs/index.php/climatologia/article/view/1223/1552>. Acesso em Julho de 2012.

TUCCI, Carlos E.M.; BERTONI, J. C.(Org.) **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: ABRH- Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

_____. Controle de Enchentes, in: Tucci, C. (Org.). **Hidrologia ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos, cap. 16, p.621-658:952p. 1993.

_____. Plano Diretor de drenagem urbana: princípio e concepção. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 5-12, jul./dez. 1997.

_____. et al. Banco de eventos de cheias de bacias urbanas brasileiras. In: TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. (Org.). **Avaliação e controle da drenagem urbana**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. TUCCI, C. E. M. et al. **Drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH: UFRGS, 1995.

VIEIRA, J. F. **Estudos dos processos erosivos mais extensivos**. São Paulo, 1980. 202 p. Tese. Universidade de São Paulo.

VIEIRA, N.M. **O desequilíbrio do quadro natural de Franca (SP) e a formação de voçorocas**. Revista Brasileira de Geografia, v.36, n.4, p.37-80, 1974.

_____. **Estudo geomorfológico das boçorocas de Franca/SP**. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras e Franca, 1973, p.255 p.

VILELA FILHO, L. R. **Urbanização e fragilidade ambiental da Bacia do Córrego Proença, município de Campinas – SP**. 2006. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.