



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

RAFAEL GOTARDI BRÚSSOLO

**O CLIMA E A CIDADE:
ILHAS DE CALOR EM ASSIS (SP)**

Londrina
2015

RAFAEL GOTARDI BRÚSSOLO

**O CLIMA E A CIDADE:
ILHAS DE CALOR EM ASSIS (SP)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia – Dinâmica Espaço Ambiental - da Universidade Estadual de Londrina, como requisito a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Prof^a Dr^a Deise Fabiana Ely

Londrina
2015

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

B912c Brússolo, Rafael Gotardi.

O clima e a cidade : ilhas de calor em Assis (SP) / Rafael Gotardi
Brússolo. – Londrina, 2015.
168 f. : il.

Orientador: Deise Fabiana Ely.

Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de
Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em
Geografia, 2015.

Inclui bibliografia.

1. Climatologia urbana – Teses. 2. Cidades e vilas – São Paulo (Estado) –
Teses. 3. Ilha de calor urbana – Teses. 4. Vegetação e clima – Teses. 5.
Solo urbano – Uso – Teses. I. Ely, Deise Fabiana. II. Universidade
Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-
Graduação em Geografia. III. Título.

CDU 911.2:551.58

RAFAEL GOTARDI BRÚSSOLO

O CLIMA E A CIDADE: ILHAS DE CALOR EM ASSIS (SP)

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Geografia - Dinâmica Espaço Ambiental - da Universidade Estadual de Londrina, como requisito a obtenção do título de Mestre em Geografia.

BANCA EXAMINADORA

Profª Drª Deise Fabiana Ely
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Gilnei Machado
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profª Drª Margarete Cristiane de Costa
Trindade Amorim
Universidade Estadual Paulista – UNESP

Londrina, 27 de fevereiro de 2015

A minha mãe Vera pela dedicação infindável e por representar tudo em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida.

A minha mãe Vera pelo carinho, atenção e por representar tudo na minha vida. Obrigado por me acompanhar nessa empreitada.

A família Menderico por ser a minha segunda família.

A Deise Fabiana Ely pela orientação. Agradeço pela dedicação, incentivo, empenho e pelas “puxadas de orelha”, o que contribuiu imensamente para a realização da pesquisa. A Gilnei Machado e Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim pelas contribuições essenciais para o término deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UEL pelas excelentes experiências vivenciadas.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

A Prefeitura Municipal de Assis pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa.

Ao Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO), em especial ao responsável técnico Cucliesi pela disponibilização das informações. Muito obrigado! Aos moradores Carmem, Cecília, Jair, Elizabeth, César, Rosa e Rigon, a Fundação Educacional do Município de Assis (FEMA), a Universidade Estadual Paulista (UNESP) e a loja Casa das Bombas por autorizarem a instalação dos sensores de coleta de dados. Sem vocês essa pesquisa não aconteceria.

A Diego Villa Guimarães e Guilherme Simionato Galli pela hospedagem esporádica em suas residências. Sem palavras para agradecer a ajuda de vocês.

Aos “irmãos” da República Maré Mansa: André Araújo, André Castro, Caio, Davi, Gustavo, Nadal, Vitor, Marcelo e Jânio pelo companheirismo e amizade. Aos amigos prudentinos Aroldo Costa, Lucas Biguete, Vanessa Dutra, Júlio Prata, Guilherme Seade, Walter Vieira e Thiago Alvim. Vocês são demais.

A Fernanda Volpon Robles pelo carinho e atenção.

Aos amigos assisenses, Gabriel Nogueira, João Francisco, Luiz Fernando Friedel, Guilherme Galli e Maurício Kac Dalva, pela amizade eterna.

A Associação Atlética Acadêmica UNESP PRUDENTE, por ter me propiciado anos maravilhosos e ter conhecido pessoas excepcionais. A Empresa Júnior GeoAmbiental Jr por ter me oferecido a honra de trabalhar com mentes brilhantes e ter despertado em mim o espírito empreendedor.

As repúblicas Mamatequila, O Barraco, Zebra, As Normais, Paraguai, Butantã, Os cara I, Calangos, Babilônia, Luz Vermelha, Alcatéia, Dama de Copos, Vila do Chaves, Vila Kzona, e especialmente ao Balancê Club, pelos momentos de entretenimento e lazer.

Agradeço a todos que me ajudaram e que não foram lembrados aqui. Gostaria de agradecer a oportunidade de estudar em uma universidade pública, morar em república e passar por todos os problemas que um universitário vive. Com certeza, sem sombra de dúvidas, viveria tudo isso novamente.

Imagine uma nova história para a sua vida e acredite nela.

(Paulo Coelho)

BRÚSSOLO, Rafael Gotardi. **O clima e a cidade: ilhas de calor em Assis (SP)**. 2015. 168 f. Dissertação de Mestrado (Pós-graduação em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

RESUMO

O modelo de urbanização adotado pelo Brasil e em muitos países, não levando em consideração as condições geoecológicas e geoambientais locais, provoca alterações nos elementos climáticos na cidade, gerando condições favoráveis para a formação de um clima urbano específico e que implica mudanças significativas no bem-estar da população no que se refere ao conforto térmico, à qualidade do ar, ao impacto das chuvas, entre outros. As metrópoles configuram espaços significativos no que tange às mudanças na paisagem natural e são exemplos das implicações das mudanças climáticas urbanas, todavia, é importante compreender como tais problemas podem acontecer nas cidades de porte pequeno e médio. A compreensão dos mecanismos que compõe o clima urbano torna-se importante para a estruturação de projetos que visem melhorias da qualidade ambiental das cidades, impactando positivamente na vida das pessoas. Dessa maneira, a presente pesquisa analisa o campo termodinâmico, em específico a conduta, a intensidade, bem como os horários de atuação do fenômeno ilha de calor, no período de inverno (julho de 2013) em Assis (SP). A fundamentação teórico-metodológica foi pautada nas obras de Monteiro (1976, 1991) que preconizam uma análise sistêmica do clima urbano e seus respectivos canais de percepção humana. De início foi realizada a classificação do uso e ocupação do solo por meio de imagens de satélite e trabalhos de campo, bem como foram produzidas a carta hipsométrica e a carta de expansão urbana do município. Posteriormente, foram realizadas visitas na prefeitura e na sub-sede da CIIAGRO (Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas) para coleta de dados. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados por meio de estações automáticas meteorológicas. As cartas de isotermas e isoígras foram utilizadas para detectar diferenças térmicas e higrométricas que, em associação com os dados meteorológicos dos sistemas atmosféricos atuantes, possibilitaram a análise das ilhas de calor em Assis. Os resultados demonstraram ocorrer diferenças significativas entre os diversos pontos de coleta de dados, de acordo com o sistema atmosférico atuante, o horário e o uso e ocupação do solo.

Palavras-chave: Clima urbano. Ilhas de calor. Qualidade ambiental urbana.

BRÚSSOLO, Rafael Gotardi. **The climate and the city: heat islands in Assis (SP)**. 2015. 168 p. Dissertação de Mestrado (Pós-graduação em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

ABSTRACT

The urbanization model adopted by Brazil and in many countries, not taking into account the rural ecology and geoenvironmental conditions local causes changes in weather elements in the city, creating favorable conditions for the formation of a specific urban climate and that implies significant changes in welfare of people in regard to thermal comfort, air quality, the impact of rainfall, among others. The cities constitute significant spaces in relation to changes in the natural landscape and are examples of the implications of urban climate change, however, it is important to understand how such problems can happen in small and medium-sized cities. Understanding the mechanisms that make up the urban climate it is important to structure projects aimed at improvements in environmental quality of cities, positive impact on people's lives. Thus, this research analyzes the thermodynamic sector, in particular the conduct, the intensity and the performance times of the heat island phenomenon in the winter period (july 2013) in Assis (SP). The theoretical and methodological foundation was based on the works of Monteiro (1976, 1991) who advocate a systemic analysis of urban climate and their respective channels of human perception. At first was classified land use and occupation by means of satellite images and field work and were produced hypsometric letter and the letter of urban sprawl of the city. Subsequently, visits were made in the prefecture and sub-headquarters CIIAGRO (Integrated Center for Agrometeorology Information) for data collection. The temperature and relative humidity were collected by means of automatic weather stations. The letters and isoígras isotherms were used to detect thermal and hygrometric differences that, in combination with the meteorological data of active weather systems, allowed the analysis of heat islands in Assis. The results showed significant differences occur between the various points of data collection, according to the active weather system, the time and the use and occupation of land.

Key-words: Urban climate. Heat islands. Urban environmental quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O clima urbano.....	22
Figura 2 – O comportamento da temperatura em usos e ocupações diferenciados do solo.....	22
Figura 3 – Localização do município de Assis (SP)	37
Figura 4 – Carta Hipsométrica da cidade de Assis (SP).....	38
Figura 5 – Expansão urbana de Assis (SP).....	41
Figura 6 – Locais e nomes dos bairros em Assis (SP).....	45
Figura 7 – Carta de ocupação do solo urbano de Assis (SP)	50
Figura 8 – Atuação dos principais sistemas atmosféricos em Assis	53
Figura 9 – Variação dos elementos climáticos e sistemas atmosféricos atuantes em Assis – Julho de 2013.....	77
Figura 10 – Área do entorno do ponto Av. Rui Barbosa	78
Figura 11 – Proximidades do ponto Av. Rui Barbosa.....	79
Figura 12 – Área do entorno do ponto Casa das Bombas	80
Figura 13 – Proximidades do ponto Casa das Bombas	80
Figura 14 – Área do entorno do ponto Residencial Colinas	81
Figura 15 – Proximidades do ponto Residencial Colinas	82
Figura 16 – Área do entorno do ponto Vila Xavier.....	83
Figura 17 – Proximidades do ponto Vila Xavier	83
Figura 18 – Área do entorno do ponto Colégio Ipê.....	84
Figura 19 – Proximidades do ponto Colégio Ipê.....	85
Figura 20 – Área do entorno do ponto Fema.....	86
Figura 21 – Proximidades do ponto Fema.....	86
Figura 22 – Área do entorno do ponto São Francisco.....	87
Figura 23 – Proximidades do ponto São Francisco.....	88
Figura 24 – Área do entorno do ponto Unesp.....	89
Figura 25 – Proximidades do ponto Unesp	89
Figura 26 – Área do entorno do ponto Rural.....	90
Figura 27 – Proximidades do ponto Rural.....	91
Figura 28 – Imagem do satélite GOES, Carta sinótica da Marinha do Brasil e ilhas de calor, frescor, úmida e seca, às 8h no dia 9/7	124

Figura 29 – Ilhas de calor e frescor no período de 8 a 19 de julho de 2013, às 8h.....	126
Figura 30 – Ilhas úmidas e secas no período de 8 a 19 de julho de 2013, às 8h.....	127
Figura 31 – Imagem do satélite GOES, Carta sinótica da Marinha do Brasil e ilhas de calor, frescor, úmida e seca, às 10h no dia 16/7	129
Figura 32 – Ilhas e calor e frescor no período de 8 a 19 de julho de 2013, às 10h.....	131
Figura 33 – Ilhas úmidas e secas no período de 8 a 19 de julho de 2013, às 10h.....	132
Figura 34 – Imagem do satélite GOES, Carta sinótica da Marinha do Brasil e ilhas de calor, frescor, úmida e seca às 16h no dia 14/7	134
Figura 35 – Ilhas de calor e frescor no período de 8 a 19 de julho de 2013, às 16h.....	136
Figura 36 – Ilhas úmidas e secas no período de 8 a 19 de julho de 2013, às 16h.....	137
Figura 37 – Imagem do satélite GOES, Carta sinótica da Marinha do Brasil e ilhas de calor, frescor, úmida e seca às 22h no dia 16/7	139
Figura 38 – Ilhas de calor e frescor no período de 8 a 19 de julho de 2013, às 22h.....	141
Figura 39 – Ilhas úmidas e secas no período de 8 a 19 de julho de 2013, às 22h.....	142

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Temperatura média anual no município de Assis (SP) no período de 1991 a 2012	56
Gráfico 2 –	Precipitação anual no município de Assis (SP) no período de 1991 a 2012	57
Gráfico 3 –	Média mensal da temperatura no município de Assis (SP) no período de 1991 a 2012.....	58
Gráfico 4 –	Média mensal da precipitação no município de Assis (SP) no período de 1991 a 2012.....	59
Gráfico 5 –	Variabilidade da temperatura no mês de janeiro no período de 1991 a 2012	59
Gráfico 6 –	Variabilidade da precipitação no mês de janeiro no período de 1991 a 2012	60
Gráfico 7 –	Variabilidade da temperatura no mês de fevereiro no período de 1991 a 2012	60
Gráfico 8 –	Variabilidade da precipitação no mês de fevereiro no período de 1991 a 2012	61
Gráfico 9 –	Variabilidade da temperatura no mês de março no período de 1991 a 2012	62
Gráfico 10 –	Variabilidade da precipitação no mês de março no período de 1991 a 2012	62
Gráfico 11 –	Variabilidade da temperatura no mês de abril, no período de 1991 a 2012	63
Gráfico 12 –	Variabilidade da precipitação no mês de abril no período de 1991 a 2012	63
Gráfico 13 –	Variabilidade da temperatura no mês de maio no período de 1991 a 2012	64
Gráfico 14 –	Variabilidade da precipitação no mês de maio no período de 1991 a 2012	65
Gráfico 15 –	Variabilidade da temperatura no mês de junho no período de 1991 a 2012	65
Gráfico 16 –	Variabilidade da precipitação no mês de junho no período de 1991 a 2012	66

Gráfico 17 – Variabilidade da temperatura no mês de julho no período de 1991 a 2012	66
Gráfico 18 – Variabilidade da precipitação no mês de julho no período de 1991 a 2012	67
Gráfico 19 – Variabilidade da temperatura no mês de agosto no período de 1991 a 2012	68
Gráfico 20 – Variabilidade da precipitação no mês de agosto no período de 1991 a 2012	68
Gráfico 21 – Variação e média da temperatura no mês de setembro no período de 1991 a 2012	69
Gráfico 22 – Variabilidade da precipitação no mês de setembro no período de 1991 a 2012	70
Gráfico 23 – Variabilidade da temperatura no mês de outubro no período de 1991 a 2012	70
Gráfico 24 – Variabilidade da precipitação no mês de outubro no período de 1991 a 2012	71
Gráfico 25 – Variabilidade da temperatura no mês de novembro no período de 1991 a 2012	71
Gráfico 26 – Variabilidade da precipitação no mês de novembro no período de 1991 a 2012	72
Gráfico 27 – Variabilidade da temperatura no mês de dezembro no período de 1991 a 2012	72
Gráfico 28 – Variabilidade da precipitação no mês de dezembro no período de 1991 a 2012	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição e identificação dos locais de coleta de dados climáticos	48
Quadro 2 – Dados geográficos dos pontos de coleta de dados climáticos.....	48
Quadro 3 – Sistemas atmosféricos e resultados esperados na região de Assis	54
Quadro 4 – Ocorrências do fenômeno El Niño e La Niña no Brasil	55
Quadro 5 – Gradientes térmicos e higrométricos às 8h associadas à precipitação, velocidade do vento e sistemas atmosféricos atuantes em julho de 2013	94
Quadro 6 – Temperatura nos pontos de coleta de dados às 8h.....	95
Quadro 7 – Umidade relativa do ar nos pontos de coleta de dados às 8h.....	96
Quadro 8 – Gradientes térmicos e higrométricos às 10h associadas à precipitação, velocidade do vento e sistemas atmosféricos atuantes em julho de 2013	101
Quadro 9 – Temperatura nos pontos de coleta de dados às 10h.....	102
Quadro 10 – Umidade relativa do ar nos pontos de coleta de dados às 10h.....	103
Quadro 11 – Gradientes térmicos e higrométricos às 16h associadas à precipitação, velocidade do vento e sistemas atmosféricos atuantes em julho de 2013	108
Quadro 12 – Temperatura nos pontos de coleta de dados às 16h.....	109
Quadro 13 – Umidade relativa do ar nos pontos de coleta de dados às 16h.....	110
Quadro 14 – Gradientes térmicos e higrométricos às 22h associadas à precipitação, velocidade do vento e sistemas atmosféricos atuantes em julho de 2013	115
Quadro 15 – Temperatura nos pontos de coleta de dados às 22h.....	116
Quadro 16 – Umidade relativa do ar nos pontos de coleta de dados às 22h.....	117

LISTA DE SIGLAS

BNH	Banco Nacional de Habitação
CDA	Centro de Desenvolvimento de Assis
CIIAGRO	Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas
CPTEC/INPE	Centro de Previsão de tempo e Estudo Climático/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INOCOOP	Instituto de Orientação às Cooperativas Habitacionais
SCU	Sistema Clima Urbano
SIG	Sistema de Informação Geográfica
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UEL	Universidade Estadual de Londrina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA DO TEMA	17
2	O CLIMA URBANO (CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS E METODOLÓGICAS)	20
2.1	O uso e ocupação do solo e o fenômeno ilha de calor	26
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	30
3.1	Os levantamentos de campo e as coletas de dados	31
4	CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO: ASSIS (SP)	35
4.1	Histórico da ocupação do município de Assis.....	38
4.2	O crescimento e adensamento urbano	40
5	ANÁLISE DA SÉRIE HISTÓRICO-CLIMATOLÓGICA DE ASSIS/SP	52
5.1	A análise rítmica	74
5.2	A escolha dos pontos de coleta de dados.....	78
5.2.1	Ponto Av. Rui Barbosa (Ponto 1).....	78
5.2.2	Ponto Casa das Bombas (Ponto 2).....	79
5.2.3	Ponto Residencial Colinas (Ponto 3).....	81
5.2.4	Ponto Vila Xavier (Ponto4)	82
5.2.5	Ponto Colégio Ipê (Ponto 5)	84
5.2.6	Ponto Fema (Ponto 6)	85
5.2.7	Ponto São Francisco (Ponto 7)	87
5.2.8	Ponto Unesp (Ponto 8).....	88
5.2.9	Ponto Rural (Ponto 9)	90
6	CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS E HIGROMÉTRICAS EM ASSIS (SP) NO PERÍODO DE JULHO DE 2013	93
6.1	Condições térmicas e higrométricas às 8h	93
6.2	Condições térmicas e higrométricas às 10h	100
6.3	Condições térmicas e higrométricas às 16h	107
6.4	Condições térmicas e higrométricas às 22h	114

7 AS ILHAS DE CALOR NO MUNICÍPIO DE ASSIS (SP).....	122
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	144
BIBLIOGRAFIA.....	147
ANEXOS.....	154
ANEXO A – Imagens de satélite GOES/Julho de 2013.....	155
ANEXO B – Cartas sinóticas da Marinha do Brasil/ Julho de 2013	162

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA DO TEMA

As dificuldades enfrentadas por grande parte da população para a sobrevivência no campo e os atrativos de trabalho na indústria urbana levaram à saída do homem do campo em direção às cidades. No caso brasileiro, o êxodo rural contribuiu para o crescimento das pequenas e médias cidades do interior que, em sua maioria, não possuíam infraestrutura adequada para comportar a demanda de pessoas. Assim, foi instaurada uma ocupação desordenada do ambiente sem levar em conta os condicionantes geoecológicos e geoambientais, o que contribuiu para a insalubridade ambiental das áreas urbanas.

O meio natural é substituído pelas áreas construídas, pela pavimentação asfáltica, pelo adensamento populacional etc. Essa remoção da cobertura natural, e a formulação do sítio urbano, aliado as intensas atividades socioeconômicas, proporcionam mudanças no balanço de energia entre a superfície e a atmosfera, afetando o regime hídrico das precipitações pluviais, aumento da temperatura, queda da qualidade do ar, entre outros (BRANDÃO, 1996, p.85).

Sant'anna Neto (1995, p.30) afirma que,

[...] como este ambiente é vivo e regulado por processos e dinâmicas próprias, responde às alterações impostas pelo homem, resultando em níveis de derivações dos sistemas, naturais e antrópicos, dos mais variados.

A formação das áreas urbanas derivadas desse processo acaba resultando na produção de fenômenos como a ilha de calor, a inversão térmica, o agravamento do efeito estufa, dentre outros. Além disso, provoca mudanças na circulação secundária da atmosfera, causando irregularidades das chuvas. É importante ressaltar que o clima urbano é particularizado em cada cidade, destarte, as intensidades e configurações dependem dos fatores geográficos pertinentes àquele local. Dentre os agravantes do clima urbano, a remoção da cobertura vegetal, a canalização das superfícies líquidas acompanhado da escassez de áreas verdes, entre outros, propiciam a redução do fluxo de calor latente (armazenado na molécula

de água) e aumento do calor sensível (o que o corpo humano sente). O resultado é o aumento da temperatura e diminuição da umidade relativa do ar, causando desconforto térmico.

As novas rugosidades (edifícios) formam verdadeiros *canyons urbanos*, aprisionando as ondas longas (térmicas), contribuindo para o aumento da temperatura urbana e, também, para o agravamento do fenômeno da ilha de calor. Brandão (1996) afirma que a ilha de calor representa a ação mais efetiva do clima urbano e sua intensidade depende das condições micro e mesoclimáticas locais de cada cidade. Além do desconforto térmico, a péssima qualidade do ar e as chuvas concentradas que ocasionam inundações são outros agravamentos gerados pelo modo de vida urbano. O fluxo constante de veículos e a densidade industrial aumentam a concentração de poluentes na cidade, o que provoca doenças respiratórias, circulatórias etc., e contribuem para a intensificação das chuvas localizadas, porque esses poluentes em suspensão na atmosfera servem de núcleos de condensação para o vapor d' água.

No que se refere aos estudos relacionados com a modificação dos elementos climáticos na área urbana pode-se destacar aquele realizado por Howard, em 1833, dedicado a analisar as características da ilha de calor em uma cidade de clima temperado, segundo Amorim (2000). No Brasil, as principais referências são os trabalhos realizados por Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro que, em 1976, escreveu Teoria e Clima urbano e propôs o Sistema Clima Urbano (SCU). O SCU é dividido em três subsistemas: Termodinâmico, Físico-Químico e Meteorológico ou Impacto Hidrodinâmico, sendo que o primeiro enfoca mais diretamente a temperatura do ar, o segundo a qualidade do ar e o terceiro o impacto pluvial. E esta teoria tem subsidiado as pesquisas de climatologia urbana no Brasil até o presente momento.

Os primeiros trabalhos desenvolvidos sobre a climatologia urbana no Brasil focaram as cidades de grande porte, principalmente pelo fato de representarem a maior alteração antrópica no meio natural. Um exemplo é a obra de Lombardo (1985) dedicada ao estudo das ilhas de calor na região metropolitana de São Paulo, diagnosticando diferenças na ordem de 10°C nos horários de máximo aquecimento, perdurando até às 21h.

Apesar da expressão territorial das cidades pequenas ou de porte médio não se comparar com as de grande porte, existe a demanda por estudos que se

dediquem à averiguar o potencial de alterações que esta área urbanizada pode provocar na atmosfera em escala local. Vale destacar que algumas pesquisas em cidades de porte pequeno já detectaram diferenças na atuação dos elementos climáticos no meio urbano quando comparado ao meio rural.

As cidades de porte médio e pequeno possuem então características geográficas bastante diferenciadas daquelas de grande porte e metropolitanas, e apresentam, portanto, consideráveis facilidades para a identificação de suas paisagens intraurbanas; estas, previamente identificadas, permitirão uma melhor compreensão da interação sociedade-natureza na construção do clima urbano. (MENDONÇA, 2003 p.96).

Assis (SP) se insere nesta demanda, caracterizada como uma cidade de porte médio. Dessa forma, o objetivo principal deste estudo é diagnosticar as ilhas de calor no município de Assis, comparando as características da temperatura e umidade relativa do ar durante 31 dias do mês de julho de 2013, de modo a constatar possíveis diferenças associadas aos distintos tipos de uso e ocupação do solo, evidenciando a atuação do fenômeno ilha de calor. Compreender os mecanismos geradores do tempo atmosférico e sua relação com o meio natural e urbano e, como estes interferem na temperatura e umidade relativa do ar. E, em seguida, fornecer sugestões ao planejamento e ordenamento territorial urbano.

Esta pesquisa possibilitará o entendimento da atuação da temperatura e umidade relativa do ar relacionado aos diferentes tipos de uso e ocupação do solo urbano em comparação ao meio rural do município de Assis, e poderá ajudar na análise das relações cidade-campo através das observações meteorológicas básicas para a interpretação da geração do clima da cidade, colaborando para o diagnóstico de um clima urbano específico e fornecendo direcionamentos para a implantação de medidas mitigatórias com a finalidade de melhorar o conforto térmico.

Pretende-se que este trabalho contribua para o avanço dos estudos do clima das cidades do oeste paulista, de pequeno ou médio porte, procurando estimular a comunidade científica para essa temática, bem como no aprimoramento de tais pesquisas. E que também possa ser utilizado como ferramenta técnica para sugerir propostas ao ordenamento territorial urbano de Assis.

2 O CLIMA URBANO (CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS E METODOLÓGICAS)

Para dar início ao levantamento dos estudos de climatologia urbana, faz-se necessário abordar o conceito-chave desta pesquisa, o clima. Esse debate se configura importante para dar sustentação teórica à discussão proposta. Compreender o conceito e as definições do que se entende por clima auxilia no entendimento e na análise do fenômeno clima urbano e, conseqüentemente, das ilhas de calor.

No século XIX predominava a ideia de clima como o “estado médio” da atmosfera em um determinado setor da superfície terrestre, sendo Julius Hann, em 1833, um de seus idealizadores, conforme Sant’Anna Neto (1995). A Primeira Guerra Mundial alavancou a modernização das técnicas e dos métodos na ciência como um todo e, no que concerne a climatologia e meteorologia, foram desenvolvidos novos conhecimentos acerca da dinâmica atmosférica e da análise sinótica.

O rompimento com o paradigma do “estado médio” ocorreu com a contribuição de Max Sorre (1955), trazendo as noções de “ritmo” e “sucessão” para os estudos climatológicos. Segundo o próprio autor, “o clima é definido pela série de estados atmosféricos sobre um lugar em sua sucessão habitual” (SORRE, 1951, p.14). Essa definição altera as antigas concepções de tempo e clima, destacando a dinamicidade da atmosfera em sua sucessão habitual, referindo-se ao ritmo dos tipos de tempo.

A nova teoria do ritmo gerou grandes avanços nas pesquisas do clima de base geográfica. A partir desse momento e, incorporando outras obras, como a análise episódica de Sternberg (1949) e da avaliação crítica do método sintético das massas de ar de Pédèlaborde (1959), Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, em 1971, concebeu a análise geográfica do clima com o pressuposto do paradigma do ritmo, tornando-se o precursor da Climatologia Geográfica no Brasil.

A ideia de ritmo está inserida na análise diária, ou seja, é a representação da circulação atmosférica regional como geradora dos tipos de tempo, constituindo o ritmo.

Isto posto, Monteiro (1976) contribuiu para o desenvolvimento das pesquisas do clima em uma perspectiva geográfica, além de revolucionar o estudo do clima urbano por meio do Sistema Clima Urbano, com seus critérios, enunciados e canais de percepção humana.

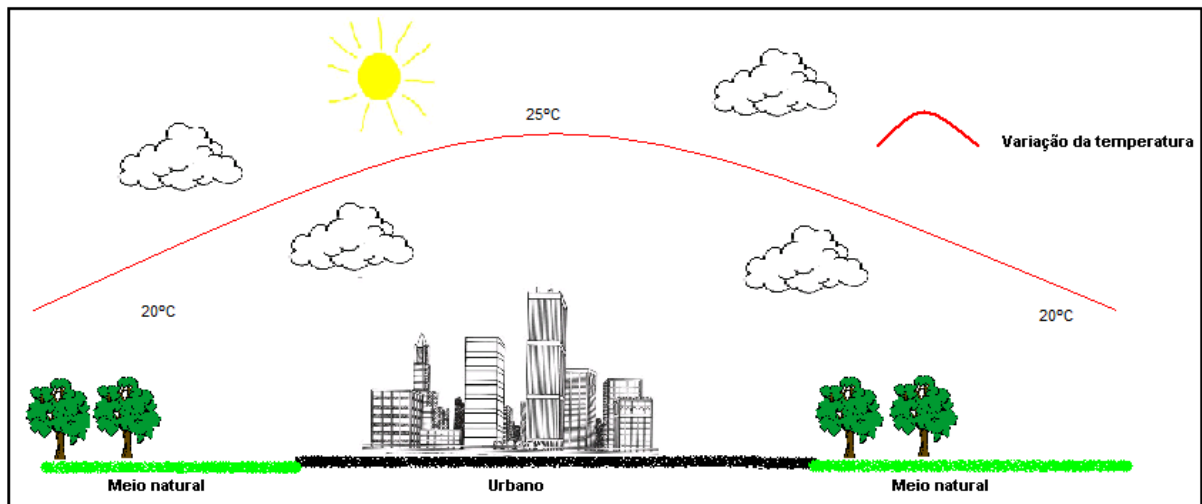
Assim sendo, a pesquisa ora proposta tem sua referência metodológica no Sistema Clima Urbano, calcado no conceito de clima proposto por Max Sorre (1951).

E, para o estudo do clima urbano, acrescenta-se outro fator climático de extrema importância: a urbanização. Ela não se configura igualmente em todos os lugares. Todos os constituintes que são inerentes ao processo urbano se diferenciam no espaço e no tempo, não somente entre cidades de porte pequeno, médio ou grande, mas também entre os bairros, vilas e distritos da mesma cidade e no meio rural.

O precário gerenciamento do processo de urbanização leva a ocupação desordenada do espaço urbano. Os elementos naturais são substituídos pelos materiais construtivos que apresentam características físico-químicas essencialmente diferentes. O desconhecimento ou a negligência dos resultados das ações sobre o meio natural causam grandes problemas urbanos, como as ilhas de calor (conforto térmico); as enchentes, pelo aumento da precipitação e impermeabilização do solo; os desmoronamentos de encostas, devido ao desmatamento e a ocupação em massa de áreas impróprias; e a perda da qualidade do ar, provocados pela queima de combustíveis fósseis de automóveis e indústrias, oferecendo condições de insalubridade para a vivência das pessoas.

Sendo assim, a modificação na paisagem natural e a forma do sítio urbano provocam alterações no regime energético entre a superfície e a atmosfera (**Figura 1**).

Figura 1 - O clima urbano

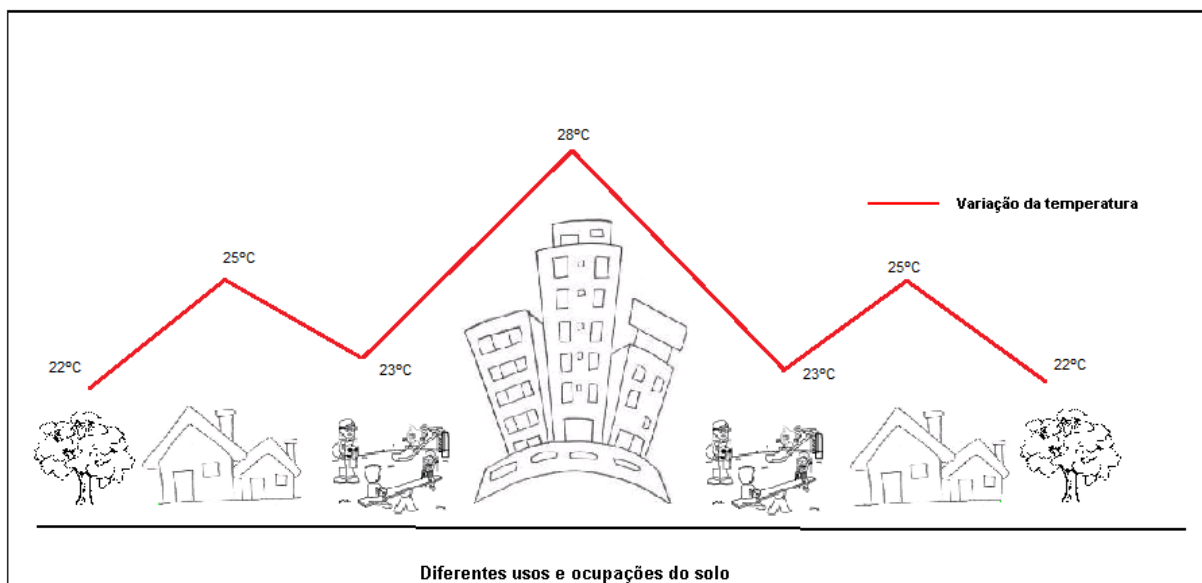


Fonte: Brússolo, 2013

Apesar de ser notória a apresentação de uma variação da temperatura, há um elemento importante que contribui para o agravamento do clima urbano: a verticalização urbana. Os prédios e edifícios formam “canais de absorção de energia”, porque eles dificultam o escoamento dos ventos e ainda aprisionam as ondas longas (a radiação da Terra ocorre sob a forma de onda longa), aumentando a temperatura e a concentração de poluentes, conforme aborda Mendonça (1994).

Com a análise da **Figura 2** observa-se a temperatura em diferentes tipos de uso e ocupação do solo urbano, objeto principal desta pesquisa.

Figura 2 - O comportamento da temperatura em usos e ocupações diferenciados do solo



Fonte: Brússolo, 2013

Segundo Pitton (1997 p. 08):

É nas áreas urbanas que ocorre a ação antrópica sobre o clima. As alterações que se processam nos espaços urbanos, através da materialidade física da cidade e das atividades decorrentes, associadas ao sítio e às relações que se estabelecem entre espaços e a atmosfera contígua, propiciam condições climáticas distintas de áreas circunvizinhas e criam um clima próprio, denominado Clima Urbano.

Acrescenta-se a essa discussão que,

O balanço energético nas cidades é alterado principalmente pela complexa geometria das superfícies construídas, pelas propriedades térmicas dos materiais, pela orientação das edificações, impermeabilização do solo e calor liberado pelas diversas atividades humanas (AMORIM, 2000, p. 27).

Em se tratando dos estudos de climatologia urbana internacional, destaca-se o trabalho de Chandler (1965), que estudou o clima urbano de Londres, diagnosticando ilhas de calor com diferenças de até 2,0°C na área central em relação a sua circunvizinhança. Vale destacar que Londres foi a primeira cidade a ter seu clima urbano estudado detalhadamente, destacando as noções de uso e ocupação do solo como fatores fundamentais para o agravamento do fenômeno clima urbano.

Jauregui (1973) estudou as características climáticas da Cidade do México, relacionando os dados de temperatura da área central com as observações referentes à ilha de calor e distribuição das chuvas. O autor ressalta a importância das condições sinóticas locais e regionais na formação e desenvolvimento das ilhas de calor.

Oke (1976 e 1978) elaborou uma classificação e compreensão do clima urbano em duas escalas: o *urban boundary layer* (camada do dossel urbano), definido por processos de mesoescala e compreende a atmosfera alterada por todo o sítio urbano e o *urban canopy layer* (camada de cobertura urbana) definida por processos em microescala, tratando das questões intraurbanas (uso e ocupações do solo diferenciados, exposições das vertentes, relevo etc.). As diferenciações do urbano são elementos primários na identificação do clima urbano, pelo fato de possuírem características locais que interferem diferentemente na atmosfera. Essa

análise colabora significativamente para o entendimento da ilha de calor como fenômeno geográfico.

Lowry (1977) analisou a influência da topografia e de outros fatores no estudo de clima urbano. Ele destaca que, se a localização topográfica do meio urbano e seu entorno rural possuir características semelhantes, as possíveis diferenças dos elementos climáticos ocorrerão devido, exclusivamente, ao sítio urbano.

Landsberg (1981) alertou sobre o aquecimento das áreas urbanas em relação às rurais, ocasionando chuvas concentradas e modificando a circulação de ar nas regiões tropicais. Adicionando a impermeabilização do solo urbano em associação com as chuvas concentradas como fator de enchentes e inundações urbanas.

Em se tratando de pesquisas nacionais, Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro é o precursor de pesquisas com essa temática, sendo até o presente momento a grande referência científica para os estudos de climatologia urbana.

Tavares (1974) pesquisou o clima local de Campinas, destacando o papel da circulação atmosférica regional e a sua influência no meio urbano. O autor destaca que a repercussão dos fenômenos atmosféricos depende dos fatores geourbanos e geoecológicos e sua posição geográfica (latitude, longitude, altitude etc.).

Tarifa (1977) comparou a temperatura e umidade relativa do ar entre a área urbana e rural no município de São José dos Campos (SP), constatando diferenças térmicas entre a zona urbana e rural, sob atuação da Frente Polar Atlântica e Massa Polar Atlântica. Para a coleta de dados o autor utilizou psicrômetros em pontos fixos da área urbana e rural e comprovou a existência de ilhas de calor diurnas e noturnas na cidade.

Sampaio (1981) relacionou as variáveis do uso e ocupação do solo e a ilha de calor para a cidade de Salvador, constatando que as alterações no balanço de energia do ambiente foram proporcionadas pelo sítio urbano. O estudo foi realizado durante um único dia e comprovou diferenças térmicas entre áreas densamente construídas e outras menos densamente urbanizadas.

Danni (1987) estudou a espacialização das ilhas de calor na cidade de Porto Alegre, em janeiro de 1982 e concluiu que as condições atmosféricas referentes ao período propiciaram o desencadeamento do fenômeno ilha de calor, tendo como base as áreas com padrão de ocupação mais denso e outras suburbanas, com

características residenciais. Também foram detectadas ilhas de frescor nas áreas menos construídas.

Maitelli (1994) averiguou os efeitos da urbanização na temperatura e umidade do ar na cidade de Cuiabá (MT), usando como referência três abordagens: a análise estatística da série histórico-climatológica no período de 1920 a 1992, mensurações fixas e móveis das áreas com maior adensamento urbano e outras áreas periféricas. Os resultados comprovaram a elevação de 0,073°C no recorte temporal estudado (23 anos - 1970 a 1992). Com relação às coletas móveis realizadas, foram diagnosticadas ilhas de calor de 3,8°C no período noturno na estação seca e de 1,8°C no período noturno da estação chuvosa.

Mendonça (1994) estudou o clima urbano da cidade de Londrina (PR). A cidade possuía na época 380.000 habitantes. Para a pesquisa, o autor gerou os seguintes mapas: hipsometria, declividade, orientação de vertentes, direção e velocidade dos ventos de superfície, uso do solo (fotointerpretação) a partir de imagem do satélite LANDSAT 5 TM, do dia 2/01/1993 às 12h44. Foi processada a imagem termal da região onde Londrina está localizada. A cidade foi subdividida em 15 setores para a coleta de dados e também foram utilizados pontos fixos e móveis. O pesquisador diagnosticou a presença de ilhas de calor urbanas no inverno e no verão, com valores superiores a 10°C. Concluiu que as diferenças térmicas mais acentuadas entre o urbano e o rural foram em áreas com menor umidade do ar e que a posição geográfica (topografia e exposição das vertentes) foi decisiva na temperatura, sendo as áreas mais elevadas e com vertentes leste, norte e oeste mais quentes e as áreas de menor elevação e com vertentes voltadas para o sul, menos quentes.

Sette (1996) realizou um estudo de caso de clima urbano para a cidade de Rondonópolis (MT) e também contribuiu para aprimorar o conhecimento do clima regional do Mato Grosso. A autora trabalhou com os processos genéticos da pluviosidade nos climas Tropicais Úmidos e Secos, relacionando com as questões ambientais urbanas. Verificou que as áreas mais arborizadas da cidade possuem efeito atenuador do aquecimento, trazendo melhorias ao conforto térmico.

Amorim (2000) pesquisou o clima urbano de Presidente Prudente (SP), dando destaque para o campo termodinâmico. Utilizou a exposição das vertentes, as áreas verdes e o uso e ocupação do solo para a caracterização de um clima urbano específico.

Souza (2007) analisou o campo térmico das cidades de Americana, Nova Odessa, Santa Bárbara D'Oeste e Sumaré, todas localizadas no estado de São Paulo, e defende a tese de que é possível alterar os impactos do clima urbano em um curto período de tempo, desde que se tenha uma participação efetiva do poder público no ordenamento territorial urbano.

Ugeda Júnior (2011) estudou o clima urbano e o planejamento na cidade de Jales (SP) e constatou diferenças na temperatura e umidade relativa do ar entre a cidade e o campo, além dos gradientes intraurbanos. O uso e ocupação do solo, o tamanho dos lotes e, conseqüentemente, a densidade de material antropogênico foram os principais fatores para a composição do clima urbano dessa cidade.

2.1 O uso e ocupação do solo e o fenômeno ilha de calor

O processo contemporâneo de ocupação urbana pautado na retirada da cobertura natural e na criação de um ambiente antrópico, proporciona a alteração na entrada (*input*) e na saída de energia (*output*), instaurando o clima urbano. O modelo estrutural adotado para a elaboração do sítio urbano, em muitos casos, não leva em consideração as características naturais locais, como morfologia, tipo de solo, condicionantes climatológicos, entre outros elementos. Acrescenta-se que o solo urbano está inserido no processo de especulação imobiliária que, em muitas cidades intervém nos projetos de planejamento urbano.

Esse processo acentuado de urbanização leva a ocupação desordenada do espaço urbano. Os elementos naturais são substituídos pelos materiais construtivos que, de maneira geral não são projetados para as condições climáticas locais e apresentam características essencialmente diferentes.

A consequência é a diminuição da qualidade de vida da população que está à mercê das enchentes provocadas pelo aumento da precipitação e impermeabilização do solo, queda na qualidade do ar derivada da intensa queima de combustíveis fósseis oriundos dos automóveis e indústrias, adensamento de materiais que absorvem mais energia, causando problemas em relação ao conforto térmico etc.

Assim, evidencia-se que a ilha de calor é fruto da retirada da cobertura natural para a estruturação do espaço urbano, dando sustentação para possíveis alterações na temperatura, umidade relativa do ar e na direção dos ventos, sendo estes modificados pela morfologia urbana. Neste sentido,

[...] o geógrafo deve considerar a cidade como ambiente que revela um clima urbano como um produto da transformação de energia configurada entre o ar atmosférico e o ambiente urbano construído pelo homem (SOUZA, 2007, p. 36).

Brandão (1996) afirma que a ilha de calor representa a ação mais efetiva do clima urbano e sua intensidade depende das condições micro e mesoclimáticas locais de cada cidade.

As cidades que estão em latitudes médias possuem diferenças no que tange a magnitude e o horário de maior intensidade do fenômeno ilha de calor em relação às cidades tropicais. Enquanto a primeira tem demonstrado sua importância principalmente no período de inverno durante a madrugada, proporcionando a sensação de conforto térmico devido à temperatura estar normalmente abaixo de 0°C, a segunda apresenta sua veemência no período vespertino e noturno, causando a sensação de desconforto térmico e agravamento de moléstias, de acordo com Mendonça (2009).

Compreende-se então que a localização geográfica e a sazonalidade são fatores fundamentais para o estudo em climatologia urbana. Em relação a isso, o Brasil possui uma qualidade natural para estudos dessa vertente, pelo fato de ser um país com proporções territoriais continentais, sofre influência de variados fatores sazonais e geográficos que, do ponto de vista de um estudo do clima, é muito interessante. Para melhor exemplificar, ressalta-se o estudo elaborado por Sartori (1979) que analisou o clima urbano da cidade de Santa Maria (RS), onde ocorre a predominância de massas de ar com características mais frias durante grande parte do ano, e o trabalho de Araújo (2001) que estudou o processo de urbanização na produção do clima urbano de São Luis (MA), região equatorial litorânea com forte atuação de massas de ar mais quentes e úmidas.

Vale destacar que a ilha de calor não é característica somente de cidades de grande porte, como as metrópoles. Os estudos internacionais, como o de Sekiguti (1964) diagnosticou a presença de ilhas de calor em uma pequena cidade japonesa de 12.000 habitantes. No caso brasileiro, muitos estudos estão verificando que cidades de pequeno e médio porte possuem um clima urbano específico. Viana (2006) estudou a atuação da temperatura no município de Teodoro Sampaio (SP), com aproximadamente 20.000 habitantes e constatou diferenças térmicas em diversos pontos da cidade.

Ortiz (2011) analisou as ilhas de calor em episódios de verão na cidade de Cândido Mota (SP), com aproximadamente 29.000 habitantes. Foram constatadas diferenças térmicas devido à exposição das vertentes e o uso e ocupação do solo. No período matutino, as porções leste e noroeste da cidade estavam mais quentes que o centro e outros bairros, em decorrência do rápido aquecimento das áreas menos ocupadas ou rurais que influenciam no aumento da temperatura nesse momento do dia. Nos períodos vespertino e noturno a área central apresentou menores taxas de umidade relativa do ar e maiores temperaturas, por causa da absorção de energia dos materiais antrópicos. É importante detalhar que os bairros localizados na porção sudeste apresentaram os mesmos padrões da área central nesse período. Esses bairros são ocupados pela população mais carente da cidade e os lotes são parcelados ao extremo, ocorrendo a intensa ocupação do terreno, aumentando a impermeabilização e dificultando a circulação natural dos ventos.

Ludmila Silva (2011) realizou a análise térmica na cidade de São Carlos (SP) em episódio de inverno e verificou diferenças de temperatura intraurbanas. Ela relaciona os tipos de tempo com a urbanização e a presença ou não de vegetação. A autora faz uma ressalva no que se refere à atuação da Massa Polar Atlântica, visualizando um padrão de homogeneidade da temperatura em São Carlos devido a grande presença de nebulosidade e os elevados índices de umidade relativa do ar.

As referências bibliográficas citadas ilustram que as cidades de pequeno e médio porte também podem alterar os elementos do clima, em uma escala local. Entretanto,

As metrópoles são o melhor exemplo de deterioração da qualidade ambiental, pois, há muito tempo, o tamanho da mancha urbana tornou-se inconveniente à sustentação de um conforto térmico mínimo à população (ARAÚJO, 2001, p. 10).

A ação das ilhas de calor ilustra o resultado do modo de vida urbano no meio natural. A maioria dos modelos adotados para o crescimento das cidades não utiliza os parâmetros naturais como referência para o seu desenvolvimento, diminuindo a qualidade ambiental urbana, afetando diretamente o bem-estar da população.

O levantamento bibliográfico exposto auxilia teórica e metodologicamente a pesquisa ora apresentada, fornecendo as bases científicas para o estudo e resultados comprobatórios dos impactos do clima urbano. As diferentes abordagens de como é estruturado o clima urbano em diversas cidades contribuem para o entendimento dos mecanismos geradores do tempo e como estes reagem em contato com as diferentes superfícies.

Dependendo do porte da cidade (pequeno, médio ou grande) pode-se elaborar várias estratégias para a análise e compreensão do clima urbano e, mais especificadamente, das ilhas de calor atmosféricas, foco principal deste estudo.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa, primeiramente foram realizadas leituras, fichamentos e discussões acerca da dinâmica atmosférica regional e local, da temática clima urbano e sobre o histórico do município de Assis (SP), desde a sua origem até o desenvolvimento e adensamento urbano atual.

O alicerce teórico-metodológico pautou-se nas proposições apresentadas por Monteiro (1976 e 1990). Este, com base na Teoria Geral dos Sistemas, elaborou o método denominado Sistema Clima Urbano (S.C.U) para o entendimento da organização climática da cidade. Segundo o próprio autor, o clima urbano pode ser compreendido como “um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização” (MONTEIRO, 1976, p.95). E também que,

A estrutura interna do S.C.U. não pode ser definida pela simples superposição ou adição de suas partes (compartimentação ecológica, morfológica, ou funcional urbana), mas somente por meio da íntima conexão entre elas (MONTEIRO, 1976, p.99).

Esse sistema é concebido através dos canais de percepção humana e Monteiro (1976) os dividiu em três subsistemas: Termodinâmico, compreendendo as alterações no conforto térmico; Físico-Químico, referindo-se à qualidade do ar; Hidrometeorológico, tecendo os impactos da precipitação no solo urbano.

Portanto, o clima urbano é materializado por uma gama de subsistemas integrados, organizados e hierarquizados horizontalmente (na estrutura) e verticalmente (na função), representando as condições atmosféricas, objetivadas da interação de diferentes escalas climáticas e de superfície.

No estudo do clima urbano é fundamental a relação entre as diferentes escalas geográficas, desde a zonal até a local, onde se encontra o urbano e as diversas possibilidades de articulações entre os mesoclimas, topoclimas e microclimas. A estrutura interna do clima urbano é definida por meio da conexão de suas partes (AMORIM, p.35, 2000).

A pesquisa do clima urbano de Assis (SP) baseou-se na teoria e no método elaborado por Monteiro (1976 e 1990). O enfoque foi dado ao subsistema

termodinâmico, analisado através do fenômeno ilha de calor a partir da comparação das características da temperatura e umidade relativa do ar nos diferentes tipos de uso e ocupação do solo e em suas variações cotidianas no período de inverno (julho de 2013).

3.1 Os levantamentos de campo e as coletas de dados

Os primeiros trabalhos de campo serviram para o conhecimento da malha urbana e coleta de informações para o mapeamento do uso e ocupação do solo da cidade de Assis (SP).

Para a confecção da carta de ocupação do solo da área urbana de Assis foram analisadas imagens de satélite do programa *Google Earth®*, datadas de 09/12/2011 e realizados trabalhos de campo para constatar usos e ocupações do solo diferenciados, densidade de construções e vegetação arbórea. As referências teóricas que subsidiaram essa caracterização foram Lombardo (1985), Mendonça (1994), Amorim (2000) e Secchi Camargo (2007). Dessa maneira, foi possível definir nove setores com diferentes características urbanas relacionadas ao tipo de uso e ocupação do solo.

Através do Manual Técnico de Arborização Urbana da Prefeitura de São Paulo – Secretaria do Verde e do Meio Ambiente (2005), das análises das imagens de satélites e com os trabalhos de campo realizados, a vegetação foi classificada em pequeno (de 4 a 5m de altura e raio na copa em torno de 3m), médio (6 a 8m de altura e raio na copa em torno de 4 a 5m) e grande porte (mais de 8m de altura e raio na copa superior a 5m). Essa tipificação ajuda a compreender como a cobertura arbórea contribui para a amenização do fenômeno clima urbano, por meio da maior reflectância dos raios solares e pela liberação de umidade para a atmosfera.

Através da planta de arruamento, disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Assis, foram digitalizadas as informações sobre a ocupação do solo.

Posteriormente, foi produzida a carta hipsométrica da área urbana com o objetivo de analisar o relevo intraurbano e exposição das vertentes, com base na

Carta Topográfica de Assis (FOLHA SF-22-Z-A-V-1), disponibilizada pelo IBGE¹ - Superintendência de Cartografia/Departamento de Cartografia. Essa metodologia é importante para conhecer como o relevo interfere no balanço de energia da superfície, proporcionando a uma área um período de sombreamento ou insolação e vice-versa e, também, sua influência na direção dos ventos. As curvas de nível possuem a equidistância de 20 metros e foram vetorizadas no software *Spring 5.0* e utilizou-se o software *Corel Draw X5* para finalizar a carta.

A coleta dos dados de latitude, longitude e altitude dos pontos foi realizada através do aparelho *Garmin GPS 60*. É importante ressaltar a atuação desses fatores nos elementos climáticos, principalmente pela ação da altitude na pressão atmosférica, desta forma, quanto maior a pressão (baixas altitudes), maior a temperatura, quanto menor a pressão (altas altitudes), mais frio. Todavia, é preciso ressaltar que não é somente a pressão atmosférica que propicia a relação inversa entre altitude e temperatura. As regiões mais altas geralmente possuem maiores incidências de ventos e precipitações, o que também contribui para a queda das temperaturas (FORSDYKE, 1978).

Os aparelhos de coleta de temperatura e umidade relativa do ar foram instalados em cotas altimétricas próximas para que não houvesse as interferências destacadas acima.

A partir dos itens descritos, foram escolhidos os pontos fixos para a coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar na cidade de Assis (SP). Para a realização dessa coleta foram utilizadas miniestações meteorológicas automáticas, fornecidas pelo Departamento de Geografia da Universidade Estadual Paulista, campus de Presidente Prudente, a partir das quais foram coletados dados de temperatura e umidade relativa do ar em 31 dias do mês de julho de 2013 (mês representativo de inverno) a cada 2 horas com o intuito de caracterizar a atuação dos elementos climáticos (temperatura e umidade relativa do ar) diurnos e noturnos. Esses sensores foram instalados na altura do telhado, com distância superior a 1,5m do mesmo, para não sofrer interferências do aquecimento do teto superior.

¹ www.ibge.gov.br

Após essa compilação de informações, foram escolhidos os horários das 8h, 10h, 16h e 22h para uma análise detalhada. A escolha não se configura de maneira aleatória e, sim, por representar a dinâmica atmosférica diária, em condições estáveis. Sendo assim, às 8h seria o início do aquecimento diurno, entre às 10h e 16h configura-se como o período de maior aquecimento diurno e, às 22h o sol já se pôs e inicia-se o período de resfriamento, contemplando os três horários representativos de um dia: manhã, tarde e noite.

Para calcular e tabular os dados foi utilizada a planilha eletrônica EXCEL e para espacializar os dados dos elementos climáticos (temperatura e umidade relativa do ar) foi utilizado o software *Surfer for Windows*², sendo utilizada a base cartográfica por setor censitário do IBGE, datada do ano 2000. Esse procedimento foi adotado em virtude da compatibilidade do georreferenciamento da base cartográfica e do software.

Os dados de superfície (temperatura e precipitação) foram fornecidos pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO). Para auxiliar na análise dos dados, foi utilizado o Boletim Climanálise do CPTEC/INPE. Tais informações corroboraram para a elaboração de uma série histórico-climatológica de 22 anos (1991 a 2012) com o objetivo de caracterizar o clima de Assis (SP).

Esses dados serviram de base para comparação dos dados diários de julho de 2013, a fim de verificar se são típicos ou atípicos em relação ao período analisado, fornecendo condições para a construção do gráfico de análise rítmica dos tipos de tempo. Para auxiliar nessa etapa foram utilizadas as imagens do satélite GOES 13 do CPTEC/INPE³ e as cartas sinóticas da Marinha do Brasil⁴, das informações meteorológicas do Boletim Meteorológico de julho de 2013⁵ e os dados diários de precipitação, temperatura, direção e velocidade do vento e pressão atmosférica fornecidos pelo CIIAGRO.

O conhecimento das diferenças do uso e ocupação do solo e dos condicionantes geocológicos e geoambientais fornecem condições para a

² Surfer for Windows é produto exclusivo da Golden Software

³ www.cptec.inpe.br

⁴ www.mar.mil.br

⁵ www.infoclima.cptec.inpe.br

compreensão do clima urbano. A morfologia, a estrutura e funcionalidade urbana também são fatores fundamentais para a elaboração de um clima urbano específico.

Os procedimentos metodológicos descritos fornecem as condições básicas para analisar detalhadamente todos os elementos e fatores que compõe e interferem na geração de ilhas de calor em Assis (SP).

4 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO: ASSIS (SP)

Assis possui população em torno de 95 mil habitantes (IBGE, 2010), sendo que 4000 vivem na área rural. O município ocupa uma área de 462 Km² e se distancia 440 km da capital paulista. Tem suas divisas territoriais com os municípios de Paraguaçu Paulista, Echaporã, Platina e Palmital (**Figura 3**).

As atividades econômicas primárias do município estão baseadas na pecuária de corte e no cultivo de soja, trigo, milho e cana-de-açúcar. A indústria aparece como segunda colocada no PIB (Produto Interno Bruto) e o setor de comércio e serviços é o detentor da maior produção de bens e riquezas do município.

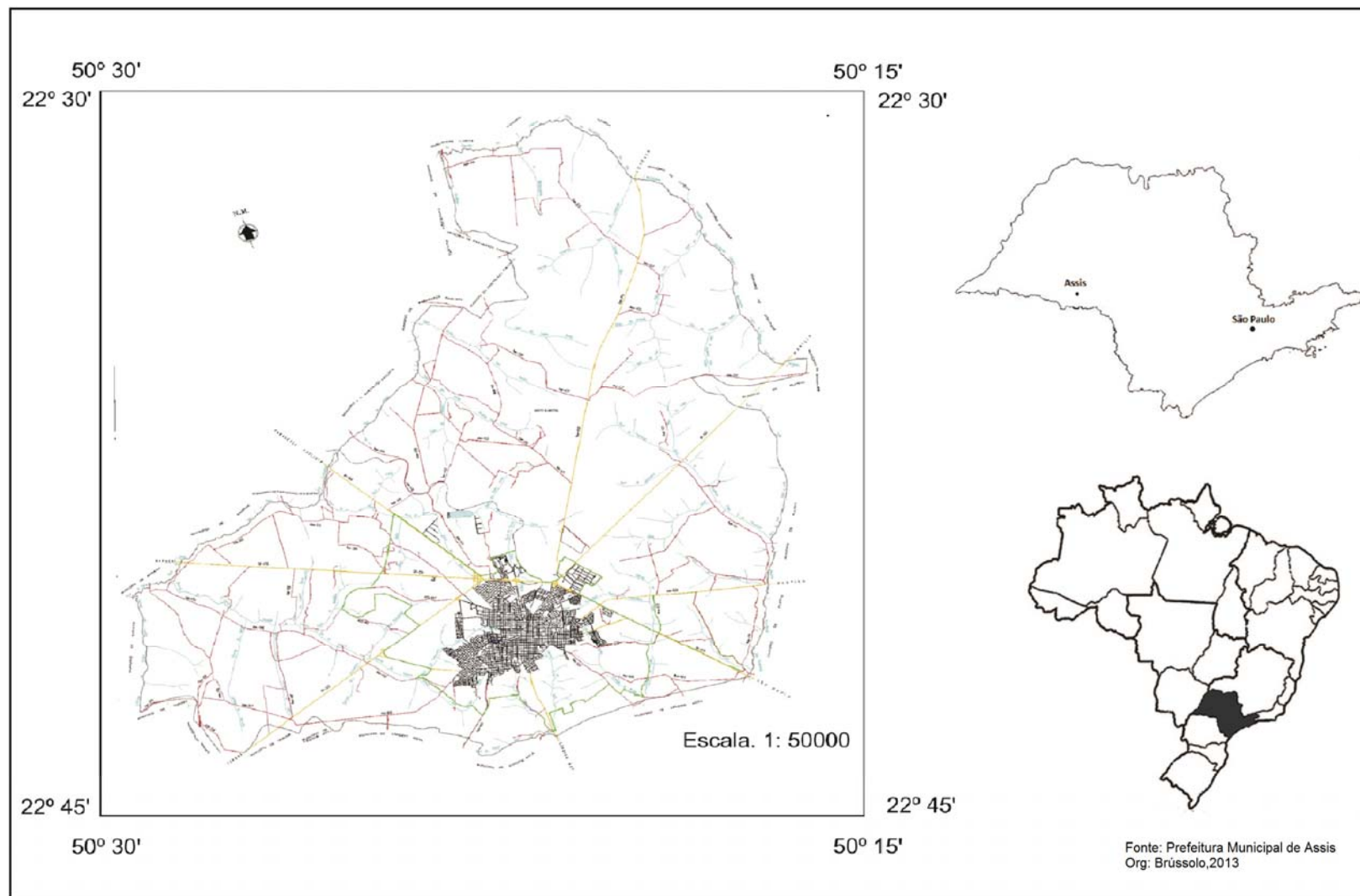
Assis apresenta uma altitude média de 546 metros acima do nível do mar. É sede da Região de governo do Estado e do Consórcio Intermunicipal Vale do Paranapanema, o CIVAP, que agrupa 21 municípios, somando aproximadamente 400 mil habitantes.

Possui grande quantidade de rios que enriquecem o solo e garantem o abastecimento para a agricultura, principalmente dos cultivos de soja, trigo, milho e cana-de-açúcar. Destacam-se o Rio Cervo, Jacu, Pavão, Capivara, Palmitalzinho, Fortuna e Matão, pertencentes à bacia hidrográfica do Médio Paranapanema - Rio Paranapanema. Há nove córregos que possuem suas nascentes dentro do perímetro urbano, sendo eles: Água da Mata, Água da Porca, Água do Pavãozinho ou Caçador, Córrego do Matão, do Jacu, da Cabiúna, do Freire, do Pavão e Fortuninha. Muitos desses córregos já sofreram alterações no que tange a largura, profundidade, mata ciliar, entre outros elementos. Está inserida na região intertropical e, devido, a sua localização geográfica as chuvas estão concentradas no verão, de dezembro a março e o inverno é seco. A vegetação se diversifica em campo, cerrados e uma pequena parcela de mata tropical atlântica. Cabe salientar que, devido à expansão do agronegócio na região, principalmente da cana-de-açúcar, grande parte da vegetação original foi derrubada.

O relevo é caracterizado como Planalto Suave Ondulado e a **Figura 4** apresenta a hipsometria da cidade de Assis juntamente com a localização dos sensores que coletaram dados de temperatura e umidade relativa do ar. É

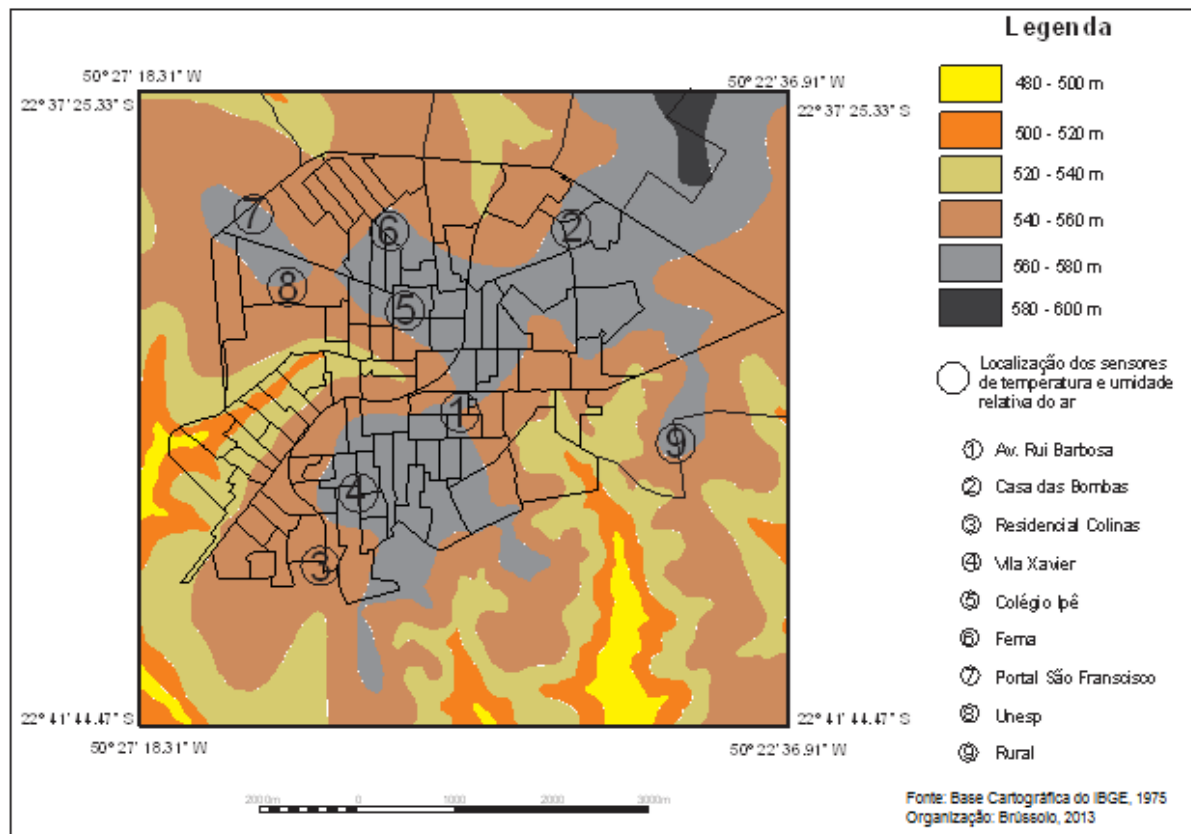
importante ressaltar que os locais de coleta de dados estão em cotas altimétricas próximas, com o objetivo de atenuar a influência do fator altitude na temperatura.

Figura 3 - Localização do município de Assis (SP)



Fonte: Prefeitura Municipal de Assis

Figura 4 - Carta Hipsométrica da cidade de Assis (SP)



Fonte: IBGE

4.1 Histórico da ocupação do município de Assis

O surgimento da cidade de Assis não foge a regra das demais cidades do interior do estado paulista, sendo a participação dos viajantes, em especial José Teodoro de Souza, o elemento mais importante para compreender as origens das cidades interioranas. Em 1854, José Teodoro de Souza fez uma expedição a partir de Botucatu até a área limitada pelo rio Paranapanema pelo seu espigão com o Rio do Peixe, pelo Rio Turvo e pelo Rio Figueira. Nesta época, habitavam a região muitas tribos indígenas: os Coroados ou Caiguanges, os Caiuás e os Xavantes. Com a adaptação e concretização de seu modo de vida e, posteriormente a domesticação, expulsão ou extermínio dos índios, os desbravadores iniciaram suas atividades econômicas, baseadas principalmente na plantação de roças de milho, de fumo e a criação de porcos (SILVA, 1996).

Com o avanço do povoamento dessas áreas ainda não ocupadas, houve intensas idas e vindas de tropeiros e carreiros. Estes utilizavam as pousadas espalhadas por essa região para descanso e alimentação. A existência da pousada,

localizada no divisor de águas entre a Barra Funda e o Jacu influenciou na localização da cidade de Assis.

Em 1 de julho de 1905, o capitão Francisco de Assis Nogueira, que havia comprado terras de José Teodoro de Souza, fez a doação de

[...] setenta alqueires de terrenos em matas virgens, para serem demarcadas em qualquer lugar na sorte de terras de sua propriedade a margem direita do rio Paranapanema e no fundo do rio Pari [...] (SILVA, 1996, p.182).

A intensificação do processo de ocupação foi impulsionada pela extensão da Estrada de Ferro Sorocabana. A construção da estrada e toda a logística encaçada nesse projeto fizeram com que o ano de 1913 fosse marcado pelo início do crescimento populacional/urbano. Cabe salientar que nesse período havia somente vinte residências urbanas na localidade que hoje constitui Assis, que ficou conhecida popularmente como a *Princesinha da Sorocabana*, em decorrência da importância estratégica de sua linha ferroviária.

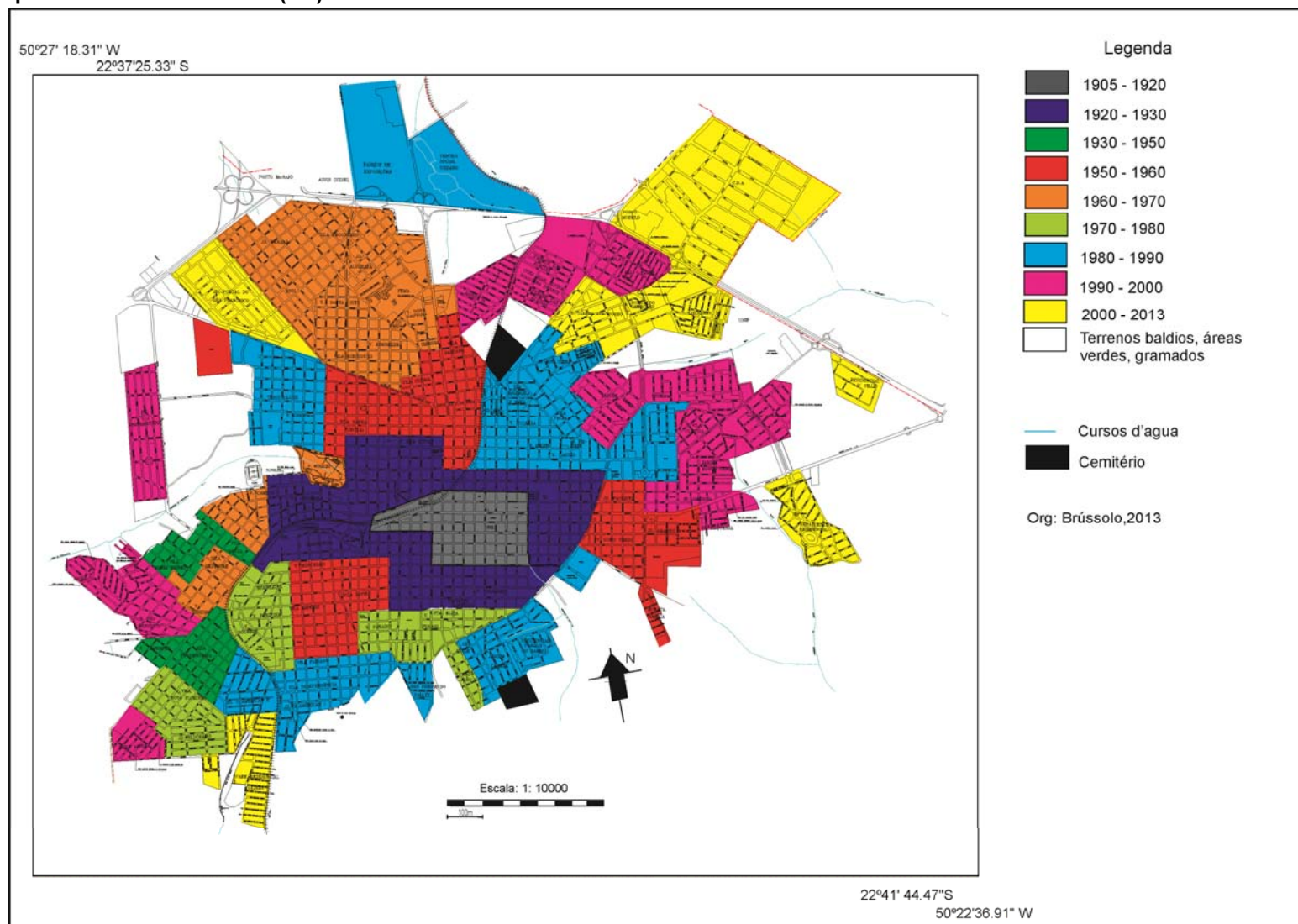
Essa estrada de ferro foi construída visando o escoamento de ferro da fábrica de São João do Ipanema, localizada a 20 km de Sorocaba. Entretanto, com o surgimento do café como “agente dominante”, ela foi prolongada até Presidente Epitácio, sendo ali sua última estação. Ela chegou a Assis em 1914.

A partir do século XX observou-se grandes mudanças na economia, na política e no crescimento das cidades do sudoeste paulista. A aglutinação de interesses na Estrada de Ferro Sorocabana com o cultivo do café acelerou a vinda de migrantes para essa região, provocando o crescimento e adensamento da população nas cidades. Assis é um ótimo exemplo desse fato. Um ano após a construção de sua estação ferroviária, a Vila de Assis tornou-se Distrito de Paz. A Lei Estadual nº 1581,14 de 20 de dezembro de 1917 criou o município de Assis e, um ano mais tarde, a Comarca da região que estava localizada em Campos Novos foi transferida para o município (Lei Estadual nº 1630 de 26 de dezembro de 1918). Atualmente, o município de Assis tem 108 anos e seu aniversário é comemorado em 1 de julho.

4.2 O crescimento e adensamento urbano

A **Figura 5** demonstra o avanço da urbanização em Assis, que se deu a partir do direcionamento dos eixos de expansão urbana. No primeiro cinquentenário do município a cidade se desenvolveu nos arredores da Igreja Matriz e da Estação Ferroviária. Nos anos seguintes a maior expansão ocorreu no sentido do eixo norte e, posteriormente, para leste.

Figura 5 - Expansão urbana de Assis (SP)



Fonte: Prefeitura Municipal de Assis

A doação de terras feita pelo fazendeiro Capitão Francisco de Assis Nogueira para a construção de uma capela deu início a formulação do núcleo urbano de Assis. No entorno da capela surgiram as primeiras residências e pontos comerciais. A chegada da ferrovia Sorocabana no sentido norte e oeste alteraram a direção do crescimento urbano, contribuindo para que Assis se tornasse um importante eixo ferroviário, possuindo uma das maiores oficinas de trens do Brasil. Entre a estação ferroviária e a Igreja Matriz (Catedral) foi implantada uma grande avenida que, posteriormente, se chamaria Avenida Rui Barbosa.

As poucas edificações foram se concentrando na região compreendida entre as ruas Capitão Assis (estrada Dourado) ao sul, a rua Rui Barbosa (rua da Conceição) ao norte, o córrego do Jacu a leste e a oeste, a linha de drenagem que passa pelas atuais ruas José Bonifácio e Sebastião Leite do Canto (SILVA, 1996, p. 257).

No seu eixo de expansão, aumenta o número de residências, mas principalmente de casas comerciais. Em tempos atuais essa avenida concentra grande parte dos instrumentos urbanos, como prefeitura, redes bancárias, escolas, lojas, lugares de entretenimento etc. Outros atributos urbanos que não estão presentes nessa avenida estão em suas proximidades, como o Hospital Regional, a Câmara Municipal, a Santa Casa de Misericórdia, o Teatro e o Cinema Municipal, o Mercado Municipal, o Fórum etc.

Nas proximidades da ferrovia foram surgindo novos bairros. As Vilas Coelho (atualmente Vila Operária) e Clementina são exemplos dessa demanda (MENDES, 2005).

No sentido oeste se desenvolveram as vilas Souza, Maria Izabel, Marialves e Prudenciana, ainda sob influência da ferrovia, ocorrendo por volta de 1930 e 1950 (MENDES, 2005).

Mendes (2005) estudou o envelhecimento populacional de Assis e afirma que, em 1950, 54,5% de sua população vivia na cidade e que tais números aumentariam em virtude do êxodo rural.

O crescimento da Vila Clementina, no sentido Oeste-Sudoeste, proporcionou a formação de novos bairros: Vila Mercedes, Vila Xavier e Vila Ribeiro. Ao norte surge a Vila Santa Cecília e a Vila Glória.

Na porção leste se destaca o loteamento Jardim Paulista, localidade ocupada por uma população mais rica (SILVA, 1996). Vale destacar que a especulação imobiliária e o modelo mercantil de gestão urbana contribuem ainda mais para essa fragmentação do território urbano.

Entre as décadas de 1950 e 1970 a população cresceu a uma taxa geométrica anual de 2,80%, passando de 32.959 habitantes em 1950 para 57.220 em 1970. Neste momento são notórias as políticas públicas voltadas para a construção de casas populares. São exemplos o BNH, a Vila Santa Rita, Vila Rodrigues, Vila Progresso, o Jardim Paraná e o Jardim Alvorada. Nestes bairros está concentrada grande parte da população de baixa renda da cidade. Houve também o aparecimento dos bairros Cambuí, Carvalho e Silvestre, localizados no extremo oeste da cidade. Durante muito tempo essa área era considerada de risco para habitação, em virtude de uma voçoroca, todavia, com as obras destinadas à contenção da voçoroca e a construção do “Parque Ecológico do Buracão”, agregou-se mais valor aos lotes dessa região (SILVA, 1996).

A Vila Santa Cecília cresceu e deu origem a mais dois novos bairros: Vila Orestes e Vila Tênis Clube. No sentido norte-nordeste formaram-se as vilas: Maria, Zulmira, Adileta e Fiúza. Na direção sul se originou os bairros Jardim Amaury e Santa Amélia.

No período de 1970 a 1990 ocorre a expansão da cidade no sentido oeste-sudoeste e leste-nordeste. São formadas as Vilas Brasileira, Fortuna, Soubhi, Florínea e o Jardim Eldorado.

No sentido sul e sudoeste foram edificados os bairros Jardim Três Américas, Vila Paraíso, Vila Funari, Vila Santa Elisa, Vila São João e também os loteamentos San Fernando Valley e Jardim Canadá (MENDES, 2005).

Posteriormente foi realizada a abertura do loteamento voltado para a porção com o maior poder aquisitivo da cidade. Esse loteamento recebeu o nome de Jardim Europa e está situado na porção leste da cidade. Hoje nota-se o fluxo de instituições privadas para esse bairro, como clínicas de estéticas e hospitais (Hospital de Olhos Oeste Paulista). No sentido leste-sudeste foi implantado o Jardim América. No sentido Nordeste foi realizada a abertura dos loteamentos Parque das Acácias,

Conjunto Habitacional (COHAB) Elvira Nogueira Duarte, São Nicolau e Parque das Flores. Próximo ao Campus da Universidade Estadual Paulista (UNESP) foi construído o Parque Universitário, localizado na porção noroeste da cidade. Este bairro foi projetado para abrigar a elite do município, porém, o abandono da construtora PROCIL S.A. na gestão dos lotes acabou desvalorizando a área.

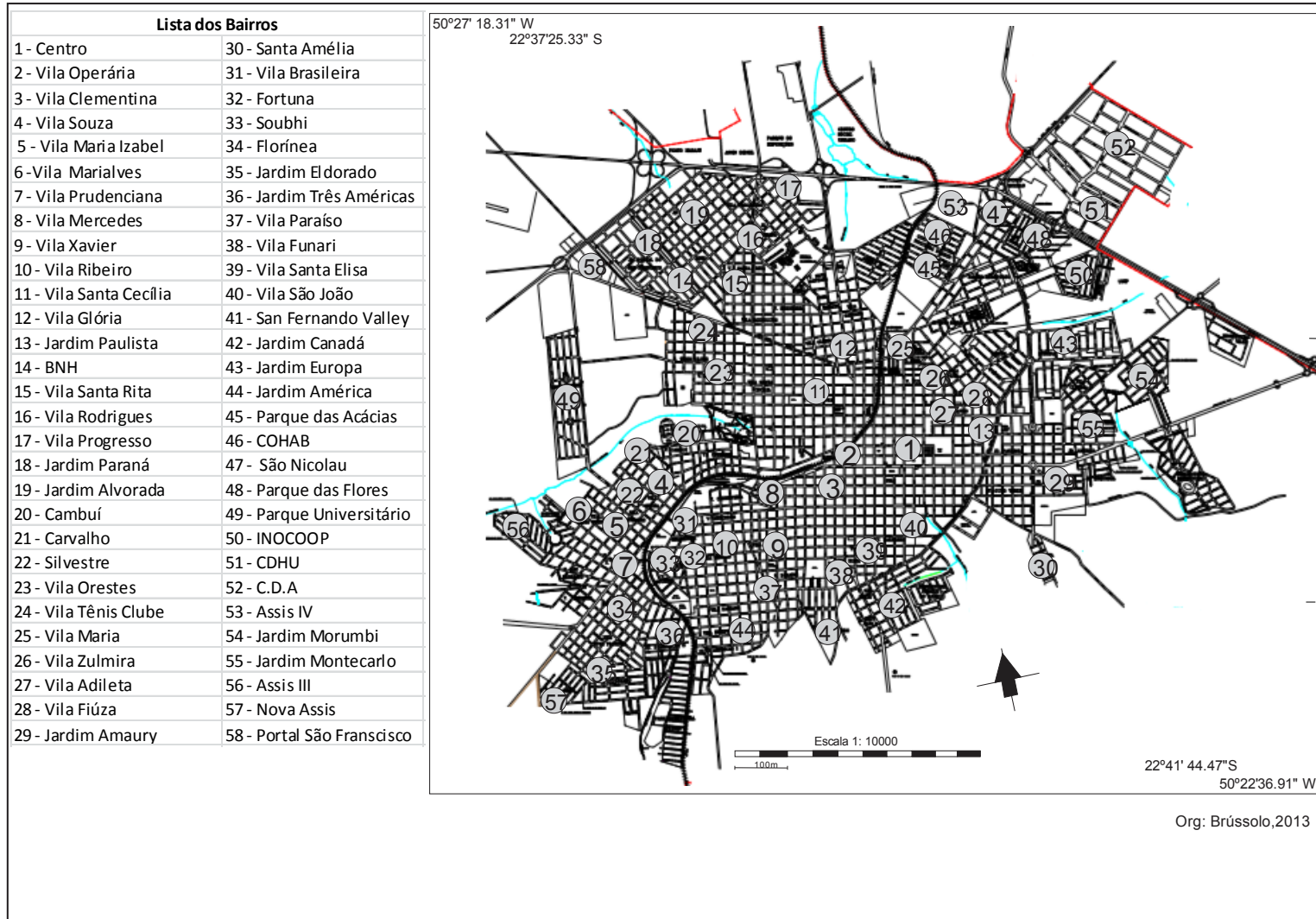
Nas proximidades do ano 2000, grandes empreendimentos imobiliários estatais, como o INOCOOP, CDHU e Distrito Industrial (C.D.A), localizados na porção nordeste da cidade vão crescendo. Acompanhando esse crescimento, é estabelecido o loteamento Assis IV como prolongamento do Conjunto Habitacional (COHAB) Elvira Nogueira Duarte, próximos do Cemitério Municipal e da Estação Rodoviária.

Entre o Jardim Europa e o Jardim das Américas foram instalados os loteamentos Jardim Morumbi e Jardim Montecarlo. Já na porção oeste surgem os loteamentos populares Assis III e Nova Assis (MENDES, 2005).

Em tempos atuais existem dois eixos de expansão urbana: um no sentido noroeste e outro no sentido nordeste da cidade. O primeiro encontra-se nas proximidades do campus da UNESP, onde o loteamento do Jardim Portal São Francisco e a vinda de núcleos comerciais para a Avenida Dom Antônio estão provocando o aumento dos aluguéis e a super valorização dos lotes. O segundo eixo refere-se à zona industrial do município (C.D.A).

Na **Figura 6** são apresentados os nomes e respectivos locais dos principais bairros do município.

Figura 6 - Locais e nomes dos bairros em Assis (SP)



Fonte: Prefeitura Municipal de Assis

A análise do crescimento urbano e, conseqüentemente, de cada setor/bairro da cidade é importante para averiguar de que maneira a cidade se desenvolveu ao longo dos anos e qual o papel dos agentes políticos-econômicos nesse contexto. Um dos instrumentos que rege o planejamento urbano é o Plano Diretor, que foi instituído pela Constituição Federal de 1988 e regulamentado pela Lei Federal nº 10.257/01, mais conhecido como Estatuto da Cidade; além do Código Florestal (Lei nº 4.771/65) e da Lei de Parcelamento do Solo Urbano (Lei nº 6.766/79).

De acordo com Silva (1997), esses instrumentos são englobados sob o conceito de zoneamento do solo no qual o poder público fornece as diretrizes para controlar o uso da terra, a densidade populacional, a localização e a dimensão das construções, com o argumento de propiciar o bem-estar da população. O mesmo autor retrata que esse zoneamento representa a fragmentação do território municipal, atribuindo determinados valores a essas áreas, como o uso do solo e a destinação da terra.

O município é dividido em área urbana, áreas urbanizáveis, áreas de expansão urbana e área rural. No que se refere ao uso do solo, pode ser residencial, industrial, comercial e uso especial/institucional.

O problema é quando interesses particulares, em grande parte encabeçada pelos agentes dominantes do mercado imobiliário, sobressaem aos anseios públicos, tornando o solo urbano uma mercadoria, dificultando o desempenho da função social do mesmo.

Do ponto de vista das características urbanas, foi verificado em Assis que o centro urbano (local que abarca grande parte dos empreendimentos comerciais, imobiliários e políticos) encontra-se na porção mais antiga da cidade, onde as primeiras casas foram construídas nas redondezas da igreja Matriz e da Estação Ferroviária.

Os bairros que abrigam a população mais carente estão predominantemente localizados nas porções Oeste e Sul, apresentando construções mais modestas, em sua maioria de alvenaria e cobertura de fibrocimento e ruas com asfalto em péssimo estado de conservação ou ausente. Os locais públicos são em sua maioria praças, quadras poliesportivas e academias da terceira idade. A vegetação diversifica-se em médio e pequeno porte ou ausente. Os lotes dos bairros mais antigos apresentam

grande densidade de ocupação em decorrência do parcelamento do lote e expansão das casas com os populares “puxadinhos”. Outros bairros ainda não possuem asfalto e estruturas completas de saneamento e oferecem lotes com baixas densidades de construção.

Já a população de maior poder aquisitivo ocupa a porção Leste e Nordeste da cidade. Esses bairros possuem o metro quadrado de terreno mais caro e são destinados à moradia e ao comércio, predominantemente. Nesse setor encontra-se o Residencial Renaissance, um condomínio horizontal particular, onde habita uma grande parte da elite econômica da cidade. A avenida principal da cidade (Av. Rui Barbosa) encontra-se nessa área. O comércio é abundante e diversificado (shopping, clínicas médicas, restaurantes, farmácias etc.).

Para a elaboração da carta de ocupação do solo urbano, com o objetivo de definir as áreas densamente construídas ou não densamente construídas, foi levado em consideração a totalidade de ocupação dos lotes, das quadras, quarteirões etc. Com esse pressuposto, foi possível elaborar um padrão de ocupação de uma rua, de um bairro e, conseqüentemente, da cidade.

Uma das bases teóricas para o desenvolvimento desta fase da pesquisa foi Secchi Camargo (2007), que elaborou vários modelos para a caracterização da qualidade ambiental urbana de Presidente Prudente (SP) e, dentre eles, a densidade de edificações e a caracterização arbórea. Através de Sistemas de Informação Geográficas (SIG's), o autor digitalizou pequenos círculos de 12 metros de extensão real do terreno, equivalente à grande parte dos lotes da respectiva cidade. Deste modo, foram mapeadas todas as áreas edificadas e diagnosticadas “manchas de densidade” de urbanização. A mesma metodologia foi aplicada para a caracterização arbórea.

Para a caracterização do porte arbóreo foi utilizado como ferramenta técnica o Manual Técnico de Arborização Urbana da Prefeitura de São Paulo (2005), que analisa o porte da arborização como sendo pequeno (de 4 a 5m de altura e raio na copa em torno de 3m), médio (de 6 a 8m de altura e raio na copa em torno de 4 a 5m) ou grande porte (mais de 8m de altura e raio na copa superior a 5m). Para a descrição do porte arbóreo foram realizados trabalhos de campo e utilizadas imagens de satélite, conforme descrito no item **Procedimentos metodológicos**.

Com a análise dos fatores citados acima foram identificados nove tipos de ocupação do solo em Assis. O **Quadro 1** apresenta a identificação e a nomenclatura para cada ponto selecionado para a coleta de dados climáticos na respectiva cidade.

Quadro 1 - Descrição e identificação dos locais de coleta de dados climáticos

Área densamente construída, com dois a mais pavimentos, com pouca vegetação arbórea.	Ponto Av. Rui Barbosa
Área densamente construída com pouca vegetação arbórea, com presença de barracões e galpões.	Ponto Casa das Bombas
Área densamente construída, com vegetação arbórea de pequeno porte.	Ponto Residencial Colinas
Área densamente construída, vegetação arbórea de médio porte esparsa.	Ponto Vila Xavier
Área densamente construída, vegetação arbórea de grande porte em abundância.	Ponto Colégio Ipê
Construções esparsas, gramados, vegetação arbórea de grande porte em abundância.	Ponto Fema
Construções esparsas, vegetação arbórea esparsa ou nula.	Ponto São Francisco
Áreas verdes e reservas.	Ponto Unesp
Área rural	Ponto Rural

Fonte: Trabalho de campo, 2013.

No **Quadro 2** são apresentados os dados geográficos dos respectivos pontos de coleta de dados.

Quadro 2 - Dados geográficos dos pontos de coleta de dados climáticos

<u>Pontos</u>	<u>Latitude</u>	<u>Longitude</u>	<u>Altitude</u>
Ponto Av. Rui Barbosa	22° 39' 44" S	50° 25' 04" W	567m
Ponto "Casa das Bombas"	22° 38' 64" S	50° 24' 69" W	580m
Ponto Residencial Colinas	22° 40' 14" S	50° 25' 51" W	560m
Ponto Vila Xavier	22° 40' 08" S	50° 25' 16" W	565m
Ponto Colégio Ipê	22° 39' 10" S	50° 25' 53" W	574m
Ponto Fema	22° 38' 40" S	50° 25' 21" W	570m
Ponto São Francisco	22° 38' 41" S	50° 26' 14" W	571m
Ponto Unesp	22° 39' 03" S	50° 26' 13" W	579m
Ponto Rural	22° 39' 58" S	50° 39' 58" W	564m

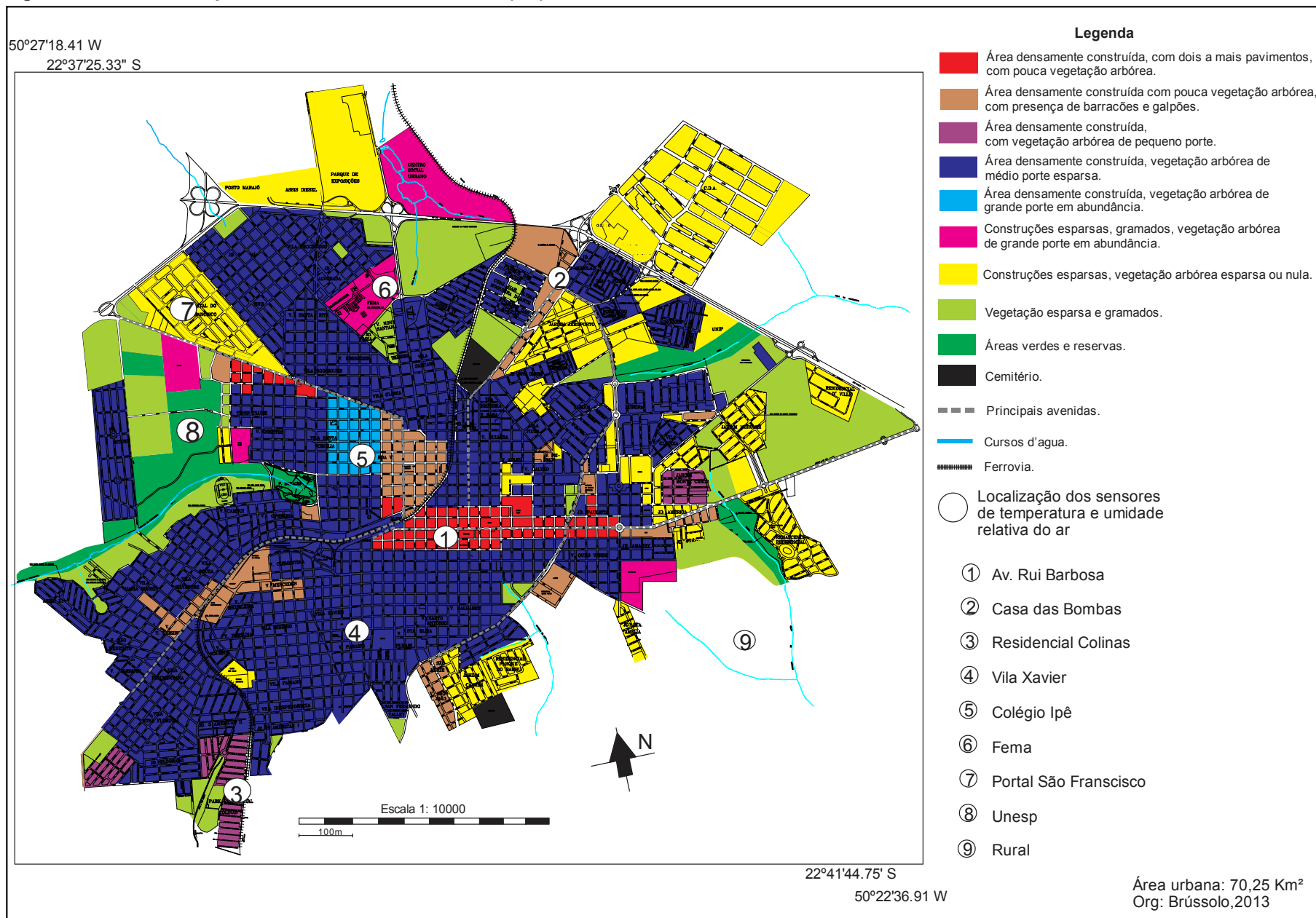
Fonte: GPS Garmin 60.

O maior gradiente entre os dados de altitude foi identificado entre os pontos “Residencial Colinas” e “Casa das Bombas”, com uma diferença de 20 metros de altitude..

Destaca-se que foi determinado um ponto de coleta em área de uso do solo com características rurais que servirá para comparar os dados coletados na área urbana.

A partir da caracterização dos elementos geoambientais e geocológicos do município e o histórico de crescimento e adensamento urbano associado aos fatores de uso e ocupação do solo e hipsometria foram escolhidos os pontos de coleta de dados, representados na **Figura 7**. Constatou-se que a área caracterizada como “área densamente construída, vegetação de médio porte esparsa” foi predominante na cidade.

Figura 7 - Carta de ocupação do solo urbano de Assis (SP)



Fonte: Prefeitura Municipal de Assis

A seguir serão apresentados os resultados da pesquisa: o estudo da série climatológica de Assis (1991 a 2012); a análise rítmica; os locais de coleta de dados; e a atuação da temperatura e umidade relativa do ar no período analisado (julho de 2013).

5 ANÁLISE DA SÉRIE HISTÓRICO-CLIMATOLÓGICA DE ASSIS/SP

A cidade de Assis está localizada em uma região caracterizada, segundo Sant'Anna Neto (1995), como unidade pluvial do Médio Vale do Rio Paranapanema e sofre influência, principalmente, dos sistemas tropicais e extratropicais. Em virtude de sua localização geográfica é definida como sendo uma área de transição climática.

Berezuk (2007), analisando as adversidades climáticas no oeste paulista e no norte do Paraná, descreve os principais sistemas que contribuem para as condições climáticas da região de Assis como: Sistema Tropical Atlântico (STa), Sistema Polar Atlântico (SPa) e Frentes Frias (FPa), Sistema Equatorial Continental (SEc) e Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), Sistema Tropical Continental (STc) e Instabilidades Tropicais (IT).

Esses oito sistemas são os mais atuantes com relação aos aspectos climáticos da região, sendo esses, três com características mais estáveis (SPa, STa e STc) e os outros cinco sistemas de características instáveis (FPa, SEc, CCM, ZCAS, IT), possuindo cada um desses uma intensidade e aspectos específicos em cada estação do ano, evidenciando a dinamicidade desses sistemas no território nacional.(BEREZUK, 2007, p. 67).

Barrios e Santa'anna Neto (1996, p.09) enfatizam que pelo fato do oeste paulista se encontrar na

[...] região do Extremo Oeste localizada mais ao sul do território paulista, torna-se um campo de alternância de massas tropicais e polares, mas dominado por massas de ar Tropical Marítima.

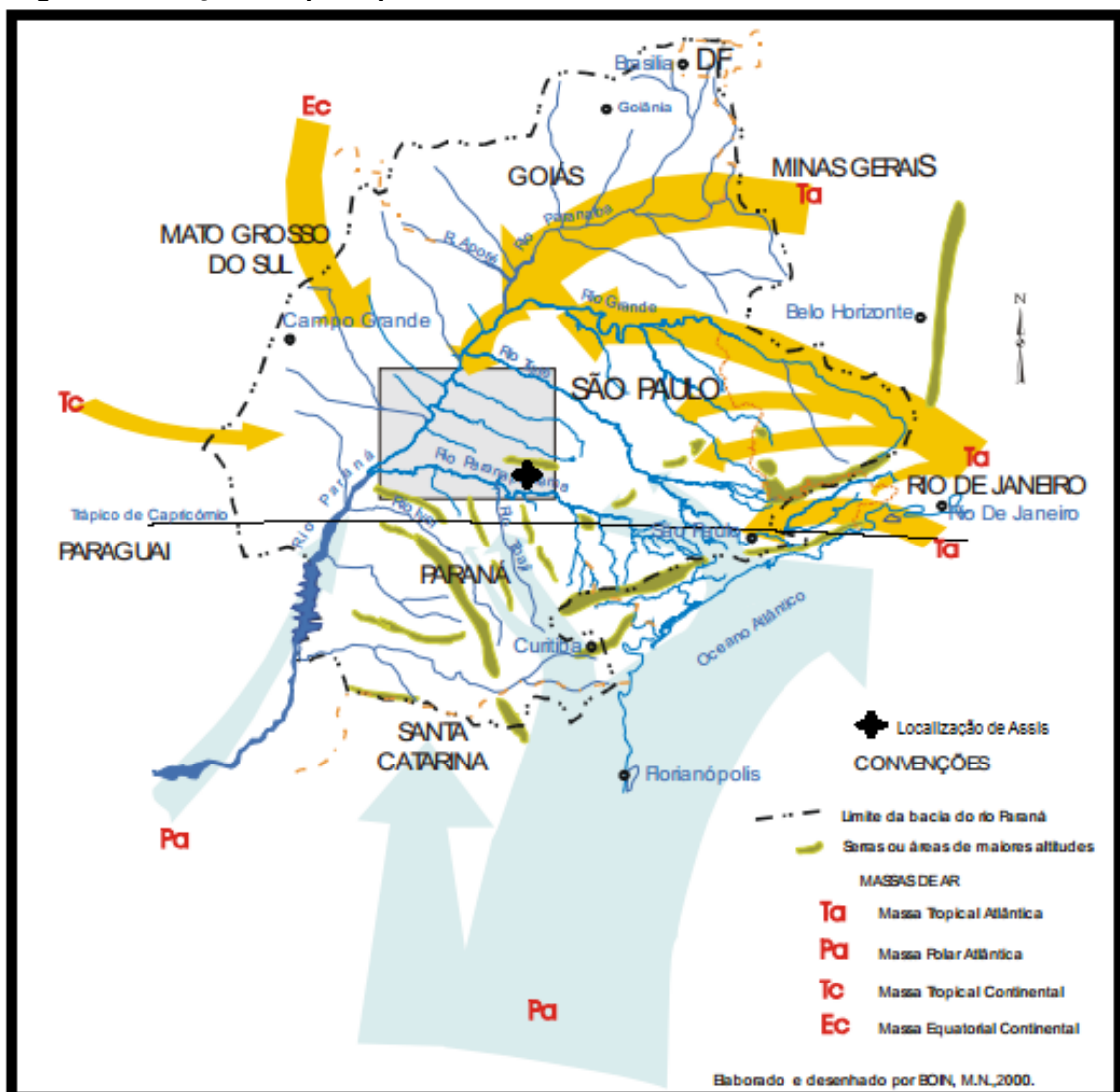
Os sistemas tropicais atlânticos são denominados de massa Tropical Atlântica (Ta) e Tropical Atlântica Continentalizada (Tac). Suas atuações são representadas através do posicionamento do anticiclone marítimo, dessa forma, quando essa zona de alta pressão está próxima do litoral do sudeste fornece ventos mais frescos e úmidos para a região do oeste paulista (Ta), em contrapartida, se

estiver localizada próximo ao litoral da Bahia, esses ventos atravessam grandes distâncias sobre o continente, aumentando a temperatura e perdendo umidade relativa do ar (Tac). (SANT'ANNA NETO, TOMMASELLI, 2009).

O sistema equatorial continental (Ec) atua quando ocorre a convergência de ventos do Atlântico sul, direcionando os ventos da região amazônica no sentido noroeste para sudeste, provocando tempo quente e úmido.

A **Figura 8** fornece a ilustração da atuação dos principais sistemas atmosféricos na região de Assis.

Figura 8 - Atuação dos principais sistemas atmosféricos em Assis



Fonte: Boin (2000, p. 195)

O **Quadro 3** retrata os resultados esperados da atuação dos diferentes tipos de sistemas atmosféricos na região de Assis, de acordo com Berezuk (2007).

Quadro 3 -Sistemas atmosféricos e resultados esperados na região de Assis

Sistema Tropical Atlântico (STa)	Tempo quente e úmido
Sistema Tropical Continental (STc)	Tempo quente e seco
Sistema Polar Atlântico (SPa)	Tempo frio e seco
Frente Polar Atlântica (FPa)	Instabilidade e chuvas abundantes
Sistema Equatorial Continental (SEc)	Tempo quente e úmido
Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)	Instabilidade e chuvas abundantes
Complexo Convectivo de Mesoescala (CCM)	Instabilidade por um curto período de tempo
Instabilidade Tropical (IT)	Instabilidade local

Fonte: Berezuk, 2007.

Com o objetivo de estudar as chuvas do oeste paulista, Boin (2000, p.23) afirma que “[...] a precipitação anual média varia entre 1200 e a 1500 mm, enquanto a temperatura média anual permanece acima de 22°C”.

Sant’Anna Neto (1995, p.71) destaca que a unidade pluvial da região do Médio Vale do Rio Paranapanema, onde se encontra o município de Assis, “[...] se encontra na faixa de transição dos climas zonais e, por isso, apesar das baixas altitudes (300 a 500 m) recebe pluviosidade média anual de 1.300 a 1.600 mm”.

No tocante à variabilidade das chuvas, é necessário considerar que a região estudada recebe influência do fenômeno El Niño, que provoca mudanças em seu padrão comportamental, assim como na temperatura. Caracterizado como o aquecimento anômalo superficial das águas do Pacífico Equatorial, esse nome é dado em decorrência da presença de águas quentes que aparecem na costa norte do Peru na época do Natal. No Sudeste e, conseqüentemente, na região de Assis o El Niño produz um pequeno aumento da temperatura e em algumas áreas elevam-se os padrões pluviométricos. O fenômeno La Niña é o inverso do El Niño, ou seja, ocorre o esfriamento da superfície marítima, proporcionando outras mudanças na circulação atmosférica local/regional/global. Mas na região Sudeste do Brasil esse fenômeno exerce pouca influência, contribuindo para a ocorrência de temperaturas próximas da média climatológica ou ligeiramente abaixo da média sobre a região, no período de inverno.

O **Quadro 4** traz as informações sobre as atuações do fenômeno El Niño e La Niña no Brasil, durante a série de dados analisados (1991 a 2012), de acordo com a intensidade e o ano de ocorrência do fenômeno.

Quadro 4 - Ocorrências do fenômeno El Niño e La Niña no Brasil

	El Niño	La Niña
Intensidade		
Forte	1990-1993 / 1997-1998	2007-2008
Moderado	1994-1995 / 2002-2003	1998-2001
Fraco	2004-2010	1995-1996

Fonte: CPTEC/INPE.

No período de inverno, a região de Assis sofre atuação frequente da massa Polar Atlântica (Pa), causando o recuo da massa Tropical Atlântica (Ta), trazendo escassez das chuvas e intensas ondas de frio, proporcionando temperaturas mais baixas. Todavia, mesmo durante o inverno, a região é fortemente influenciada pelos sistemas frontológicos, podendo trazer chuvas acima da média para o período.

As massas polares são denominadas de Polar Atlântica (Pa) e Polar tropicalizada (Pt). Apresentam pouca umidade e elevada pressão atmosférica, atuando majoritariamente no outono e no inverno, trazendo tempos frios e céu claro. Quando ocorre o aumento da temperatura e diminuição da pressão atmosférica em decorrência da espacialização da massa em direção a latitudes inferiores, a massa Polar Atlântica passa a denominar-se Polar Tropicalizada (Pt), localizando-se entre dois sistemas perturbados: uma frente fria ao norte em dissipação (frontólise) e a chegada de uma nova frente fria vindo do sul (frontogênese) (FORSDYKE, 1978).

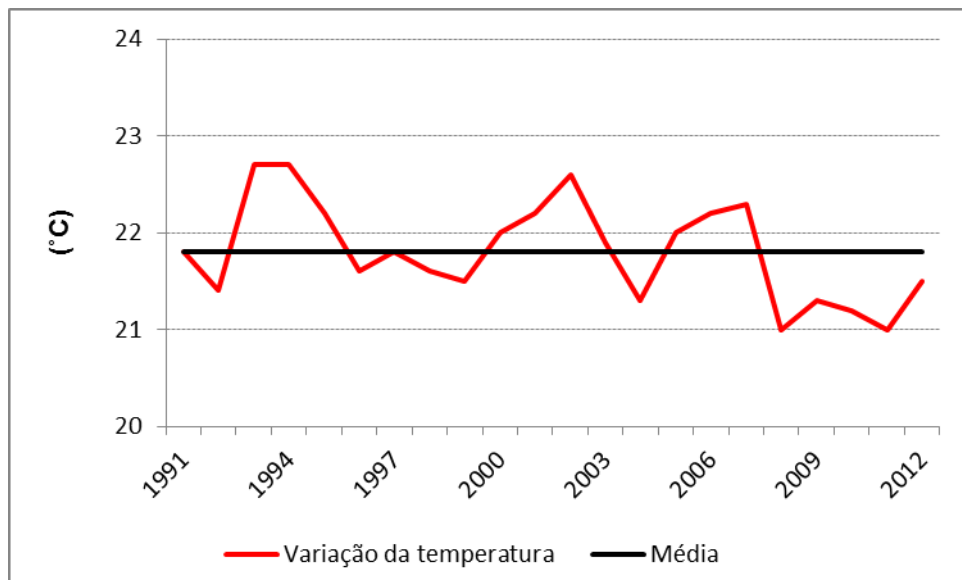
Já no verão o processo é inverso, sendo que há o recuo das massas polares, devido à intensificação das massas tropicais, atuando em quase 2/3 dos dias do ano. A característica principal desse sistema atmosférico é a estabilidade do tempo, temperaturas elevadas, ventos moderados de leste e baixo teor de umidade. Porém, os sistemas frontais atuam significativamente, sendo esses responsáveis pela gênese das chuvas na maior parte do ano. Neste sentido, a dinâmica atmosférica regional condiciona uma estação chuvosa entre os meses de outubro a março e uma estação seca entre os meses de abril a setembro. É interessante ressaltar as chuvas locais, denominadas de instabilidades tropicais, onde o continente por estar sob forte atuação dos raios solares proporciona maiores índices

de evaporação/evapotranspiração, sendo estes formadores de nuvens, podendo ocasionar chuvas locais. (MENDONÇA, DANNI-OLIVEIRA, 2003).

Para auxiliar na análise dos dados foram utilizadas as informações do Boletim Climanálise do CPTEC/INPE.

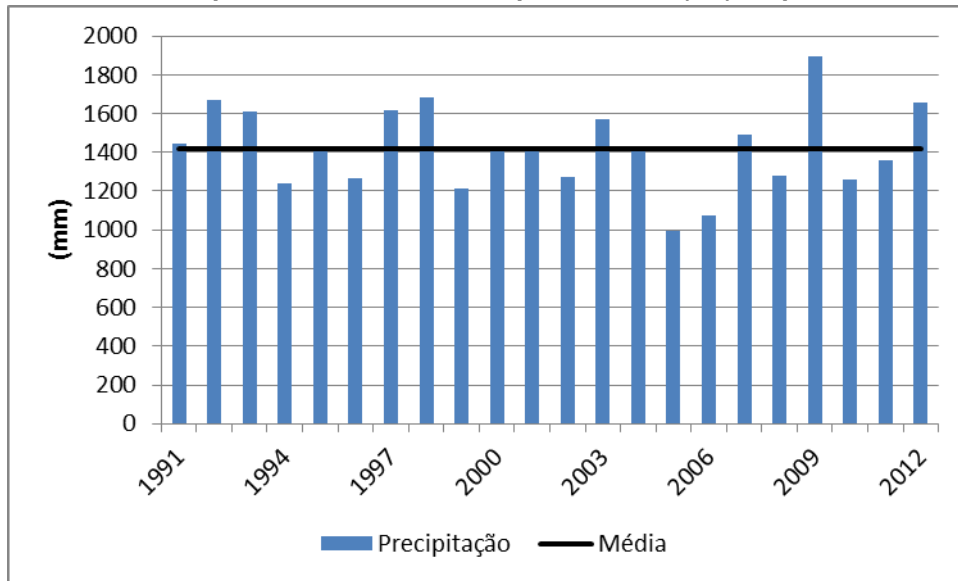
No **Gráfico 1** são apresentadas as médias térmicas do município de Assis. Consta-se que a temperatura média anual é de 21,8°C e os anos de 1993 e 1994 foram os mais quentes (22,7°C). Enquanto que os anos de 2008 e 2011 foram os mais frios (21°C).

Gráfico 1- Temperatura média anual no município de Assis (SP) no período de 1991 a 2012



Fonte: CIIAGRO. Org: Brússolo, 2013

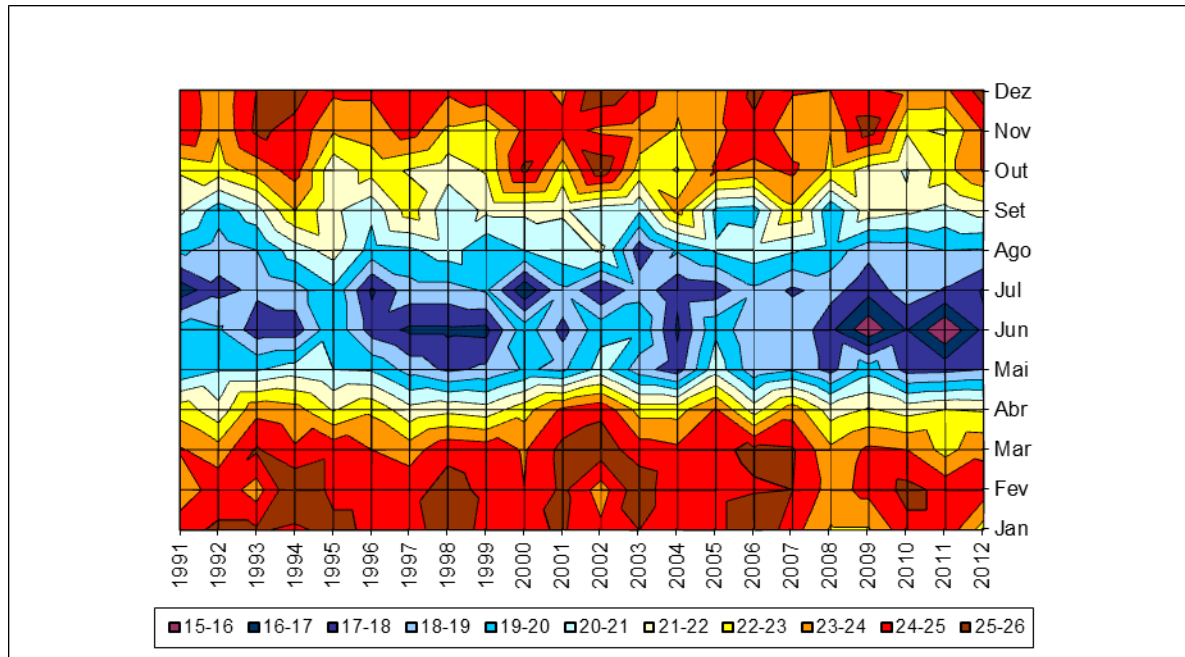
O **Gráfico 2** exibe o total pluviométrico em Assis durante os vinte e dois anos de análise. O ano de 2009 foi o mais chuvoso (1893 mm) devido, principalmente, a forte intensidade do fenômeno El Niño, de acordo com as informações do Boletim Climanálise do ano de 2009, e o mais seco foi 2005 (993,5 mm). Todos os maiores índices de precipitação foram verificados em anos de forte atuação do El Niño.

Gráfico 2 - Precipitação anual no município de Assis (SP) no período de 1991 a 2012

Fonte: CIIAGRO. Org: Brússolo, 2013

De acordo com as informações destacadas acima acerca dos valores de temperatura e precipitação no município de Assis e comparando esses dados com as análises de Boin (2000) e Sant'Anna Neto (1995), afirma-se que as características climáticas de Assis enquadram-se nos padrões habituais de todo o oeste paulista. Em se tratando da média mensal da temperatura, o **Gráfico 3** demonstra que o primeiro bimestre do ano é o mais quente em Assis, sendo o mês de fevereiro é o mais quente (24,5°C). Os meses de junho e julho são os mais frios, destacando o primeiro com as menores temperaturas (17,85°C).

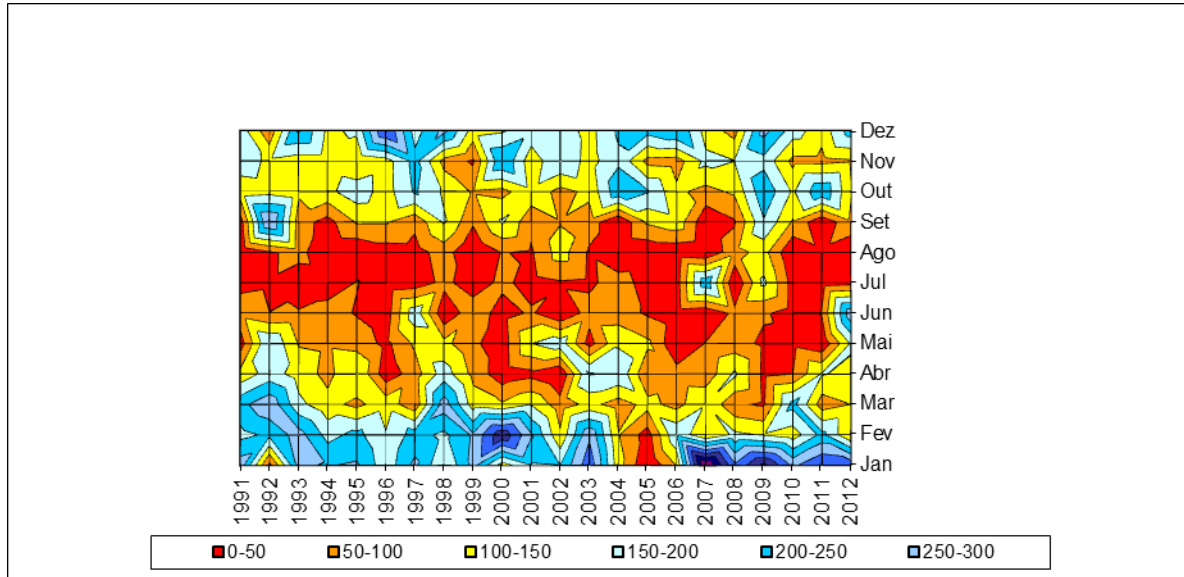
Gráfico 3 - Média mensal da temperatura no município de Assis (SP) no período de 1991 a 2012



Fonte: CIAGRO. Org: Brússolo, 2013

No que se refere à média mensal da precipitação, verifica-se que janeiro é o mês mais chuvoso em toda a série histórico-climatológica (236,4 mm) e agosto é o mês mais seco (34,5 mm) (**Gráfico 4**). No decorrer de outubro a março ocorrem a maiores médias, em decorrência da forte atuação dos sistemas tropicais. O semestre compreendido entre abril a setembro é mais seco em virtude da atuação dos sistemas polares.

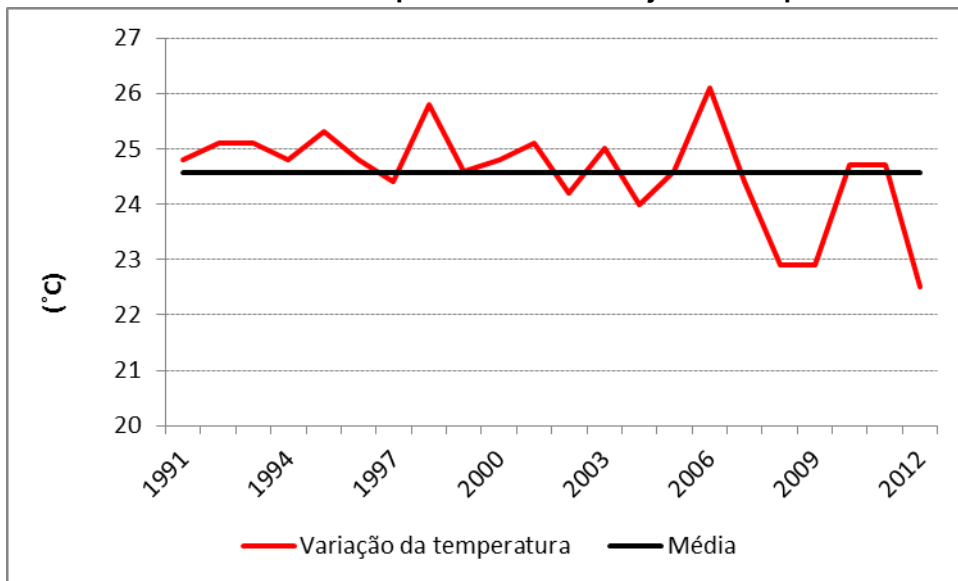
Gráfico 4 - Média mensal da precipitação no município de Assis (SP) no período de 1991 a 2012



Fonte: CIIAGRO. Org: Brússolo, 2013

No detalhamento da análise mensal (**Gráfico 5**) dos elementos climáticos, destaca-se que janeiro do ano de 2006 foi o mais quente ($26,1^{\circ}\text{C}$) enquanto que janeiro de 2012 foi o mais frio ($22,5^{\circ}\text{C}$) e a média no período foi de $24,5^{\circ}\text{C}$. Percebe-se que há a tendência de diminuição da média da temperatura no mês de janeiro em virtude do aumento do total pluviométrico nos últimos seis anos, conforme demonstra o **Gráfico 6**.

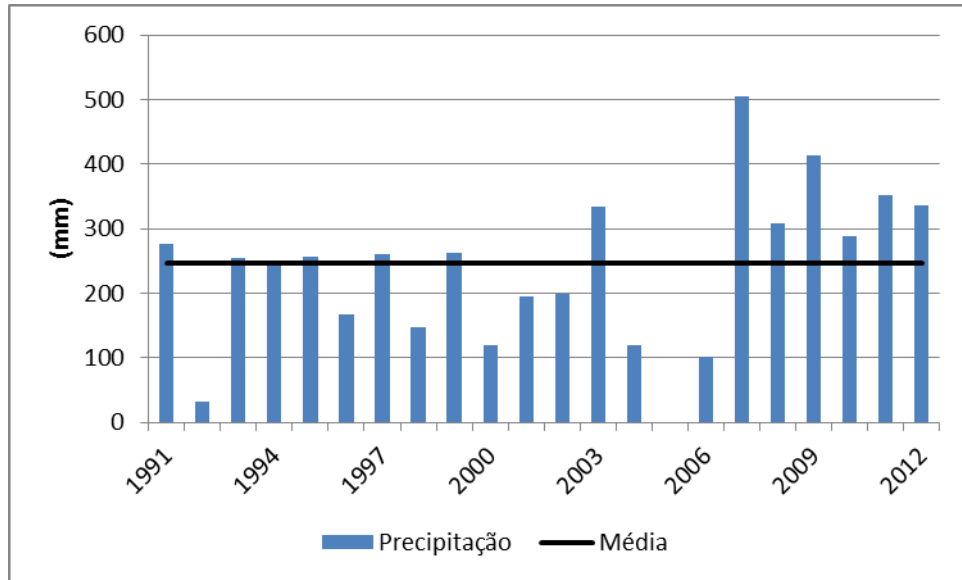
Gráfico 5 - Variabilidade da temperatura no mês de janeiro no período de 1991 a 2012



Fonte: CIIAGRO. Org: Brússolo, 2013

Em relação a precipitação, de acordo com o gráfico 6, o mês de janeiro do ano de 2007 foi o mais chuvoso (504,4 mm) e o ano de 1992 o mais seco (31,5 mm). Vale destacar que em 2005 não houve coleta de dados.

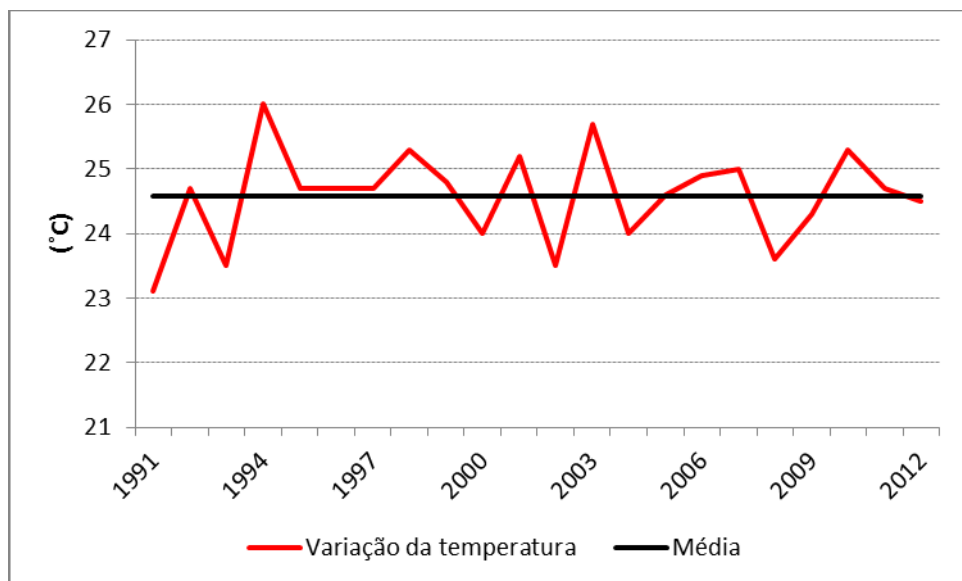
Gráfico 6 - Variabilidade da precipitação no mês de janeiro no período de 1991 a 2012



Fonte: CIIAGRO. Org: Brússolo, 2013

Em fevereiro, o **Gráfico 7** permite observar que o ano de 1994 foi o mais quente (26°C) e o mais frio foi 1991 (23,1°C) e a média do período ficou em 24,5°C.

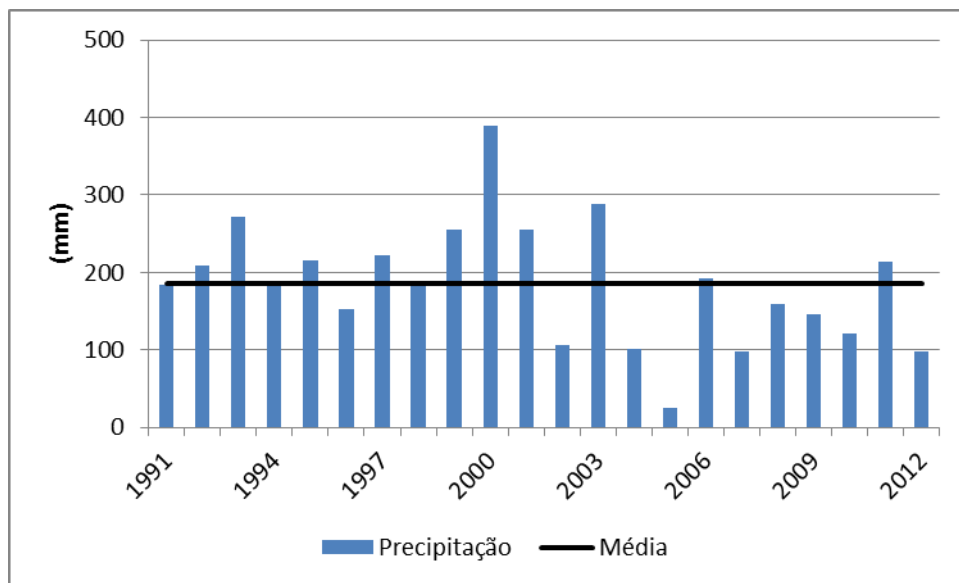
Gráfico 7 - Variabilidade da temperatura no mês de fevereiro no período de 1991 a 2012



Fonte: CIIAGRO. Org: Brússolo, 2013

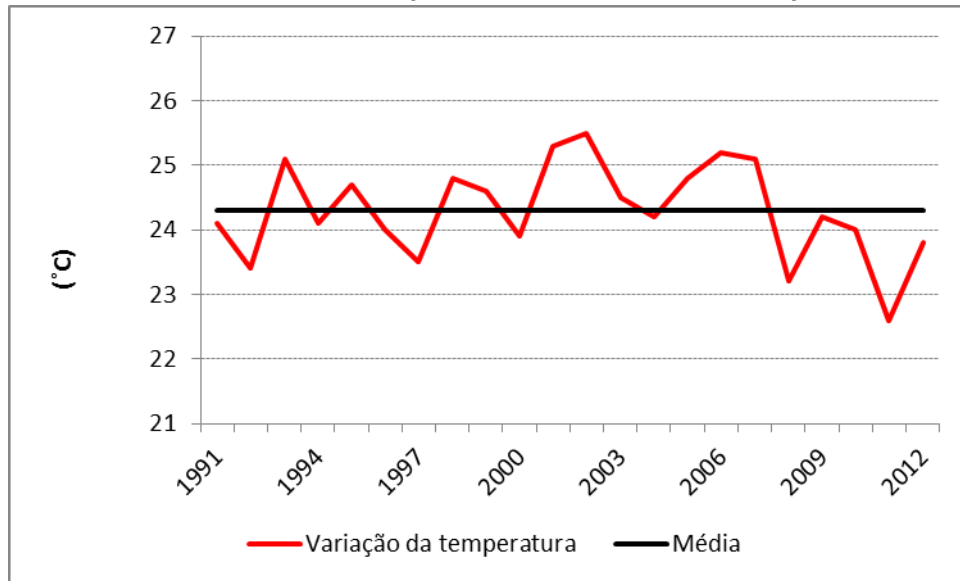
Com relação às chuvas precipitadas em fevereiro, o ano de 2000 foi o mais chuvoso (389,3 mm) e o mais seco foi 2005 (25,2 mm), de acordo com as informações observadas no **Gráfico 8**. Do ano de 2004 até o final da série constata-se que os valores pluviométricos não atingiram a média, com exceção dos anos de 2006 e 2011.

Gráfico 8 - Variabilidade da precipitação no mês de fevereiro no período de 1991 a 2012



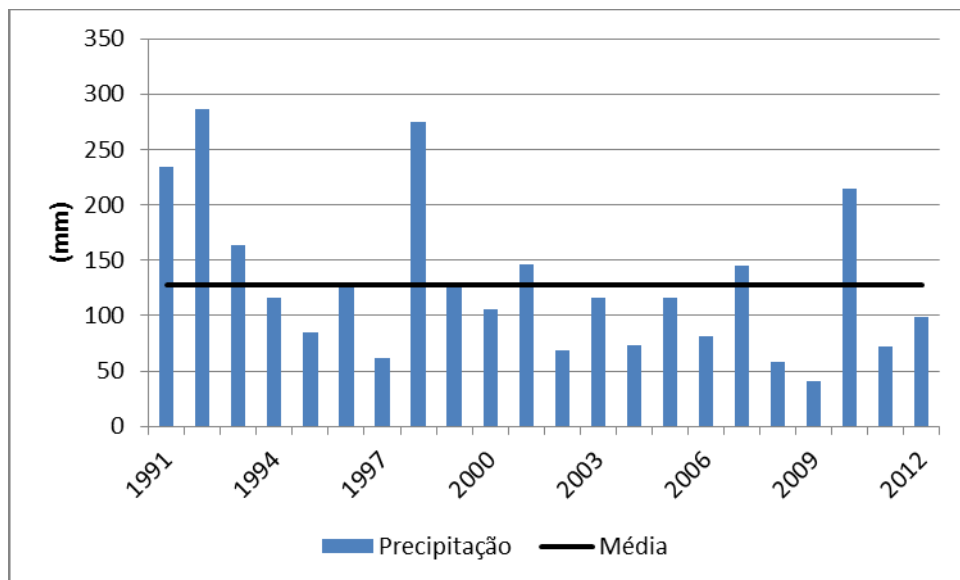
Fonte: CIAGRO. Org: Brússolo, 2013

O mês de março de 2002 foi o mais quente (25,5°C) e em 2011 foi mais frio (22,6°C) e a média estabeleceu-se em 24,3°C, como pode ser observado no **Gráfico 9**. Do ano de 2008 até o final da série de dados a temperatura ficou abaixo da média convencional do período.

Gráfico 9 - Variabilidade da temperatura no mês de março no período de 1991 a 2012

Fonte: CIAGRO. Org: Brússolo, 2013

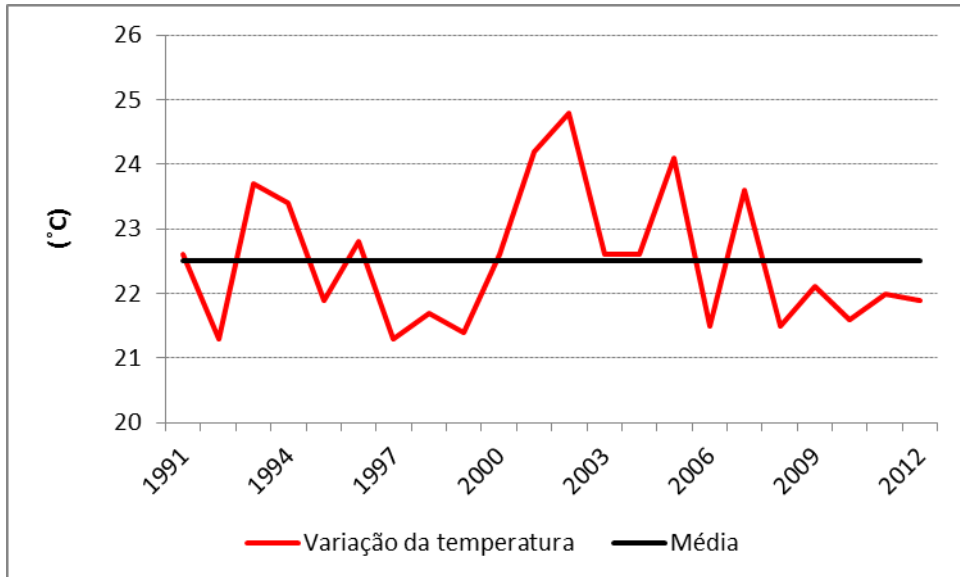
Os maiores valores de precipitação em março foram verificados em anos de forte atuação do El Niño (1992 e 1998), segundo as informações do Boletim Climanalise de 1992 e 1998. Em 1992 precipitou o total de 287mm e em 1998, 285mm.

Gráfico 10 - Variabilidade da precipitação no mês de março no período de 1991 a 2012

Fonte: CIAGRO. Org: Brússolo, 2013

O **Gráfico 11** traz informações do mês de abril do ano de 2002, quando esse ano foi o mais quente ($24,8^{\circ}\text{C}$) e o anos de 1992 e 1997 foram os mais frios ($21,3^{\circ}\text{C}$).

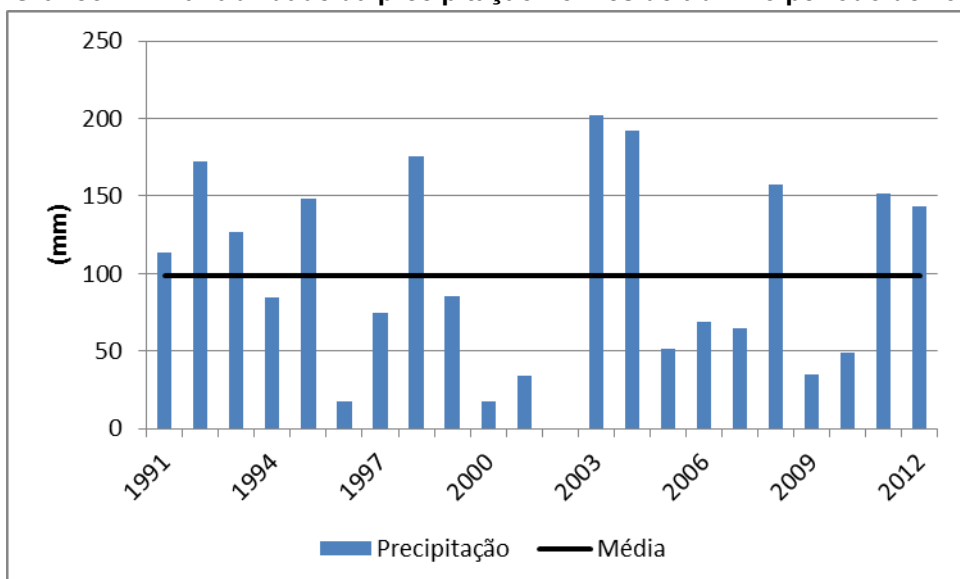
Gráfico 11 - Variabilidade da temperatura no mês de abril, no período de 1991 a 2012



Fonte: CIIAGRO. Org: Brússolo, 2013

O mês de abril de 2003 foi o mais chuvoso (202,5 mm). Já em 2002 este mês foi mais seco, não registrando chuva. Este aspecto pode estar relacionado ao rápido deslocamento dos sistemas frontais para o litoral e o avanço da alta subtropical sobre o continente. Verificou-se para este mês uma alternância entre anos mais úmidos e mais secos, como pode ser observado no **Gráfico 12**.

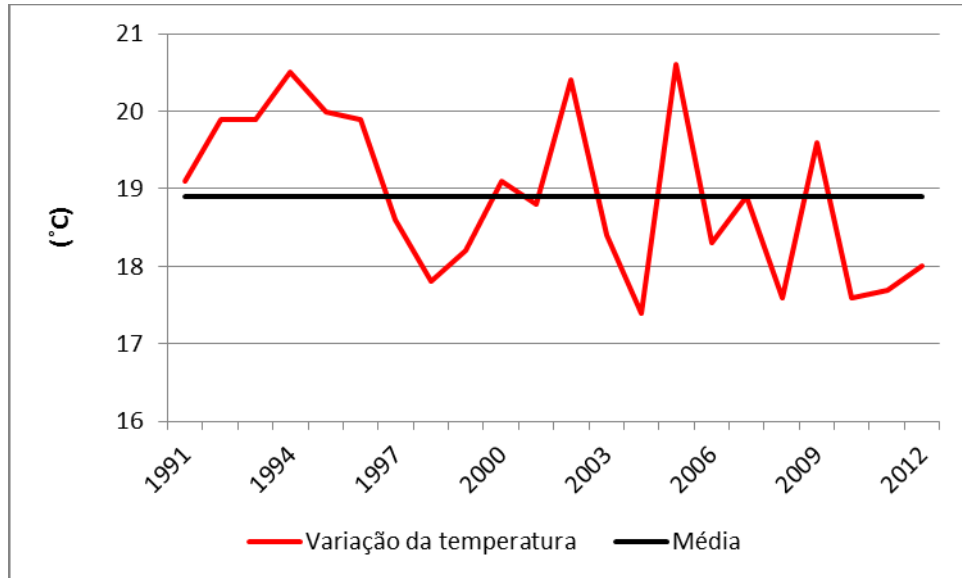
Gráfico 12 - Variabilidade da precipitação no mês de abril no período de 1991 a 2012



Fonte: CIIAGRO. Org: Brússolo, 2013

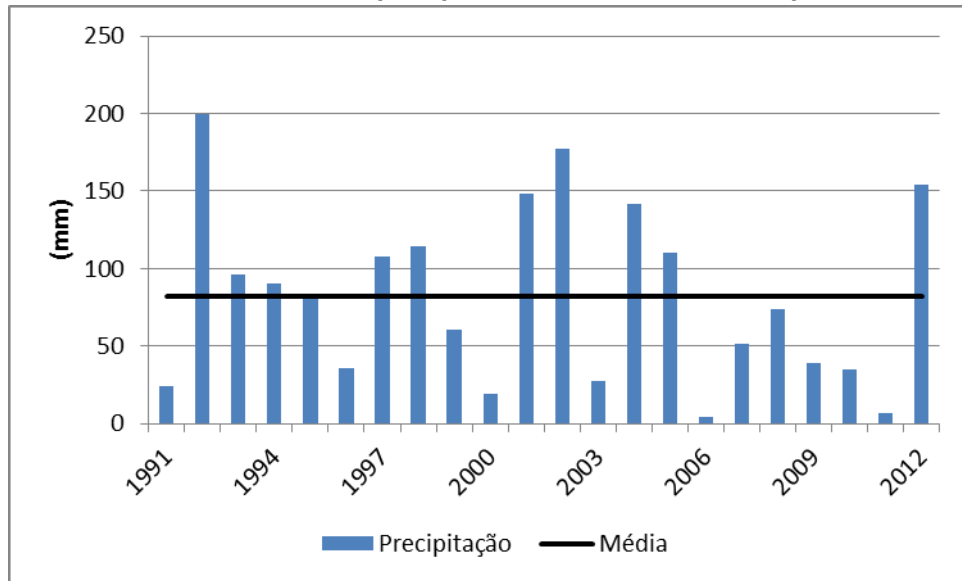
O mês de maio mais quente foi registrado em 2005 (20,6°C), em decorrência do aquecimento anômalo para o período no continente, e o mais frio foi identificado no ano de 2004 (17,4°C), pela instensificação dos sistemas frontais que atuaram nesse período. Com a análise do **Gráfico 13** percebe-se a diminuição da média da temperatura no respectivo mês.

Gráfico 13 - Variabilidade da temperatura no mês de maio no período de 1991 a 2012



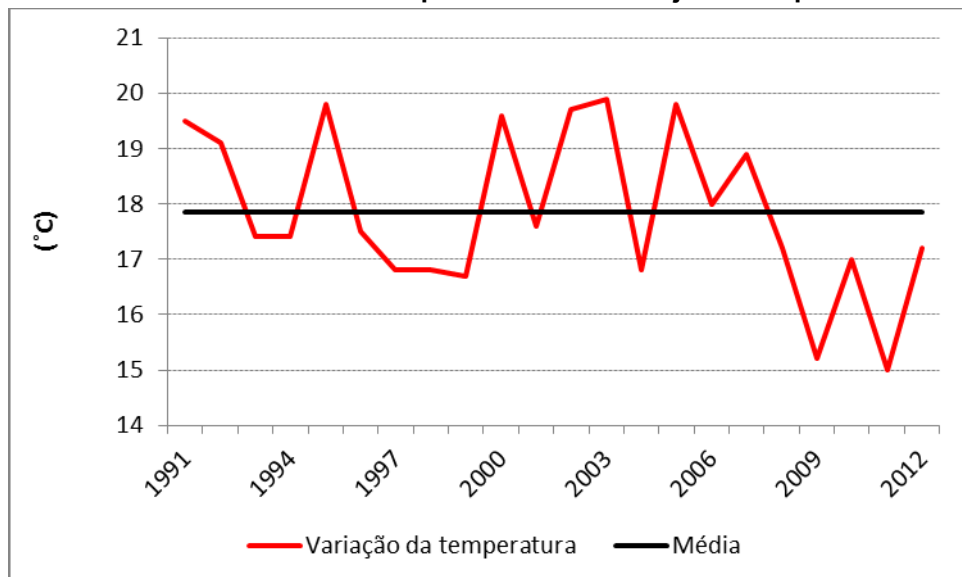
Fonte: CIAGRO. Org: Brússolo, 2013

Em maio de 1992 foi registrada a maior precipitação (199,7 mm) em Assis, que pode estar relacionada à atuação do fenômeno El Niño, e 2006 apresentou o mês de maio mais seco com apenas 4 mm precipitados, devido a rapidez com que os sistemas frontais passaram pela região. O **Gráfico 14** evidencia esses dados.

Gráfico 14 - Variabilidade da precipitação no mês de maio no período de 1991 a 2012

Fonte: CIAGRO. Org: Brússolo, 2013

No que se refere a junho (**Gráfico 15**), observa-se que o ano mais quente foi 2003 (19,9°C) e o ano mais frio foi 2011 (15°C), em virtude da intensificação dos sistemas polares e frontais sobre a região. Os últimos três anos registraram temperaturas abaixo da média para o período.

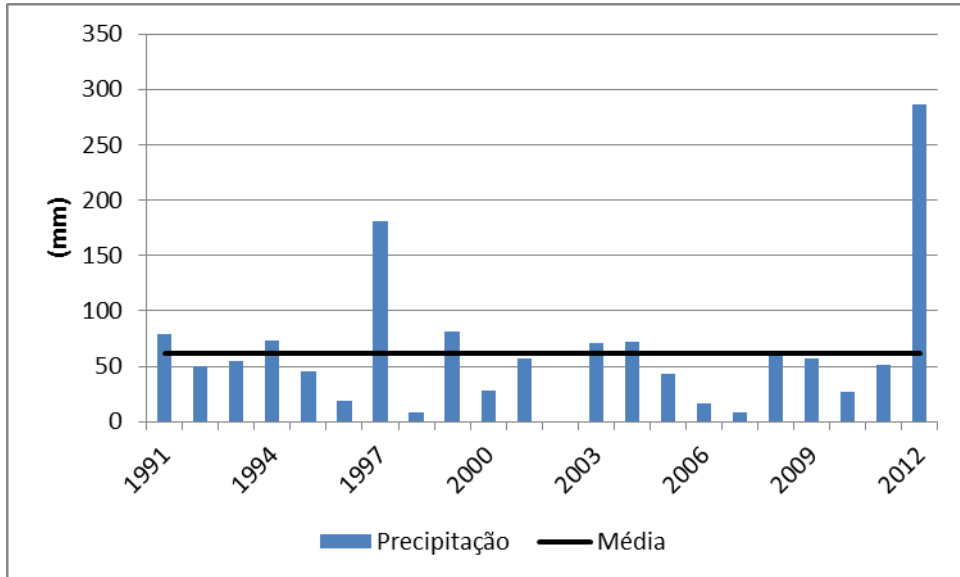
Gráfico 15 - Variabilidade da temperatura no mês de junho no período de 1991 a 2012

Fonte: CIAGRO. Org: Brússolo, 2013

No que tange as precipitações de junho, verificou-se que o ano de 2012 obteve o maior total de chuvas de toda a série histórica (286,8 mm), pelo fato da passagem de perturbações nas camadas mais altas da troposfera e a intensificação dos sistemas frontológicos, provocando chuvas muito acima da

média. No ano de 2007 observou-se o mesmo fenômeno. No decorrer de toda série analisada não houve dados discrepantes em relação à normal climatológica do período, conforme as informações contidas no **Gráfico 16**.

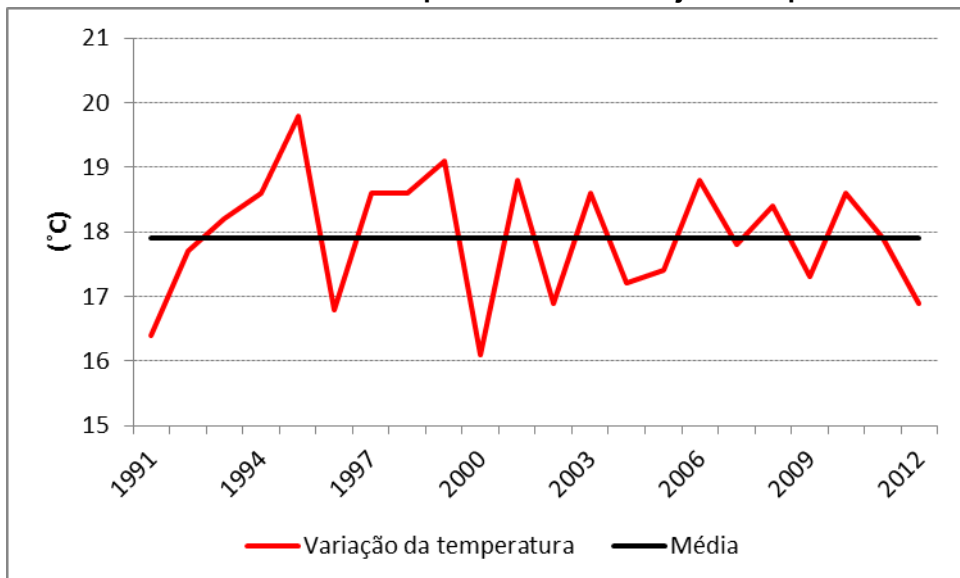
Gráfico 16 - Variabilidade da precipitação no mês de junho no período de 1991 a 2012



Fonte: CIAGRO. Org: Brússolo, 2013

Ao detalhar o mês de julho, constatou-se que o ano mais quente foi 1995 (19,8°C) e o mais frio foi 2000 (16,1°C). A média para o período foi de 17,9°C. (Gráfico 17).

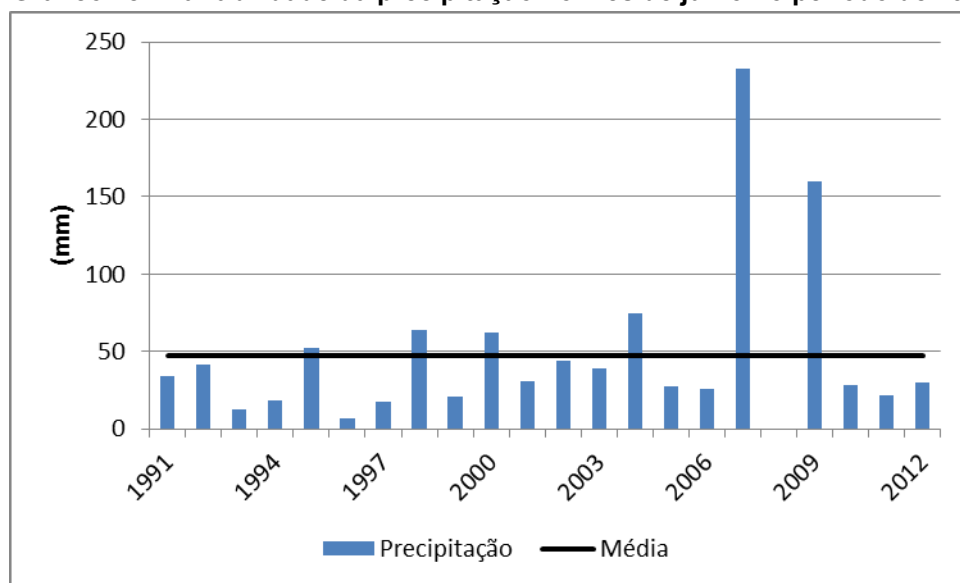
Gráfico 17 - Variabilidade da temperatura no mês de julho no período de 1991 a 2012



Fonte: CIAGRO. Org: Brússolo, 2013

No tocante a precipitação registrada para o mês de julho (**Gráfico 18**) destaca-se os anos de 2007 e 2009 por totais pluviométricos muito elevados em relação a série analisada. No primeiro caso foi em circunstância da passagem de seis sistemas frontais, pelas atuações de áreas de instabilidades e pela formação de cavados em médio e altos níveis da atmosfera na região de Assis. No segundo caso a atuação moderada do El Niño proporcionou condições para a efetividade dos sistemas frontológicos e a intensificação dos jatos subtropicais, conforme as informações do Boletim Climanálise de julho de 2007 e 2009.

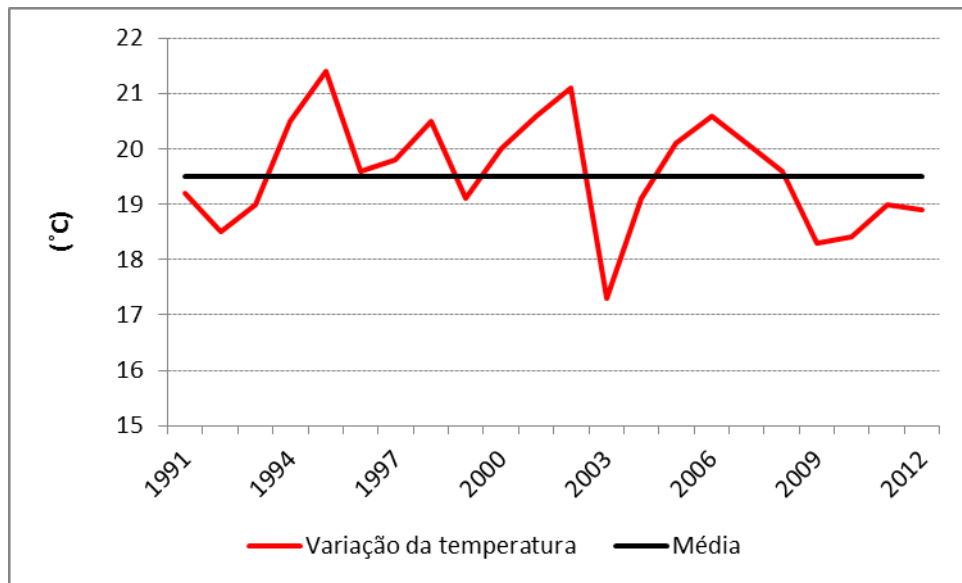
Gráfico 18 - Variabilidade da precipitação no mês de julho no período de 1991 a 2012



Fonte: CIIAGRO. Org: Brússolo, 2013

O mês de agosto apresentou temperaturas mais elevadas em 1995 (21,°C) e menores em 2003 (17,3°C) (**Gráfico 19**). Os últimos anos exibiram temperaturas abaixo da média constatada.

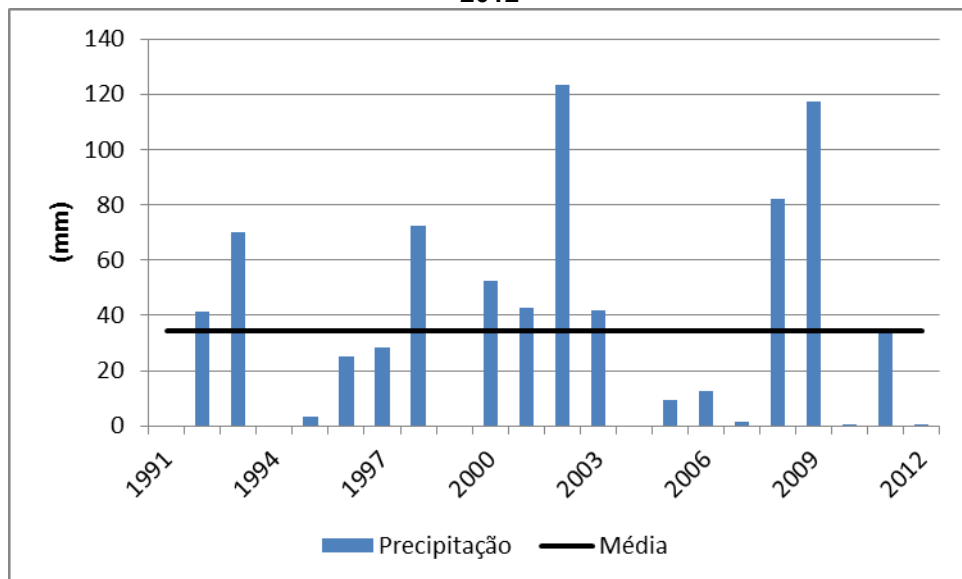
Gráfico 19 - Variabilidade da temperatura no mês de agosto no período de 1991 a 2012



Fonte: CIIAGRO. Org: Brússolo, 2013

Neste mesmo mês a precipitação mais acentuada foi verificada em 2002 (123,4 mm) em decorrência de dois sistemas frontais com intensa magnitude. Já a menor precipitação foi registrada em 1994, 1999 e 2004 (0 mm) (**Gráfico 20**) devido a rapidez com que as frentes frias passaram pela região, segundo as informações do Boletim Climanálise de agosto 1994, 1999, 2002 e 2004.

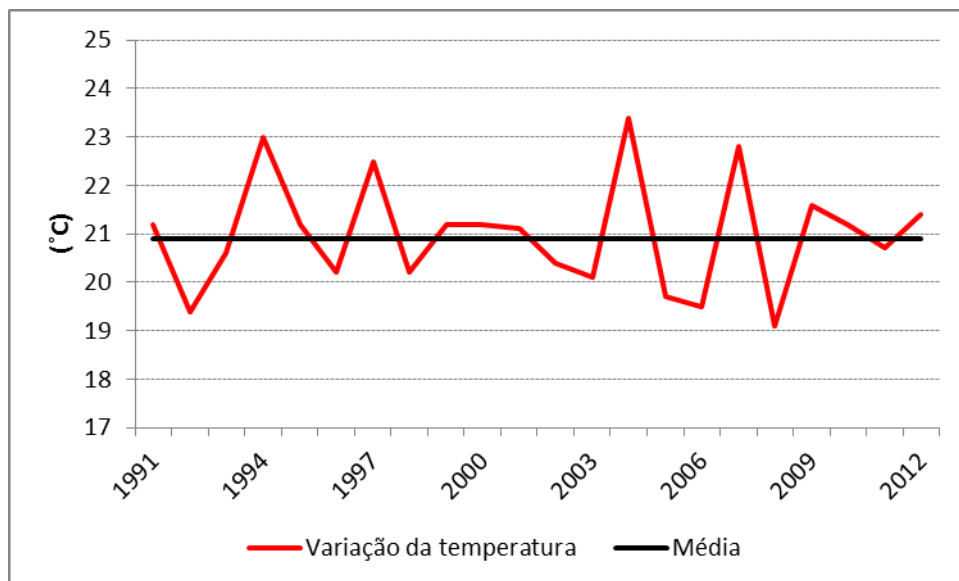
Gráfico 20 - Variabilidade da precipitação no mês de agosto no período de 1991 a 2012



Fonte: CIIAGRO. Org: Brússolo, 2013

O **Gráfico 21** mostra que o ano de 2004 apresentou a maior temperatura em setembro ($23,4^{\circ}\text{C}$), principalmente em resposta a ausência de chuvas no período analisado. A menor temperatura foi registrada em 2008 ($19,1^{\circ}\text{C}$) em virtude da imposição das condições frontológicas atuantes, de acordo as informações do Boletim Climanálise de setembro de 2004 e 2008.

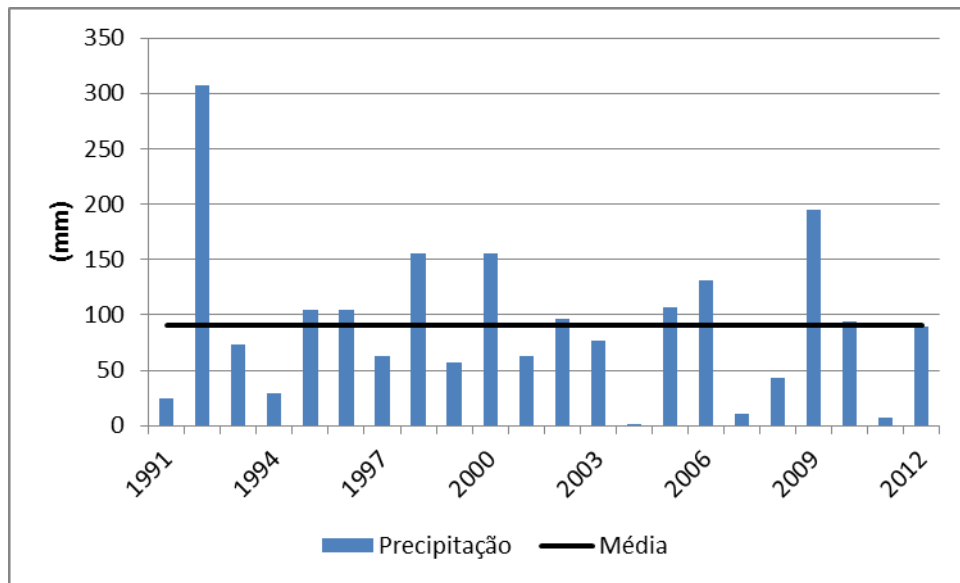
Gráfico 21 - Variação e média da temperatura no mês de setembro no período de 1991 a 2012



Fonte: CIIAGRO. Org: Brússolo, 2013

O **Gráfico 22** demonstra que o maior total pluviométrico foi registrado em 1992 (306,8 mm), ano de forte atuação do El Niño. E o ano mais seco foi 2004 (0 mm), em virtude da fraca intensidade dos sistemas frontais, segundo as informações do Boletim Climanálise de setembro de 1992 e 2004.

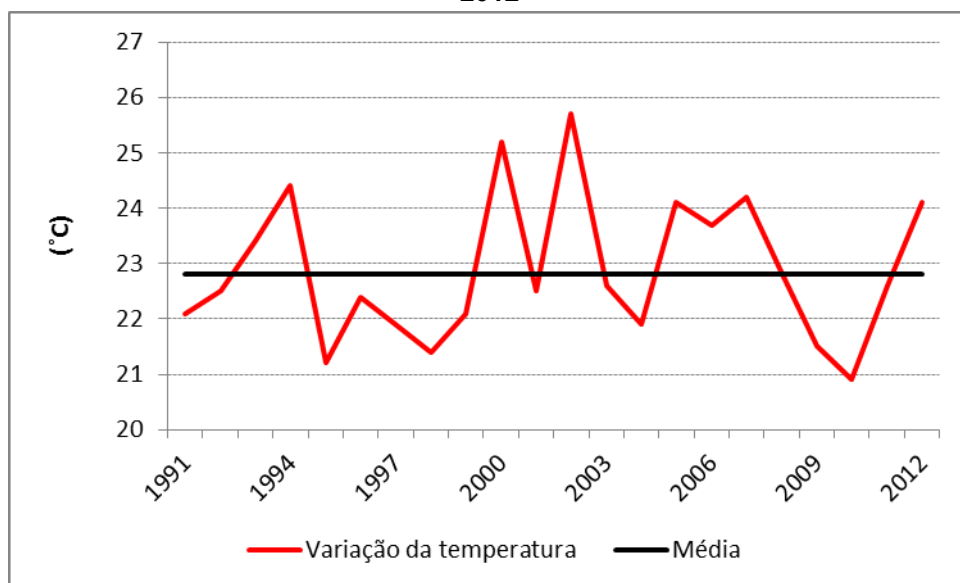
Gráfico 22 - Variabilidade da precipitação no mês de setembro no período de 1991 a 2012



Fonte: CIAGRO. Org: Brússolo, 2013

O mês de outubro mais quente ocorreu em 2002 (25,7°C) e o mais frio em 2010 (20,9°C) (**Gráfico 23**). No primeiro caso observou-se a pouca efetividade das chuvas e no segundo caso oito sistemas frontais propiciaram o acúmulo de precipitação, diminuindo a temperatura, pois a água é um equalizador térmico. As informações sobre as condições atmosféricas foram obtidas através do Boletim Climanalise de outubro de 2002 e 2010.

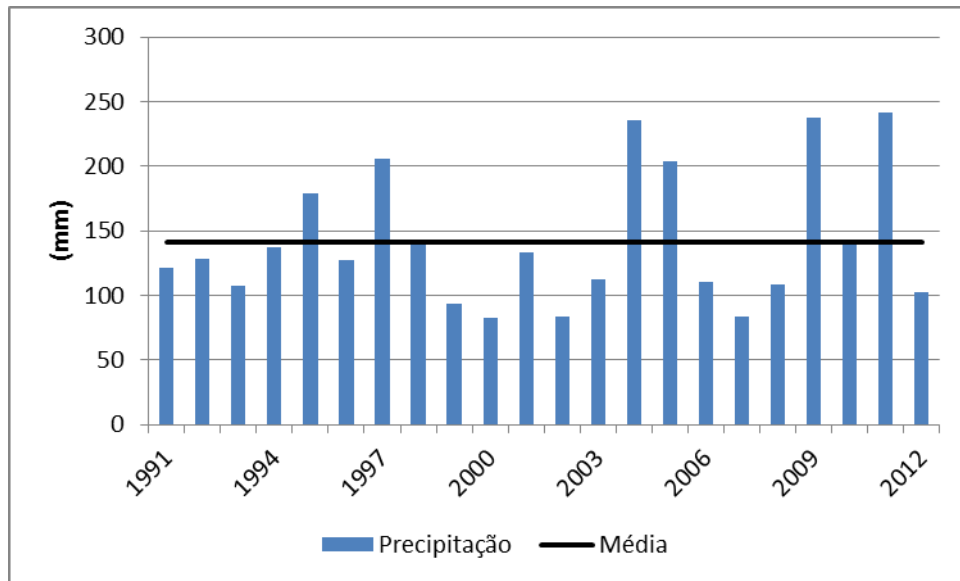
Gráfico 23 - Variabilidade da temperatura no mês de outubro no período de 1991 a 2012



Fonte: CIAGRO. Org: Brússolo, 2013

Em relação a precipitação do mês de outubro, o **Gráfico 24** demonstra que o mais chuvoso ocorreu em 2011 (242 mm) devido a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e o menos chuvoso foi 2000 (82,6 mm) por causa da fragilidade com que as frentes frias adentram ao continente, segundo as informações do Boletim Climanálise de outubro de 2000 e 2011.

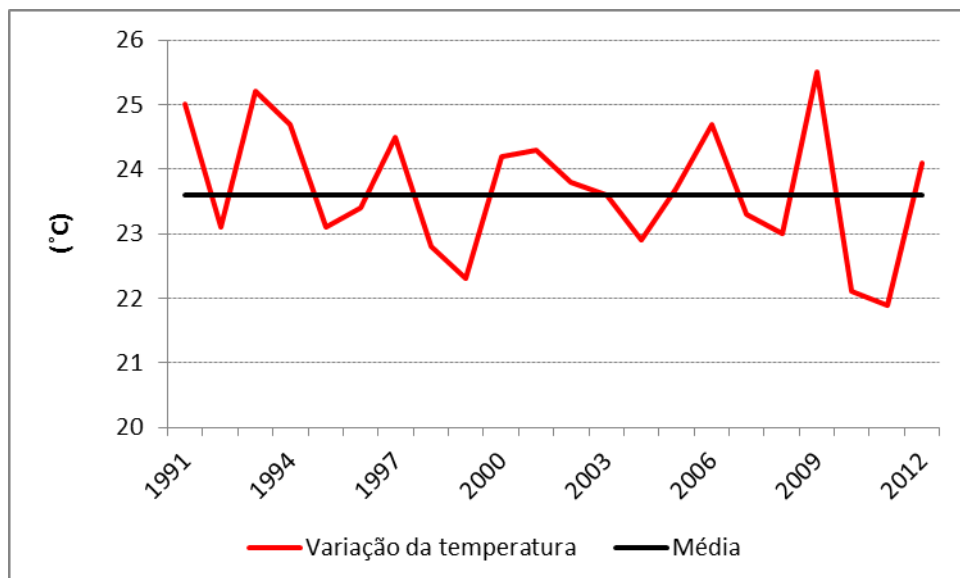
Gráfico 24 - Variabilidade da precipitação no mês de outubro no período de 1991 a 2012



Fonte: CIIAGRO. Org: Brússolo, 2013

Com relação ao mês de novembro, o mais quente ocorreu em 2009 (25,5°C) e o mais frio em 2011 (21,9°C) (**Gráfico 25**).

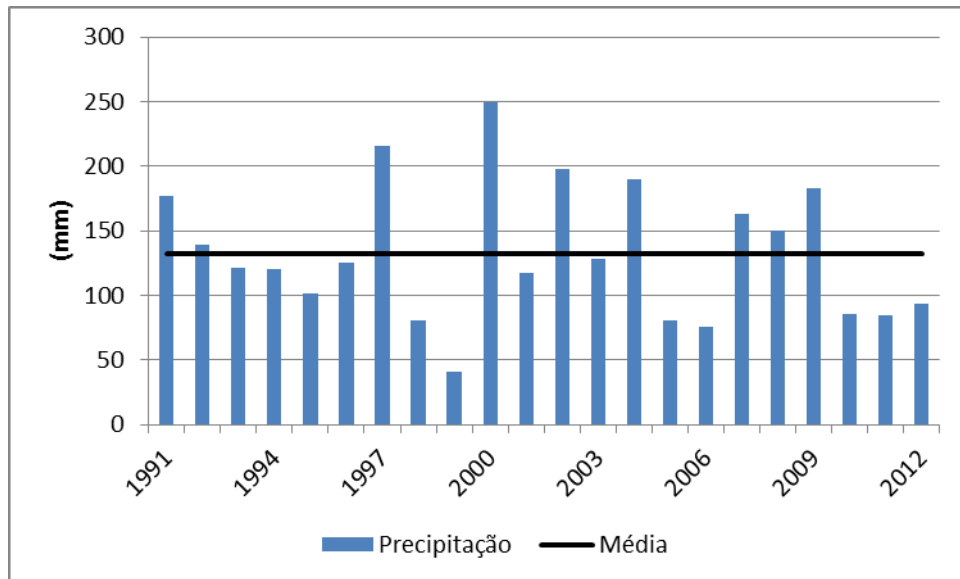
Gráfico 25 - Variabilidade da temperatura no mês de novembro no período de 1991 a 2012



Fonte: CIIAGRO. Org: Brússolo, 2013

No que se refere a precipitação, o **Gráfico 26** mostra que o mês de novembro mais chuvoso aconteceu em 2000 (249,1 mm) em virtude da maior convecção tropical e pela ação de seis sistemas frontais estacionários. O mais seco foi 1999 (41,2 mm) por causa da baixa umidade relativa do ar e a atuação de sistemas polares.

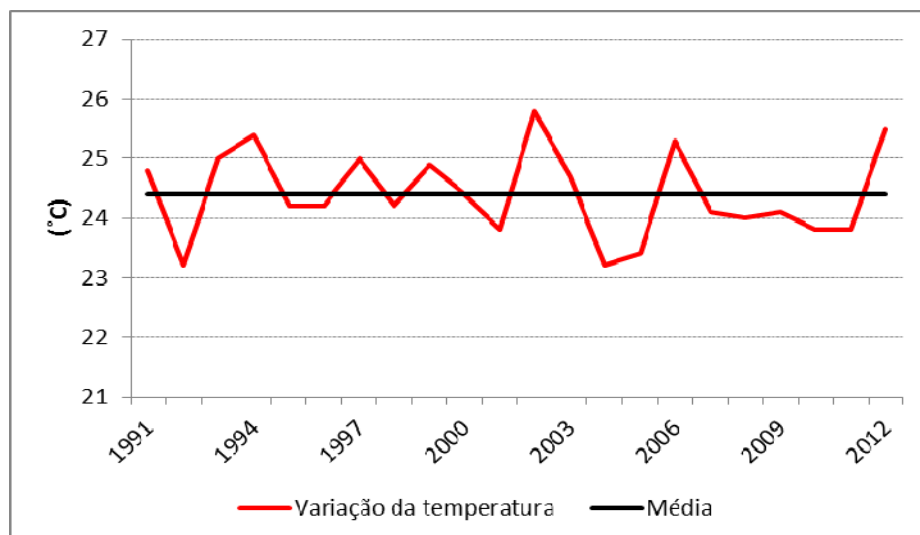
Gráfico 26 - Variabilidade da precipitação no mês de novembro no período de 1991 a 2012



Fonte: CIAGRO. Org: Brússolo, 2013

A maior temperatura registrada em dezembro ocorreu no ano de 2002 (25,8°C) e a mais fria em 1992 (23,2°C). A análise do período ilustra que a temperatura encontra-se dentro da normalidade para o período, conforme as informações visualizadas no **Gráfico 27**.

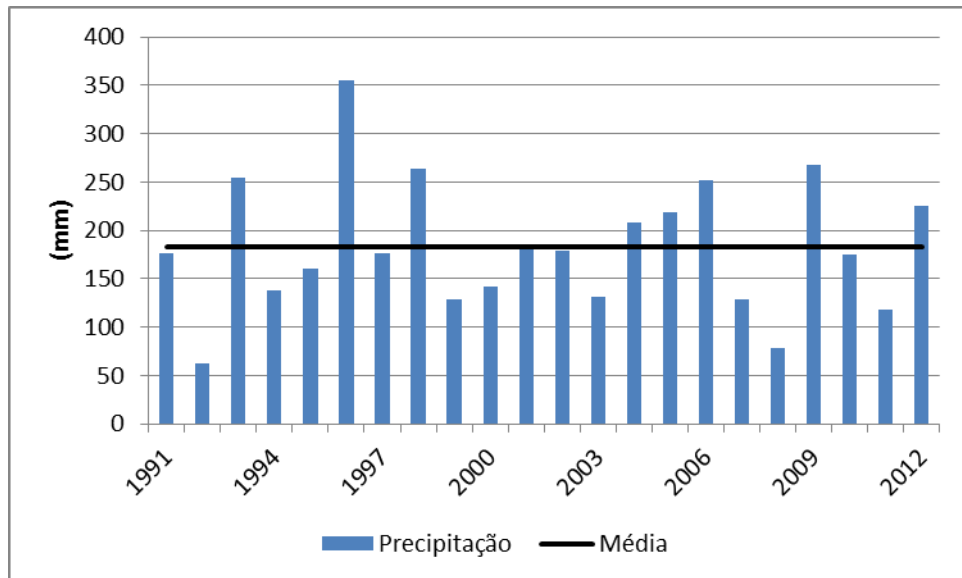
Gráfico 27 - Variabilidade da temperatura no mês de dezembro no período de 1991 a 2012



Fonte: CIAGRO. Org: Brússolo, 2013

No tocante a precipitação do mês de dezembro, o ano de 1996 se destacou pela maior quantidade de chuva (355,4 mm) e o ano mais seco foi 1992 (62,6 mm) (**Gráfico 28**).

Gráfico 28 - Variabilidade da precipitação no mês de dezembro no período de 1991 a 2012



Fonte: CIIAGRO. Org: Brússolo, 2013

A análise dos dados climáticos (temperatura e precipitação) descritas nesse capítulo fornecem condições para o entendimento dos elementos geradores do clima assisense, servindo de base para analisar os dados coletados em julho de 2013.

O estudo do período permitiu concluir que em Assis o semestre de outubro a março é mais quente e úmido e aquele de abril a setembro é mais frio e seco, demonstrando as alternâncias de atuação de sistemas tropicais e polares.

Através da metodologia da análise rítmica dos tipos de tempo elaborada por Monteiro (1971), os dados coletados (temperatura, precipitação, direção e velocidade do vento e pressão atmosférica) no período de estudo (julho de 2013) serão comparados com a série histórico-climatológica a fim de diagnosticar se o mês representativo da coleta está dentro do que se considera habitual para o período. Mesmo que só interessasse os dados do período de julho da série histórico-climatológica, é significativo analisar todos os meses e suas respectivas sazonalidades para conhecer, pelo menos parcialmente, a temperatura e precipitação no município de Assis. Esse levantamento de informações contribui

para a análise comportamental dos elementos climáticos (temperatura, precipitação, direção e velocidade do vento e pressão atmosférica) do mês de julho de 2013, e se justifica pela importância de compreender as dinâmicas atmosféricas no período estudado e suas repercussões no clima local.

O próximo tópico dissertará sobre o ritmo dos tipos de tempo no município de Assis em julho de 2013. A justificativa para a escolha do período foi em circunstância da sazonalidade, tendo como objetivo estudar as ilhas de calor na estação de inverno, quando as temperaturas e as precipitações são menores.

5.1 A análise rítmica

Para a análise dos sistemas atmosféricos atuantes na região de Assis durante o período de coleta de dados a fim de investigar o fenômeno das ilhas de calor (julho de 2013), foram utilizadas as imagens do satélite GOES 13 e as informações do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos, por meio do Boletim Meteorológico do CPTEC/INPE e das Cartas Sinóticas de Superfície produzidas pela Marinha Mercante do Brasil. Os dados de temperatura, precipitação, direção e velocidade do vento e pressão atmosférica foram fornecidos pela CIIAGRO (Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas).

O mês de julho de 2013 foi caracterizado pela atuação de dois grandes sistemas frontais que proporcionaram alguns dias de chuva no início e no fim do mês, segundo o Boletim Meteorológico de julho de 2013. A média da temperatura foi de 16,2°C, sendo que o dia primeiro registrou a maior temperatura (22°C) e o dia 24 a menor temperatura (5°C). A precipitação obteve o total de 37,1mm, somando 4 dias de chuva durante todo o mês, com destaque para o dia 20 que concentrou o maior total pluviométrico (11,4mm).

Os dias 1, 2 e 3 de julho foram marcados pela presença de uma frente fria. Houve precipitação nos dois primeiros dias: 10,4mm e 6,1mm, respectivamente. A direção predominante do vento foi do quadrante SE. A temperatura mais elevada registrada ocorreu no dia 1 (27,8°C) e a mínima temperatura no dia 3 (11,9°C). A chuva acompanhada do ar frio deixado pelo sistema frontológico atuante ocasionou essa queda da temperatura.

O posicionamento geográfico de Assis, inserida na calha do Rio Paranapanema, facilita a atuação de sistemas polares e frontais oriundos do sul e de

correntes de leste, caracterizado pelo sistema tropical atlântico. De acordo com Boin, (2000, p.204):

Caracteriza-se, ainda, por ser a porção de relevo com as maiores altitudes no Oeste Paulista, cujas cotas variam de 400 a 650 metros, formando a última barreira de expressão topográfica às correntes Tropicais de leste e polares de sul, antes que atinjam o alto vale do Paraná [...].

Nos dias 4 e 5 houve a atuação do Sistema Polar Atlântico, resultado da passagem do sistema frontal. O dia 5 foi o mais frio (10,8°C). Não houve precipitação. Nos dias 6 e 7 verificou-se a presença do Sistema Polar Atlântico Tropicalizado (ou Sistema Polar Velho) que propiciou aumento da média da temperatura, baixa nebulosidade e ausência de precipitação.

Do dia 8 ao 19 não ocorreu nenhum episódio de chuva. A elevação da amplitude térmica diária nesse recorte temporal pode ser explicada pela baixa umidade do ar, em se tratando do período de inverno, quando o clima se caracteriza como frio e seco. A baixa nebulosidade possibilitou o aquecimento da superfície, por isso as temperaturas elevadas durante o dia. Nos dias 8 e 9 atuou o Sistema Polar Atlântico, quando se constatou a queda da temperatura máxima diária. O dia 8 foi o mais quente (26,7°C) e a temperatura mínima foi igual para os dois dias (11,7°C). No período de 10 a 12 atuou o Sistema Polar Atlântico Tropicalizado, quando verificou-se o aumento da temperatura mínima diária. Os dias 10 e 11 foram os mais quentes (23,4°C) e o dia 12 o mais frio (9,9°C). A direção predominante dos ventos foi do quadrante L. Nos dias 13, 14 e 15 atuou o Sistema Tropical Atlântico, verificado pela estabilidade do tempo, céu com poucas nuvens e aumento das temperaturas máximas diárias. O dia 15 foi o mais quente (27,2°C) e o dia 13 foi o mais frio (25,2°C). A direção predominante do vento foi do quadrante SE. Nos dias 16, 17 e 18 atuou o Sistema Polar Atlântico, observado pela queda das temperaturas máximas e mínimas. O dia 18 foi o mais quente (26,2°C) e também o mais frio (7,1°C), assim como o dia 17. Não houve precipitação. No dia 19 o Sistema Polar Atlântico perde força, percebido pelo aumento da temperatura, em virtude da entrada do ar tropical que antecede o sistema frontal, fenômeno denominado de aquecimento pré-frontal.

Nos dias 20, 21 e 22 atuou o Sistema Frontal que produziu precipitações de 11,4mm e 5,1mm nos dois primeiros dias. A direção predominante do vento foi do

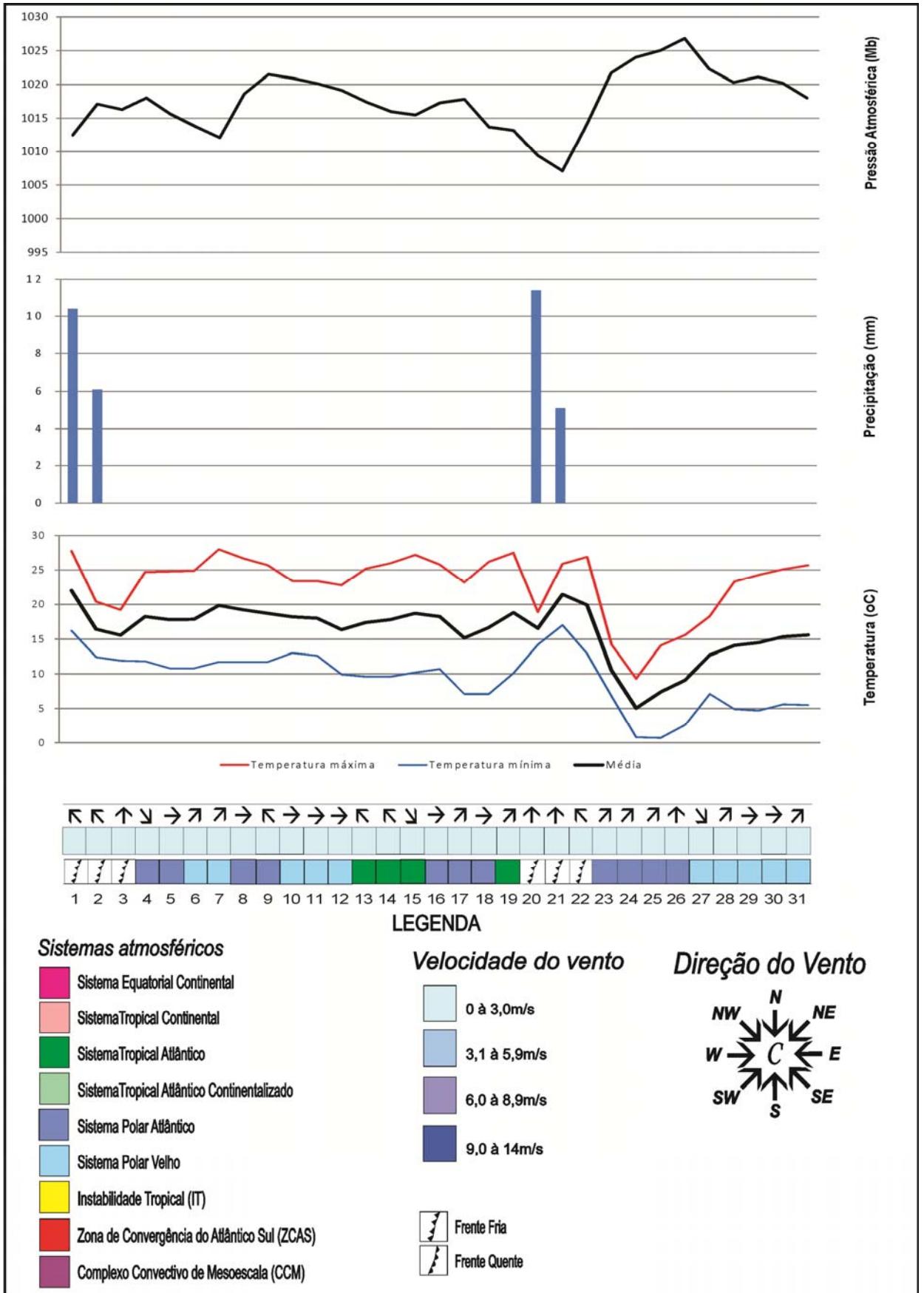
quadrante S. No dia 20 houve queda da temperatura, obtendo a máxima de 18,9°C e a mínima de 14,2°C, em virtude do acúmulo de chuva nesse dia.

Entre os dias 23 e 26 atuou o Sistema Polar Atlântico que gerou queda na temperatura máxima diária e a mínima chegou próximo a 0°C. Isso ocorreu pela intensificação dos ventos polares fornecido pela alta pressão localizada próxima a divisa entre Brasil e Uruguai. A direção predominante do vento foi de SW. Poucos dias depois a frente fria atingiu o sul do Amazonas e o Acre e parte do nordeste de Mato Grosso causando forte queda das temperaturas mínimas e máximas e ampliando a área de predomínio da friagem, de acordo com as informações do Boletim Meteorológico de julho de 2013.

Do dia 27 até o final do mês evidenciou-se a atuação do Sistema Polar Tropicalizado, caracterizado pelo aumento das temperaturas máximas diárias, estabilidade do tempo, temperaturas mínimas reduzidas e ligeira diminuição da pressão atmosférica. Não houve precipitação. No dia 27 a temperatura máxima diária foi de 18,3°C e no dia 31 foi de 25,7°C.

A **Figura 9** caracteriza os elementos climáticos e os sistemas atmosféricos atuantes na região de Assis durante o mês de julho de 2013. Essa caracterização auxilia no entendimento sistêmico do clima urbano, fornecendo possibilidades de análise dos sistemas atmosféricos atuantes na região de Assis durante a coleta de dados que subsidia a presente pesquisa.

Figura 9 - Variação dos elementos climáticos e sistemas atmosféricos atuantes em Assis – Julho de 2013



Fonte: CIIAGRO. Organização: Brússolo, 2013

5.2 A escolha dos pontos de coleta de dados

Neste subitem estão detalhados os locais de coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar no interior da área urbana e periurbana de Assis. A descrição desses pontos contribui no entendimento da temperatura e umidade relativa do ar, de acordo com o horário e o sistema atmosférico atuante.

5.2.1 Ponto Av. Rui Barbosa (Ponto 1)

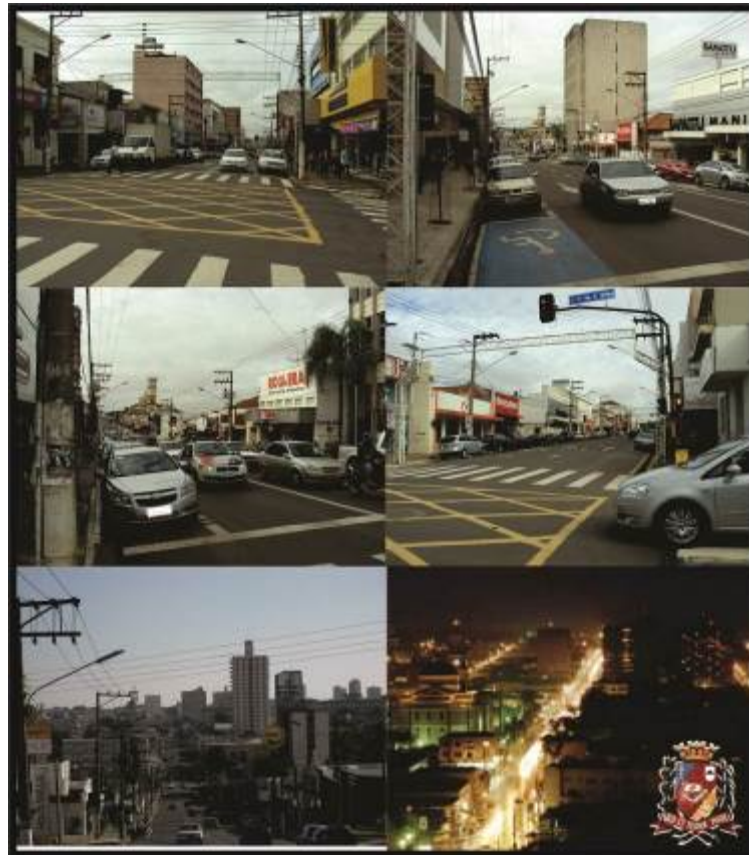
Esse ponto está localizado em uma vertente voltada para leste que recebe a maior incidência dos raios solares no período da manhã. Apresenta verticalização urbana, com edificações com 2 pavimentos ou mais. A vegetação arbórea é rarefeita, com poucas unidades. Uso predominantemente comercial, onde se encontra o shopping, as principais redes de hotelaria, os bancos, os restaurantes, as maiores lojas de varejo de roupas, eletrodomésticos, móveis etc. O fluxo de pessoas e veículos é intenso durante o dia, por causa do comércio, e à noite, pois abriga bares, boates e restaurantes, principalmente nos finais de semana (**Figuras 10 e 11**). A figura 10 traz a visão do entorno do local de coleta e a figura 11 traz imagens das proximidades do local. O símbolo em amarelo representa o local de coleta de dados. O aparelho foi instalado em local de material de alvenaria e telhado de cerâmica.

Figura 10 - Área do entorno do ponto Av. Rui Barbosa



Fonte: Google Earth, 2013. Acesso em: 10/01/2013

Figura 11 - Proximidades do ponto Av. Rui Barbosa



Fonte: Brússolo, 2013

5.2.2 Ponto Casa das Bombas (Ponto 2)

Caracterizado como “Área densamente construída com pouca vegetação arbórea, com presença de barracões e galpões”. Esse padrão de uso do solo é encontrado, majoritariamente, nas principais vias da cidade, pelo fato da facilidade de chegada e saída de veículos de grande porte, como os caminhões. Os galpões e barracões mencionados são utilizados, em sua maioria, para armazenamento de mercadorias, para uso dos supermercados, garagem de caminhões e ônibus, oficinas mecânicas, ferro-velho e lojas de atacado/varejo do setor automobilístico. Uso predominantemente comercial, salientando a existência de edificações de dois pavimentos, onde o andar superior é moradia e o inferior é a loja do comerciante. Essas áreas apresentam grande fluxo de veículos de grande porte durante o dia, mas à noite não.

A área escolhida para a coleta de dados possui terreno plano. As **Figuras 12** e **13** demonstram a área do entorno e as proximidades do local de coleta de dados. Como as imagens são de um ano e meio antes da coleta, as áreas que estão

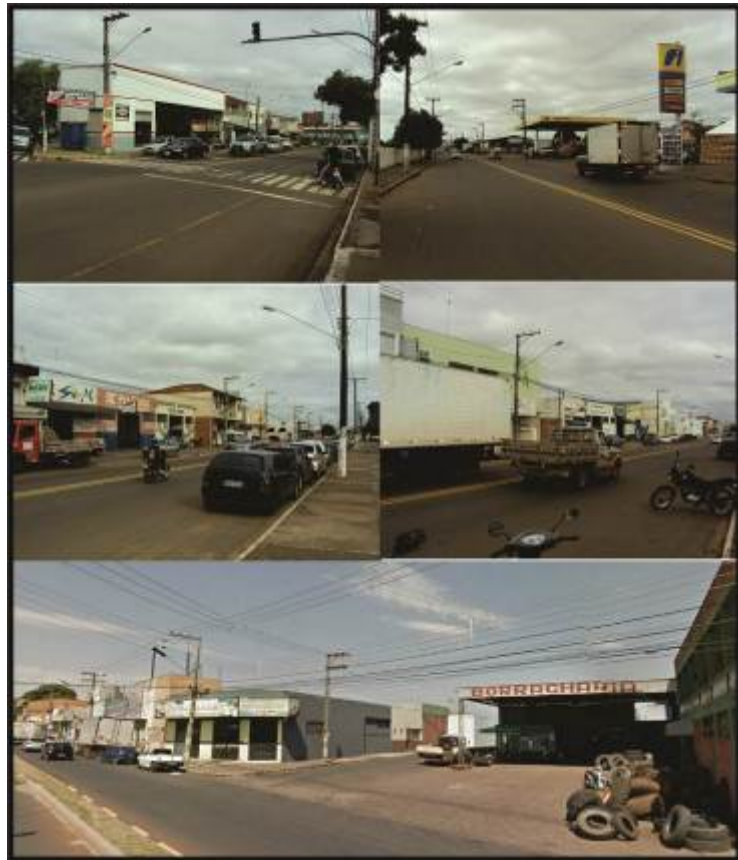
desocupadas já foram loteadas, pavimentadas e construídas. O aparelho de coleta foi colocado em local protegido da luz solar, em material de cerâmica e alvenaria.

Figura 12 - Área do entorno do ponto Casa das Bombas



Fonte: Google Earth, 2013. Acesso em: 10/01/2013

Figura 13 - Proximidades do ponto Casa das Bombas



Fonte: Brússolo, 2013

5.2.3 Ponto Residencial Colinas (Ponto 3)

Esse bairro é exclusivamente residencial, fruto de políticas para habitação popular, sendo que o principal fomentador desse plano é o Programa Minha Casa Minha Vida e, recentemente o Minha Casa Melhor, ambos do governo federal. Ocupado por grande parte da população de baixa renda da cidade, somando cerca de cinco mil moradores. Atualmente tramitam na câmara de vereadores várias denúncias de falhas nas obras, uso ilegal de moradia popular, dentre outras.

Área densamente ocupada, principalmente pelo pequeno tamanho dos lotes e intensa edificação, principalmente pelos “puxadinhos” que cada casa vai agregando. No local de coleta de dados o terreno é plano, a vegetação é de pequeno porte e, em algumas ruas, ainda não há nenhum tipo de arborização, conforme as **Figuras 14 e 15**.

Figura 14 - Área do entorno do ponto Residencial Colinas



Fonte: Google Earth, 2013. Acesso em: 10/01/2013

Figura 15 - Proximidades do ponto Residencial Colinas

Fonte: Brússolo, 2013

5.2.4 Ponto Vila Xavier (Ponto 4)

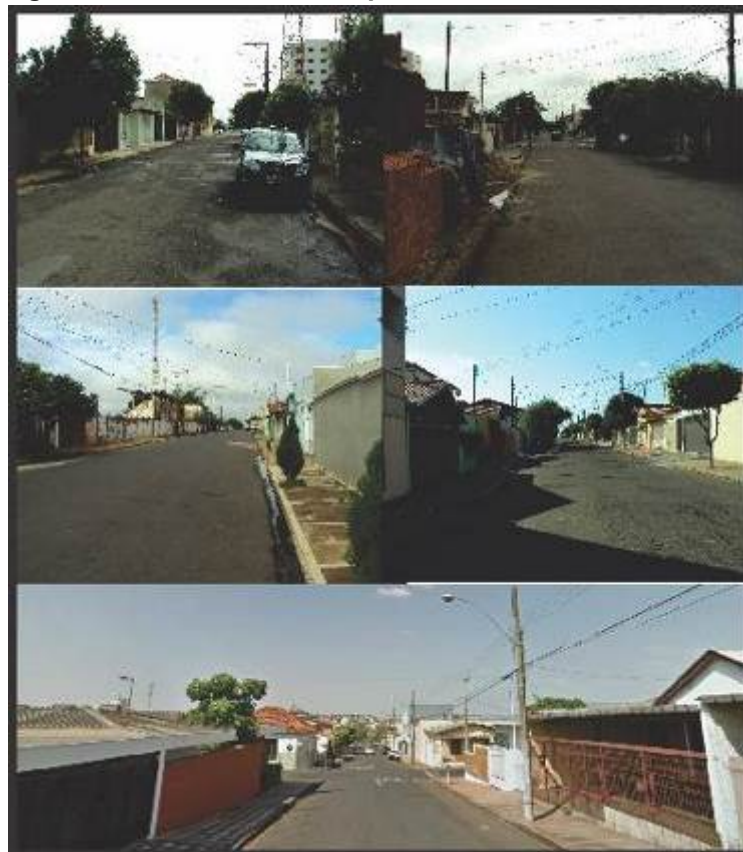
De acordo com a carta de ocupação do solo, a “Área densamente construída, vegetação arbórea de médio porte esparsa” é predominante na cidade. Diversifica-se em uso comercial (lojas de varejo, farmácias, padarias etc.) e residencial. A verticalização é esparsa, com poucas edificações. O terreno é plano no local onde foram coletados os dados e a vegetação arbórea apresenta-se como de médio porte e esparsa (6 a 8m de altura) (**Figuras 16 e 17**). A maioria dos bairros é ocupada por diferentes segmentos sociais.

Figura 16 - Área do entorno do ponto Vila Xavier



Fonte: Google Earth, 2013. Acesso em: 10/01/2013

Figura 17 - Proximidades do ponto Vila Xavier

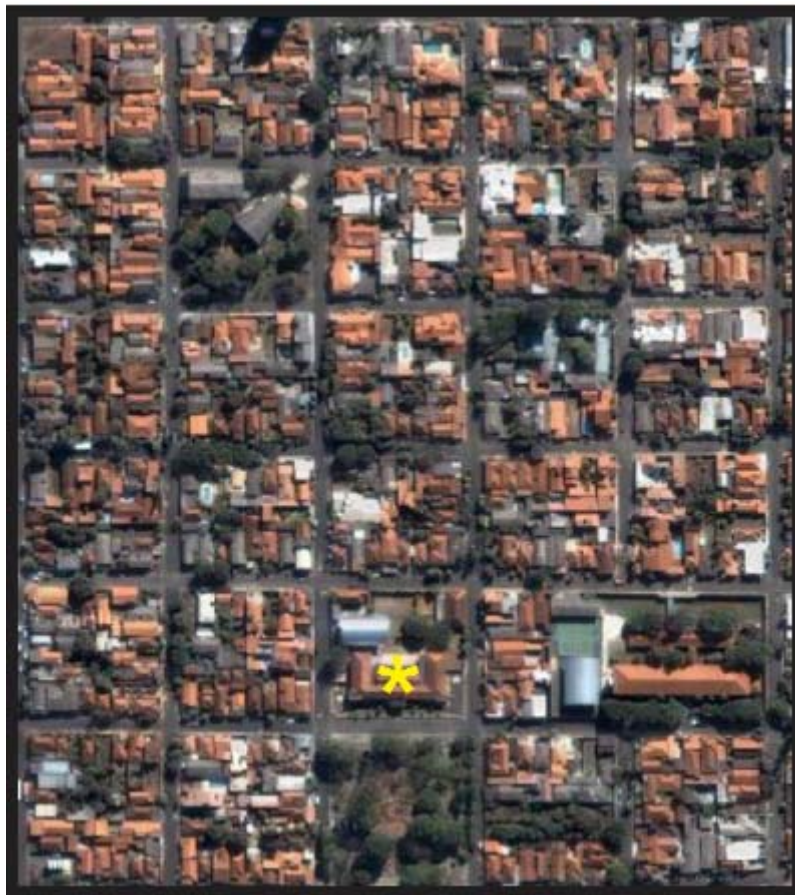


Fonte: Brússolo, 2013

5.2.5 Ponto Colégio Ipê (Ponto 5)

Na **Figura 18** observa-se significativa quantidade de vegetação arbórea de grande porte em decorrência do número de praças e áreas de lazer (Parque Buracão) nas proximidades do ponto de coleta de dados, que está localizado numa vertente de direção sudoeste. O fluxo de pessoas durante o dia é intenso, em virtude de duas grandes escolas nos arredores. Alterna-se em uso comercial e residencial, sendo a verticalização rarefeita e espacializada, conforme demonstra a **Figura 19**.

Figura 18 - Área do entorno do ponto Colégio Ipê



Fonte: Google Earth, 2013. Acesso em: 10/01/2013

Figura 19 - Proximidades do ponto Colégio Ipê



Fonte: Brússolo, 2013

5.2.6 Ponto Fema (Ponto 6)

A ocupação caracterizada por baixa densidade de construções foi diagnosticada, principalmente, nas faculdades do município (Ieda, Fema e Unip) e no Centro Social Urbano. Nessas áreas a vegetação é de grande porte e em abundância e, também, há presença de grandes extensões de gramados em superfícies predominantemente planas. O fluxo de pessoas e veículos fica restrito somente a algumas horas do dia, na entrada e saída de alunos das faculdades. O Centro Social Urbano é um clube de lazer público, mas com baixa demanda de usuários. As **Figuras 20** e **21** apresentam a área do entorno e as proximidades do ponto Fema.

Figura 20 - Área do entorno do ponto Fema



Fonte: Google Earth, 2013. Acesso em: 10/01/2013

Figura 21 - Proximidades do ponto Fema



Fonte: Brússolo, 2013

5.2.7 Ponto São Francisco (Ponto 7)

Setor predominantemente residencial, porém com edificações esparsas, devido ao recente loteamento. Anteriormente essa área era utilizada para depósito de materiais da construção civil e como local de destino de lixo de algumas residências do entorno. Localiza-se na porção noroeste da cidade, sendo este um eixo de expansão urbana que tem recebido a implantação de lojas do varejo e supermercados.

Contemporaneamente, muitos empreendedores do mercado imobiliário estão investindo no local em virtude da presença da UNESP, dessa forma, estão sendo construídos vários prédios de dois a três pavimentos destinados à moradia estudantil.

No ponto de coleta de dados a vegetação arbórea é quase nula, com poucas unidades de médio porte e com terreno plano, de acordo com as **Figuras 22 e 23**.

Figura 22 - Área do entorno do ponto São Francisco



Fonte: Google Earth, 2013. Acesso em: 10/01/2013

Figura 23 - Proximidades do ponto São Francisco



Fonte: Brússolo, 2013

5.2.8 Ponto Unesp (Ponto 8)

Esse ponto é caracterizado por abarcar as áreas verdes e as reservas do município, dentre eles, o bosque da Unesp formado por espécies de árvores como as palmeiras, imbaúbas, ipês-roxo e vegetação rasteira. É um dos patrimônios verdes da cidade e é conservado por uma comissão interna de paisagismo do campus da Unesp de Assis. Em associação com o Parque Buracão (espaço público de preservação da natureza e atividades de lazer) formam uma imensa área de preservação ambiental. No passado, o Parque Buracão era uma imensa voçoroca, entretanto, vários projetos tornaram essa área um ótimo local para entretenimento e lazer.

No local de coleta de dados a superfície do relevo é plana (**Figuras 24 e 25**).

Figura 24 - Área do entorno do ponto Unesp



Fonte: Google Earth, 2013. Acesso em: 10/01/2013

Figura 25 - Proximidades do ponto Unesp



Fonte: Brússolo, 2013

5.2.9 Ponto Rural (Ponto 9)

As **Figuras 26 e 27** demonstram o ponto de coleta de dados localizado em área rural e de baixa densidade de ocupação do solo. Seu entorno é caracterizado como uso agrícola, alternando entre os cultivos de soja, milho, feijão e também na criação de gado de corte e leiteiro. No local de coleta de dados a vegetação arbórea é de médio porte e esparsa e a vertente é voltada para sudeste.

Figura 26 - Área do entorno do ponto Rural



Fonte: Google Earth, 2013. Acesso em: 10/01/2013

Figura 27 - Proximidades do ponto Rural



Fonte: Brússolo, 2013

A análise detalhada de cada ponto de coleta de dados permite refletir sobre a possível atuação da temperatura e umidade relativa do ar em cada área. Os distintos tipos de uso e ocupação do solo, a altitude, a exposição das vertentes, a presença ou não de corpos d'água e vegetação arbórea, a direção dos ventos, entre outros fatores, são essenciais para diagnosticar um clima urbano específico.

A caracterização da fração da realidade, ou o objeto de estudo (Assis), subsidia o entendimento de como o núcleo urbano desenvolveu-se, do ponto de vista econômico, social, cultural e ambiental. A taxonomia climática traz a sucessão habitual dos tipos de tempo, princípio básico para compreender o funcionamento do possível clima urbano assisense. A caracterização minuciosa dos pontos de coleta de dados auxilia no entendimento da temperatura e da umidade relativa do ar desses ambientes com padrões urbanísticos diferenciados.

A próxima etapa desta pesquisa está pautada em analisar os dados coletados e diagnosticar as diferenças dos elementos climáticos (temperatura e umidade relativa do ar) que permitirá observar e caracterizar a existência e a

dinâmica das ilhas de calor na área urbana de Assis. E, a partir desse estudo, pretende-se propor estratégias ao ordenamento territorial urbano, tendo em vista dar suporte para à concretização de melhorias à qualidade ambiental urbana.

6 CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS E HIGROMÉTRICAS EM ASSIS (SP) NO PERÍODO DE JULHO DE 2013

Neste capítulo será apresentada a análise dos dados de temperatura e umidade relativa do ar nos respectivos pontos de coleta de dados e horários pré-definidos (8h, 10h, 16h e 22h). Para a elaboração das cartas termais e higrométricas foi utilizada a base cartográfica do setor censitário do IBGE, datada do ano 2000.

No período entre o dia 8 e 19 de julho de 2013 foi diagnosticado as maiores intensidades⁶ do fenômeno ilha de calor nos respectivos horários pré-definidos, em virtude da estabilidade do tempo, céu aberto e com poucas nuvens e ventos fracos, condições essas favoráveis para a configuração das ilhas de calor.

Os trabalhos de Viana (2006), que estudou o clima urbano de Teodoro Sampaio (SP), Fialho (2009) que pesquisou as ilhas de calor em Viçosa (MG), Lima (2011) que diagnosticou o clima urbano de Nova Andradina (MS), Ugeda Júnior (2011) que relacionou o clima com o planejamento urbano da cidade de Jales (SP), Ortiz (2011) que estudou o campo termo-higrométrico em Cândido Mota (SP) e Fabiana da Silva (2011) que constatou o fenômeno ilha de calor em São Carlos (SP), serviram de base para o desenvolvimento dessa etapa da pesquisa. O emprego das experiências permitiu a comparação e compreensão do clima urbano de cidades caracterizadas como de pequeno e médio porte, como é o caso de Assis (SP).

6.1 Condições térmicas e higrométricas às 8h

Às 8h foi possível diagnosticar diferenças térmicas e higrométricas entre os pontos de coleta de dados, de acordo com as informações contidas no **Quadro 5**. Essas diferenças foram mensuradas a partir dos diferentes tipos de uso e ocupação do solo urbano e como isso repercutiu na temperatura e umidade relativa do ar, o que permitiu analisar as diferenças entre o ponto mais quente e o ponto mais frio

⁶ De acordo com Oke (1978) a principal característica da ilha de calor é sua intensidade, compreendida como a diferença entre o máximo da temperatura urbana e o mínimo da temperatura rural.

(Gradiente térmico) e, também, entre o ponto mais úmido e o ponto mais seco (Gradiente higrométrico), contribuindo para o diagnóstico do fenômeno ilha de calor. Com a análise do quadro 5 verificou-se que ocorreram episódios de ilhas de calor de média, forte e muito forte magnitude, segundo García (1996)⁷.

Quadro 5 - Gradientes térmicos e higrométricos às 8h associadas à precipitação, velocidade do vento e sistemas atmosféricos atuantes em julho de 2013

Data	Gradiente Térmico (°C)	Gradiente Higrométrico (%)	Precipitação (mm)	Velocidade do Vento (m/s)	Sistema Atmosférico
01/jul	4,5	16	10,4	2,4	Frente Fria
02/jul	3,7	12	6,1	3	Frente Fria
03/jul	3,6	14		1,5	Frente Fria
04/jul	5,8	12		1,8	SPA
05/jul	5,3	12		1,6	SPA
06/jul	5,2	19		0,9	SPV
07/jul	5,3	23		0,7	SPV
08/jul	5,7	22		Calmaria	SPA
09/jul	7,2	11		3,2	SPA
10/jul	5,7	13		3	SPV
11/jul	5,8	14		2,5	SPV
12/jul	6,1	16		1,4	SPV
13/jul	7	11		0,8	STA
14/jul	5,6	19		0,8	STA
15/jul	6	19		Calmaria	STA
16/jul	5,7	20		2,2	SPA
17/jul	5,9	22		1,3	SPA
18/jul	5,9	18		0,6	SPA
19/jul	3,7	23		3	STA
20/jul	4	17	11,4	0,8	Frente Fria
21/jul	2,8	12	5,1	0,8	Frente Fria
22/jul	4,3	20		1,6	Frente Fria
23/jul	5,7	21		3,2	SPA
24/jul	6	17		0,8	SPA
25/jul	6	18		1,6	SPA
26/jul	4,8	14		Calmaria	SPA
27/jul	6,1	19		0,8	SPV
28/jul	3,9	17		1,9	SPV
29/jul	4,3	15		1,4	SPV
30/jul	5,4	19		1,5	SPV
31/jul	4,5	20		1,6	SPV

Fonte: Brússolo, 2014.

No **Quadro 6** pode-se observar um único padrão de distribuição da temperatura em que os pontos caracterizados pela densidade de construções e pouca vegetação arbórea (Av Rui Barbosa, Casa das Bombas, Residencial Colinas e Vila Xavier) apresentaram-se mais quentes que os demais pontos. Com destaque para o ponto Av. Rui Barbosa (Área densamente construída, com dois a mais pavimentos, com pouca vegetação arbórea) que ficou mais quente durante 29 dias do período analisado. Com as informações do **Quadro 7** nota-se o comportamento

⁷ O autor classifica as diferenças térmicas em ilhas de calor de fraca magnitude quando as diferenças entre os pontos mais quentes e mais frios variam de 0°C a 2°C, média magnitude quando variam de 2°C a 4°C, forte magnitude quando variam de 4°C a 6°C e de muito forte quando superiores a 6°C.

da umidade relativa do ar, onde os pontos com características de construções esparsas (Fema e São Francisco), Rural e áreas verdes e reservas (Unesp) foram os mais úmidos.

Quadro 6 - Temperatura nos pontos de coleta de dados às 8h

TEMPERATURA (°C) - 8h									
Data	Rui Barbosa	Casa das Bombas	Residencial Colinas	Vila Xavier	Colégio Ipê	Fema	São Francisco	Unesp	Rural
01/jul	21,6	19,6	18,1	18,4	22,1	17,6	18,4	18,4	19,1
02/jul	17,6	15,5	14,1	14,4	14,2	13,9	14,2	14,8	14,7
03/jul	17,2	14,6	13,3	14	14,5	13,6	13,8	14,3	13,6
04/jul	20,9	16,6	15,3	15,9	15,1	15,2	15,6	15,9	15,9
05/jul	20,6	17,6	15,3	16,8	16,2	15,9	16,6	16,5	15,6
06/jul	22	19,2	18	18,8	18,7	17,4	17,5	16,8	17,5
07/jul	22,1	20,4	18,8	20,1	21,3	16,8	17,4	17,2	18,6
08/jul	23	20	18,4	19,5	19	17,3	18,3	18,2	17,8
09/jul	21,5	16,4	14,3	15,2	15,5	14,6	14,9	15,2	15,5
10/jul	20,5	16,3	14,8	15,5	16,2	15	15,2	15,6	15,6
11/jul	20,4	16,1	14,6	15,6	15	15	15	15,2	16,2
12/jul	20	15,7	14	14,7	15,2	14	14,8	15	13,9
13/jul	21,8	17,5	15,4	17	16,9	15,5	16,6	16,4	14,8
14/jul	21,8	19	17,1	18,6	17,9	16,2	17,7	16,8	16,4
15/jul	23,1	20,1	18	19,5	21,3	17,1	18,2	18,1	17,4
16/jul	20,3	18,2	14,6	16,5	16,4	16	16,1	16,4	15,9
17/jul	19,3	16,8	15,1	16,2	15,7	14,1	14,4	15	13,4
18/jul	21,3	19,4	17,8	19,4	18,8	16	16,8	16,4	15,4
19/jul	20,8	21,8	21,1	22,5	21,3	19,7	20,8	18,8	21
20/jul	21,8	19,1	18,6	18,8	18	17,8	18,3	18,3	18,4
21/jul	22	21	20,4	21	20,3	19,2	20,5	20,4	21,1
22/jul	18	18,1	16,2	16	16,1	13,8	14,3	15	15
23/jul	13,5	12,4	9,6	10	9,8	7,8	8,4	9,3	8,6
24/jul	9,8	7	4,9	6	6,5	4,5	3,8	4,4	4,4
25/jul	13	8,8	7,2	8,9	8,4	7	7,2	7,8	7,1
26/jul	13,9	10,5	9,2	10	9,1	9,9	10	10,4	9,5
27/jul	17	12,3	11,1	12	12,8	10,9	11	11,5	11,2
28/jul	14,5	13	11	12,9	11	10,9	11,5	12,1	10,6
29/jul	17,6	14,8	13,3	14,5	14	13,6	13,7	14,1	13,3
30/jul	16,9	14,4	12,1	13,8	14,2	12,6	13	13,2	11,5
31/jul	17,9	16,4	14,8	16	15,5	14,8	16	14,9	13,4

Fonte: Brússolo, 2014.

Quadro 7 - Umidade relativa do ar nos pontos de coleta de dados às 8h

UMIDADE RELATIVA (%) - 8h									
Data	Rui Barbosa	Casa das Bombas	Residencial Colinas	Vila Xavier	Colégio Ipê	Fema	São Francisco	Unesp	Rural
01/jul	77	82	84	81	85	91	89	93	81
02/jul	78	80	81	84	85	87	87	90	80
03/jul	77	79	81	80	83	89	89	91	82
04/jul	79	80	84	82	89	90	88	91	82
05/jul	77	79	84	83	88	86	84	89	80
06/jul	69	71	74	72	77	77	78	88	75
07/jul	66	70	74	70	74	82	82	89	74
08/jul	63	71	75	74	76	82	79	85	77
09/jul	73	74	80	79	82	83	83	84	76
10/jul	74	79	83	82	85	86	86	87	80
11/jul	75	81	85	85	86	87	87	89	79
12/jul	71	77	83	81	86	86	84	87	81
13/jul	73	73	75	73	77	83	78	84	80
14/jul	65	69	75	71	75	81	74	84	76
15/jul	57	60	65	66	69	73	70	76	71
16/jul	64	72	81	79	81	82	81	84	75
17/jul	60	65	69	70	73	79	81	82	77
18/jul	59	56	64	63	65	69	66	77	69
19/jul	54	54	56	49	54	61	58	77	56
20/jul	77	83	85	88	88	90	90	94	84
21/jul	79	80	82	85	88	89	86	91	79
22/jul	70	74	79	81	80	90	89	90	80
23/jul	60	64	72	71	73	82	80	81	74
24/jul	63	66	73	72	75	79	79	80	75
25/jul	68	77	78	79	82	87	85	86	79
26/jul	70	77	75	79	82	83	82	84	79
27/jul	67	76	83	83	80	84	84	86	79
28/jul	70	77	83	81	79	85	86	87	80
29/jul	65	71	73	76	77	77	76	80	76
30/jul	47	54	59	57	62	60	57	61	66
31/jul	57	63	69	66	73	70	64	77	72

Fonte: Brússolo, 2014.

Tendo como referência os sistemas atmosféricos atuantes e o tipo de uso e ocupação do solo urbano assisense, observou-se que nos dias 1, 2 e 3 atuou uma frente fria e o ponto Colégio Ipê foi o mais quente (22,1°C) e o ponto Fema o mais frio (17,6°C). Nos dias 2 e 3 o ponto Av. Rui Barbosa apresentou maior temperatura (17,6°C e 17,2°C, respectivamente), enquanto que o ponto Fema foi o mais frio (13,9°C) no dia 2 e o ponto Residencial Colinas foi o mais frio no dia 3 (13,3°C). O ponto Unesp foi o mais úmido nesse período (93%, 90% e 91%). A precipitação total foi de 16,5mm, concentradas nos dois primeiros dias e registradas chuvas às 02h do dia 1/7 e às 23h do dia 2/7.

Nos dias 4 e 5 atuou o SPA (Sistema Polar Atlântico) e o ponto Av. Rui Barbosa continuou apresentando temperaturas mais elevadas e menor umidade relativa do ar (20,9°C e 20,6°C – 79% e 77%), em resposta a densidade de construções e o armazenamento de calor oriundo do dia anterior. No dia 4 o ponto Colégio Ipê foi mais frio (15,1°C), possivelmente pela vegetação de grande porte e em abundância que não permitiu a insolação direta da superfície, e no dia 5 foi o

ponto Residencial Colinas (15,3°C), pela proximidade com a área rural do município que fornece temperaturas amenas nesse período do dia. Em ambos os dias o ponto Unesp foi o mais úmido (91% e 89%), devido a vegetação de grande porte e em abundância.

Já nos dias 6 e 7 atuou o SPV (Sistema Polar Velho). O ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente (22°C e 22,1°C). O ponto Unesp foi o mais frio no dia 4 (16,8°C) e no dia 5 foi o ponto Fema (16,8°C). O ponto Unesp foi o mais úmido no dois dias (88% e 89%), em virtude da vegetação de grande porte e em abundância.

O período que se refere do dia 8 a 19 foi constatado as maiores diferenças de temperatura e umidade relativa do ar nos respectivos pontos de coleta. Nos dias 8 e 9 atuou o SPA, de 10 a 12 atuou o SPV, de 13 a 15 atuou o STA, de 16 a 18 atuou o SPA e no dia 19 atuou o STA. Em todo o período não ocorreu nenhum episódio de chuva e as médias de temperatura diária variaram de 15°C a 19°C. Com exceção do dia 19/7, em todos os outros dias desse período o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente (23°C, 21,5°C, 20,5°C, 20,4°C, 20°C, 21,8°C, 21,8°C, 23,1°C, 20,3°C, 19,3°C e 21,3°C) e o mais seco (63%, 73%, 74%, 75%, 71%, 73%, 65%, 57%, 64%, 60% e 59%), fruto da absorção de energia pelos materiais construtivos e da rarefeita vegetação arbórea de grande porte. No dia 8 o ponto Fema foi o mais frio (17,3°C), do dia 9 ao 11 o ponto Residencial Colinas foi o mais frio (14,3°C, 14,8°C e 14,6°C), nos dias 12 e 13 o ponto Rural foi o mais frio (13,9°C e 14,8°C) e nos dias 14 e 15 o ponto Fema foi o mais frio (16,2°C e 17,1°C). No dia 16 o ponto Residencial Colinas foi o mais frio (14,6°C), nos dias 17 e 18 o ponto Rural foi o mais frio (13,4°C e 15,4°C) e no dia 19 o ponto Unesp foi o mais frio (18,8°C).

Os pontos com menores temperaturas podem ser explicados pela presença da vegetação arbórea de grande porte, proximidade com corpos d'água ou a baixa densidade de construções, o que proporciona menor absorção de energia solar. Em se tratando da umidade relativa do ar, o ponto Unesp foi o mais úmido durante todo o período (85%, 84%, 87%, 89%, 87%, 84%, 84%, 76%, 84%, 82%, 77% e 77%), como resultado da presença da vegetação arbórea de grande porte e em abundância.

Nos dias 20, 21 e 22 atuou a frente fria, responsável pelas chuvas do dia 20 (com um total de 11,4mm, registrado às 20h30min) e 21 (5,1mm registrado às 11h30min). No dia 22 não choveu. Nos dias 20 e 21 o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente (21,8°C e 22°C) e seco (77% e 79%). Já o ponto Fema foi o mais frio nos três dias (17,8°C, 19,2°C e 13,8°C). O ponto Unesp foi o mais úmido em todo período (94%, 91% e 90%). O ponto Casa das Bombas foi o mais quente no dia 22 (18,1°C), devido ao uso e ocupação do solo e a direção predominante do vento (SE) que possivelmente trouxe as características da temperatura das áreas do entorno.

Do dia 23 ao 26 atuou o Sistema Polar Atlântico (SPA) proporcionando a queda das temperaturas máximas e mínimas diárias. O ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente em todo o período (13,5°C, 9,8°C, 13°C e 13,9°C) e o mais seco (60%, 63%, 68%, e 70%), resultado da densidade de construções e acúmulo de materiais antropogênicos que absorvem mais energia. Os pontos mais frios foram Fema (7,8°C) no dia 23, São Francisco (3,8°C) no dia 24, Fema (7°C) no dia 25 e Colégio Ipê (9,1°C) no dia 26. O ponto Fema e Unesp alternaram-se entre os pontos mais úmidos: Fema (82%) no dia 23, Unesp (80%) no dia 24, Fema (87%) no dia 25 e Unesp (84%) no dia 26. Nos pontos Fema, Unesp e Colégio Ipê a vegetação arbórea de grande porte e em abundância foi fundamental para a diminuição da temperatura pelo bloqueio da insolação direta na superfície, já no ponto São Francisco, a baixa densidade de construções e a proximidade com o ponto Unesp foram os responsáveis por temperaturas mais reduzidas.

Do dia 27 até o final do mês atuou o Sistema Polar Velho (SPV), verificado pela manutenção das temperaturas mínimas, aumento das temperaturas máximas e a diminuição da pressão atmosférica. Não houve chuva. O ponto Av Rui Barbosa foi o mais quente (17°C, 14,5°C, 17,6°C, 16,9°C e 17,9°C) e o mais seco (67%, 70%, 65%, 47% e 57%). As temperaturas mais frias se alternaram entre o ponto Fema (10,9°C) no dia 27 e nos dias 28, 29, 30 e 31 foi o ponto Rural (10,6°C, 13,3°C, 11,5°C e 13,4°C). No dia 30 o ponto Rural foi o mais úmido (66%), já nos demais dias o ponto Unesp foi o mais úmido (86%, 87%, 80% e 77%).

Os tópicos a seguir demonstram o detalhamento das possíveis causas da atuação da temperatura e umidade relativa do ar nos respectivos pontos de coleta

de dados. Essa caracterização subsidia o entendimento de como as ilhas de calor e de frescor atuaram nesse horário.

→**Av Rui Barbosa:** As temperaturas mais elevadas nesse local podem ser explicadas pelo acúmulo de energia do dia anterior, fruto da capacidade dos materiais construtivos de absorver e reter calor por mais tempo. O uso e a alta densidade de ocupação do solo e a verticalização urbana, impedem a dissipação do calor sensível (ondas longas), devido à queda da velocidade do vento na camada superficial urbana. Foi o ponto mais seco, devido a impermeabilização do solo, escassez de vegetação arbórea de grande porte etc.

→**Casa das Bombas:** A densidade de ocupação dos lotes, o aglomerado de galpões e barracões e o fluxo intenso de caminhões em alguns horários do dia proporcionam o acúmulo de calor pelos materiais antrópicos (edificações, asfalto, concreto etc.), liberados em forma de calor sensível nesse período.

→**Residencial Colinas:** A menor temperatura em relação aos outros 4 pontos com a mesma característica de ocupação do solo (densamente construído) pode ser explicada pela proximidade da área rural que está mais fria nesse horário.

→**Vila Xavier:** O acúmulo de energia do dia anterior pelos materiais antrópicos possivelmente contribuiu para a caracterização da temperatura nesse local. É a área predominante da cidade, conforme a carta de ocupação do solo urbano destacada anteriormente.

→**Colégio Ipê:** Apesar da vegetação de grande porte e em abundância, o tipo de ocupação do solo proporciona o acúmulo de calor do dia anterior que, em associação com a rugosidade urbana, a vegetação de grande porte e os ventos fracos, impede a perda de ondas longas para as camadas superiores da atmosfera, aprisionando o calor nas camadas próximas da superfície. Mesmo assim, a vegetação contribuiu para que nesse ponto de coleta a temperatura fosse menor e com taxas de umidade relativa do ar maiores em relação aos demais pontos com características de ocupação do solo similares.

→**Fema:** As baixas temperaturas ocorreram em virtude da vegetação de grande porte e em abundância e pela baixa densidade de ocupação do solo. A proximidade de um córrego também contribuiu para o aumento da umidade relativa do ar.

→**São Francisco:** A proximidade com o ponto de coleta de dados Unesp (Áreas verdes e reservas) possibilitou as elevadas taxas de umidade relativa do ar em alguns dias, todavia, a temperatura foi um pouco mais elevada em relação ao ponto com a mesma característica de ocupação do solo (construções esparsas - Fema) em virtude da baixa densidade de ocupação urbana e da rarefação de vegetação arbórea, permitindo a incidência dos raios solares com mais intensidade.

→**Unesp:** A vegetação de grande porte e em abundância proporcionou maiores taxas de umidade relativa do ar nessa área.

→**Rural:** Em comparação com os pontos Fema, São Francisco e Unesp, apresentou-se mais seco, devido a ausência de vegetação arbórea de grande porte.

O que se constatou na análise do horário das 8h foi que o ponto Av. Rui Barbosa, devido as suas características de uso e ocupação do solo, ficou mais quente e seco, fruto do armazenamento de calor do dia anterior pelos materiais antropogênicos, o que comprova a capacidade que esses materiais têm de absorver e reter o calor por mais tempo, devolvendo-o para a atmosfera muitas horas depois do término da insolação. As áreas com característica de construções esparsas e rurais, em virtude dos padrões diferenciados de uso e ocupação do solo, foram as áreas mais frias, o que demonstra a maior facilidade de perda de radiação de onda longa (calor sensível) em relação às áreas densamente construídas. E também, pode-se constatar que a vegetação exerceu grande influência no que tange a alta taxa de umidade relativa do ar, conforme demonstra o padrão comportamental desse elemento climático no ponto de coleta de dados Unesp.

6.2 Condições térmicas e higrométricas às 10h

Neste horário o padrão comportamental da temperatura e umidade relativa do ar foi semelhante ao horário das 8h, todavia, os gradientes higrométricos foram aumentados, de acordo com as informações do **Quadro 8**.

Quadro 8 - Gradientes térmicos e higrométricos às 10h associadas à precipitação, velocidade do vento e sistemas atmosféricos atuantes em julho de 2013

Data	Gradiente Térmico (°C)	Gradiente Higrométrico (%)	Precipitação (mm)	Velocidade do Vento (m/s)	Sistema Atmosférico
01/jul	3,1	16	10,4	1,4	Frente Fria
02/jul	4,8	21	6,1	3	Frente Fria
03/jul	5,7	22		3	Frente Fria
04/jul	6,5	37		3	SPA
05/jul	6,6	39		2,9	SPA
06/jul	6,4	36		2,4	SPV
07/jul	5,2	48		2,4	SPV
08/jul	4,7	32		3	SPA
09/jul	5,2	37		3	SPA
10/jul	4,7	44		3	SPV
11/jul	4,9	32		3	SPV
12/jul	6,4	42		3	SPV
13/jul	3,9	40		2,2	STA
14/jul	3,6	28		1,6	STA
15/jul	4,9	33		1,8	STA
16/jul	7	31		2,3	SPA
17/jul	5,5	43		1,6	SPA
18/jul	4,5	35		1,5	SPA
19/jul	5,8	32		1,4	STA
20/jul	4	28		2,4	Frente Fria
21/jul	2,9	30		2,6	Frente Fria
22/jul	4,1	20		2,6	Frente Fria
23/jul	4,7	22		2,4	SPA
24/jul	4,4	13		3	SPA
25/jul	1,9	39		2,8	SPA
26/jul	2,6	34		3	SPA
27/jul	4	32		2,7	SPV
28/jul	3,3	45		3	SPV
29/jul	3,7	38		3	SPV
30/jul	4,3	24		3	SPV
31/jul	5	44		2,8	SPV

Fonte: Brússolo, 2014.

Na análise do quadro 8 pode-se concluir que no horário das 10h as ilhas de calor foram de média a muito forte magnitude, de acordo com García (1996). O ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente durante a maior parte do mês de julho de 2013, ainda como uma resposta do aquecimento do dia anterior. Os pontos mais frios foram: Unesp (14 dias), Residencial Colinas (9 dias), Fema (6 dias), Rural (1 dia) e Colégio Ipê (1 dia), em decorrência da vegetação arbórea de grande porte e em abundância, da proximidade com a área rural ou com corpos d'água, onde as temperaturas estão mais baixas (**Quadro 9**).

Quadro 9 - Temperatura nos pontos de coleta de dados às 10h

TEMPERATURA (°C) - 10h									
Data	Rui Barbosa	Casa das Bombas	Residencial Colinas	Vila Xavier	Colégio Ipê	Fema	São Francisco	Unesp	Rural
01/jul	21,6	19,6	18,9	19,0	18,9	18,0	18,8	18,5	18,7
02/jul	20,0	16,0	15,5	15,3	15,8	15,2	15,6	15,4	15,6
03/jul	21,9	16,4	16,2	18,4	18,9	17,1	17,5	16,6	17,2
04/jul	24,4	18,6	17,9	20,4	20,0	18,8	19,7	18,0	18,9
05/jul	25,2	19,6	18,8	22,6	20,7	20,2	21,4	18,6	20,0
06/jul	26,8	21,2	20,8	24,4	21,3	21,6	22,4	19,4	21,5
07/jul	24,7	22,0	19,9	24,5	21,4	21,5	22,6	19,5	20,4
08/jul	25	21,5	20,6	23,8	22,0	21,8	22,9	20,3	21,2
09/jul	22,3	17,6	17,1	19,9	21,2	17,9	18,4	17,2	18,2
10/jul	21,8	17,6	17,1	19,8	20,1	18,0	18,5	17,4	18,4
11/jul	21,3	17,2	16,4	19,4	19,9	17,5	17,8	16,6	18,0
12/jul	23	17,6	17,5	19,4	19,7	17,6	19,0	16,7	16,6
13/jul	22,2	19,2	19,4	20,4	20,6	19,7	20,8	18,3	18,6
14/jul	22,8	20,7	20,4	20,9	21,0	21,6	23,1	19,2	21,5
15/jul	25,2	21,7	21	22	21,6	21,8	22,6	20,3	20,5
16/jul	23,0	17,6	16,9	16,8	21,0	16,0	16,8	16,5	16,8
17/jul	22,3	18,8	16,8	21,6	20,6	18,6	19,8	17,4	17,5
18/jul	24	21,8	20,8	26,2	21,5	22,4	23,1	19,5	21,3
19/jul	21,8	20,4	18,8	18,9	21,6	16,0	17,4	17,1	17,7
20/jul	24,2	21,1	20,7	24,2	21,5	21,2	21,9	20,2	21,6
21/jul	25,2	22,6	23,0	22,4	22,3	23,6	24,4	22,8	24,6
22/jul	18,7	18,4	16,9	16,6	19	14,6	15,0	15,5	15,8
23/jul	12,7	12,5	10,1	10,8	11,2	8,0	8,7	9,4	9,7
24/jul	11,6	8,1	7,2	11,2	11	7,4	7,3	7,4	7,9
25/jul	11,9	10,3	10,1	10,7	11,7	10,8	10,7	10,0	10,6
26/jul	15,7	13,1	12,9	15,2	14,4	13,6	13,9	12,4	13,9
27/jul	18	14,3	14,5	17,5	15,5	15,1	15,0	14,0	15,3
28/jul	17,8	15,0	14,7	16,9	16,3	15,9	16,4	14,5	15,7
29/jul	20,7	17,0	17,1	20,6	17,3	18,4	18,8	16,9	18,1
30/jul	19,4	16,0	15,1	19,2	17,7	16,8	16,7	15,4	16,3
31/jul	22,5	18,8	17,5	22,3	19,5	20,6	21,8	17,7	18,2

Fonte: Brússolo, 2014.

O aumento do gradiente higrométrico (diferença entre o ponto mais úmido e o ponto menos úmido) pode ser explicado pela “estabilidade” das altas taxas de umidade relativa do ar no ponto Unesp e a diminuição dessas taxas nos demais pontos onde a vegetação de grande porte não é predominante (**Quadro 10**).

Quadro 10 - Umidade relativa do ar nos pontos de coleta de dados às 10h

UMIDADE RELATIVA (%) - 10h									
Data	Rui Barbosa	Casa das Bombas	Residencial Colinas	Vila Xavier	Colégio Ipê	Fema	São Francisco	Unesp	Rural
01/jul	78	82	86	89	74	91	89	94	82
02/jul	66	80	82	85	69	86	83	90	79
03/jul	68	83	84	79	71	83	82	90	80
04/jul	55	81	86	78	75	83	80	92	80
05/jul	53	76	81	67	73	76	72	90	76
06/jul	51	70	72	59	81	69	68	87	69
07/jul	38	68	75	60	70	69	62	86	73
08/jul	51	71	73	64	68	71	68	83	73
09/jul	45	73	75	68	61	75	74	82	72
10/jul	41	77	78	71	66	77	76	85	73
11/jul	53	77	78	69	65	77	76	85	74
12/jul	46	77	85	74	68	80	74	88	81
13/jul	45	73	76	69	64	74	68	85	76
14/jul	56	67	69	56	64	67	62	84	68
15/jul	41	59	67	53	58	61	61	74	66
16/jul	56	78	85	84	65	86	83	87	78
17/jul	38	68	75	61	60	71	67	81	73
18/jul	38	54	61	43	54	54	52	73	63
19/jul	56	69	74	77	66	88	83	90	78
20/jul	65	82	85	75	74	86	82	93	80
21/jul	57	79	82	70	78	80	77	87	71
22/jul	69	73	77	81	62	88	88	89	78
23/jul	57	61	70	68	58	79	78	79	71
24/jul	47	63	68	55	59	68	69	72	65
25/jul	44	75	76	65	59	78	78	83	75
26/jul	45	74	71	64	65	70	70	79	71
27/jul	50	75	74	64	65	75	74	82	70
28/jul	39	75	77	62	66	77	76	84	74
29/jul	27	58	60	49	58	55	55	65	58
30/jul	31	50	54	42	46	50	49	55	53
31/jul	34	62	67	51	58	58	52	78	65

Fonte: Brússolo, 2014.

A seguir estão detalhadas as análises da temperatura e umidade relativa do ar no período de estudo (julho de 2013) às 10h.

A atuação de uma frente fria nos três primeiros dias do mês de julho possibilitou a queda do gradiente térmico (diferença entre o ponto mais quente e o ponto menos quente) e aumento da umidade relativa do ar nos pontos de coleta de dados. O ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente (21,6°C, 20°C e 21,9°C) e o mais seco (78%, 66% e 68%). O ponto Fema foi o mais frio nos dois primeiros dias (18°C e 15,2°C), já o ponto Residencial Colinas foi o mais frio no terceiro dia (16,2°C). O ponto Unesp foi o mais úmido durante todos os dias (94%, 90% e 90%). Apesar da chuva, as áreas com densidade de construções ainda se apresentaram como mais quentes e secas que as demais áreas, como resposta a maior absorção de energia pelos materiais antrópicos.

O Sistema Polar Atlântico atuou nos dias 4 e 5. O ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente (24,2°C e 25,2°C) e seco (55% e 53%), devido ao uso do solo predominantemente comercial e a alta densidade de construções. O ponto

Residencial Colinas foi o mais frio no dia 4 (17,9°C) e o ponto Unesp no dia 5 (18,6°C). A proximidade do ponto Residencial Colinas com a área rural possibilitou as temperaturas mais baixas, já no segundo ponto, a vegetação de grande porte e em abundância foi responsável por temperaturas amenas. Nos dois dias o ponto Unesp foi o mais úmido (92% e 90%), por conta da vegetação arbórea de grande porte e em abundância. O enfraquecimento do SPA originou o Sistema Polar Velho, que atuou nos dias 6 e 7. O ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente (26,8°C e 24,7°C) e seco (51% e 38%). O ponto Unesp foi o mais frio (19,4°C e 19,5°C) e úmido (87% e 86%).

No período compreendido entre os dias 8 a 19 (representativo das maiores intensidades das ilhas de calor), atuou o Sistema Polar Atlântico nos dias 8 e 9, o Sistema Polar Velho nos dias 10,11 e 12, o Sistema Tropical Atlântico nos dias 13,14 e 15, novamente o Sistema Polar Velho nos dias 16, 17 e 18 e no dia 19 o Sistema Tropical Atlântico. O ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente durante quase todo período, com exceção do dia 18/7 em que o ponto Vila Xavier foi o mais quente (26,2°C). Nos demais dias o ponto Av. Rui Barbosa apresentou as seguintes características térmicas (25°C, 22,3°C, 21,8°C, 21,3°C, 23°C, 22,2°C, 22,8°C, 25,2°C, 23°C, 22,3°C e 21,8°C, respectivamente). Também foi o ponto mais seco nos doze dias (51%, 45%, 41%, 53%, 46%, 45%, 56%, 41%, 56%, 38%, 38% e 56%). O ponto Unesp foi o mais frio durante cinco dias: 8/7 – 20,3°C, 13/7 – 18,3°C, 14/7 – 19,2°C, 15/7 – 20,3°C e 18/7 – 19,5°C. O ponto Residencial Colinas foi o mais frio nos dias 9, 10, 11 e 17 (17,1°C, 17,1°C, 16,4°C e 16,8°C, respectivamente) e o ponto Fema foi o mais frio nos dias 16 (16°C) e 19 (16°C). Em todo o período o ponto Unesp foi o mais úmido (83%, 82%, 85%, 85%, 88%, 85%, 84%, 74%, 87%, 81%, 73% e 90%), em resposta a vegetação de grande porte e em abundância.

Entre os dias 20, 21 e 22 atuou a frente fria. O ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente (24,2°C, 25,2°C e 18,7°C) e o mais seco (65%, 57% e 69%). No dia 20 o ponto Unesp foi o mais frio (20,2°C), o ponto Colégio Ipê foi o mais frio no dia 21 (22,6°C) e o ponto Fema o mais frio no dia 22 (14,6°C). Em todo o período o ponto Unesp foi o mais úmido (93%, 87% e 89%).

De 23 a 26 atuou o SPA. O ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente (12,7°C, 11,6°C, 11,9°C e 15,7°C) e o mais seco (57%, 47%, 44% e 45%). No dia 23 o ponto

Fema foi o mais frio (8°C). O ponto Residencial Colinas foi o mais frio no dia 24 (7,2°C) e o ponto Unesp foi o mais frio nos dias 25 e 26 (10°C e 12,4°C). O ponto Unesp foi o mais úmido durante todo o período (79%, 72%, 83% e 79%).

O Sistema Polar Velho atuou nos dias 27, 28, 29, 30 e 31. O ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente (18°C, 17,8°C, 20,7°C, 19,4°C e 22,5°C) e seco (50%, 39%, 27%, 31% e 34%). O ponto Unesp foi o mais frio nos dias 27, 28 e 29 (14°C, 14,5°C e 16,9°C) e o ponto Residencial Colinas foi o mais frio nos dias 30 e 31 (15,1°C e 17,5°C). O ponto Unesp foi o mais úmido em todos esses dias (82%, 84%, 65%, 55% e 78%).

Os tópicos apresentados a seguir demonstram o detalhamento das possíveis causas do comportamento da temperatura e umidade relativa do ar nos respectivos pontos de coleta de dados às 10h. Essa caracterização subsidia o entendimento de como as ilhas de calor e de frescor atuaram nesse horário.

→**Av Rui Barbosa:** Nesse horário esse ponto de coleta ainda foi o mais quente e seco, em virtude do acúmulo de calor do dia anterior pelos materiais construtivos e pela rarefação de vegetação arbórea de grande porte. A diminuição dos gradientes térmicos ocorreu porque as áreas de construções esparsas e rurais sofreram influência da insolação direta na superfície desde as primeiras horas do dia, aumentando a temperatura, e nas áreas com densidade de construções, os *canyons* da camada intraurbana dificultam a atuação dos raios solares na superfície, retardando o aquecimento.

→**Casa das Bombas:** Assim como o ponto Av. Rui Barbosa, esse ponto ainda está devolvendo o calor absorvido do dia anterior. O uso e a ocupação do solo são os fatores principais para essa caracterização. A umidade relativa do ar foi mais elevada em relação ao ponto Av. Rui Barbosa, pelo maior número de terrenos baldios e gramados, porém foi mais seco que o ponto Residencial Colinas que está mais próximo da área rural.

→**Residencial Colinas:** As temperaturas mais reduzidas em alguns dias na comparação com as demais áreas com o mesmo padrão de ocupação do solo (áreas densamente construídas) podem ser explicadas pela proximidade com a área rural que, mesmo sofrendo insolação direta desde o amanhecer, ainda está mais fria

que as áreas densamente construídas. No que se refere à umidade relativa do ar o mesmo fator pode ser colocado: a área rural próxima está mais úmida nesse horário e oferece taxas de umidade mais elevada para esse local.

→**Vila Xavier:** Comportou-se como intermediário no que tange a temperatura e umidade relativa do ar em relação às “áreas densamente construídas”, em razão de ser uma área densamente construída e com vegetação de médio porte esparsa.

→**Colégio Ipê:** A proximidade desta área com as áreas ocupadas por barracões e galpões pode ter contribuído para o aumento da temperatura e diminuição da umidade relativa do ar. A direção e velocidade do vento podem ter carregado para essa área as características termo-higrométricas das redondezas. Os trabalhos de Viana (2006) e Úgeda Júnior (2011) também demonstraram o mesmo acontecimento.

→**Fema:** A menor temperatura e a maior taxa de umidade relativa do ar em relação ao ponto São Francisco é explicada pela presença da vegetação de grande porte e em abundância e por um córrego nas proximidades. A vegetação de grande porte e em abundância proporciona a diminuição da temperatura (diminui a incidência direta dos raios solares) e o aumento da umidade relativa do ar (evapotranspiração). O córrego também fornece maiores taxas de umidade relativa do ar e também contribui para a diminuição da temperatura (evaporação).

→**São Francisco:** Em resposta ao maior aquecimento desde as primeiras horas da manhã, a temperatura se elevou em relação ao horário anterior (8h).

→**Unesp:** O ponto mais úmido durante todo o período, consequência da vegetação de grande porte e em abundância (evapotranspiração).

→**Rural:** A temperatura se elevou em razão da incidência direta dos raios solares na superfície desde as primeiras horas da manhã e a umidade relativa do ar apresentou poucas diferenças em relação ao horário anterior (8h).

Em geral, observou-se que os pontos com características de construções esparsas foram se aquecendo no decorrer das horas e as áreas densamente construídas, aos poucos, finalizaram a perda do calor absorvido do dia anterior. As rugosidades urbanas, ou os *canyons* da camada intraurbana, permitem que as áreas

densamente construídas sofram insolação direta no horário compreendido entre as 10 e 14h, período em que o sol está à pino. Já as áreas com características de construções esparsas ou rurais respondem de maneira mais efetiva o aquecimento por meio da absorção dos raios solares desde as primeiras horas da manhã.

6.3 Condições térmicas e higrométricas às 16h

Às 16h observou-se um padrão diferente da temperatura e umidade relativa do ar no qual as áreas com características de construções esparsas, com vegetação esparsa ou nula e rural foram as mais quentes e secas, produzindo o efeito inversamente proporcional: quando aumenta a temperatura, diminui a umidade relativa do ar. Os dados do **Quadro 11** demonstram os gradientes termo-higrométricos entre os pontos, de acordo com os valores de precipitação, velocidade do vento e sistemas atmosféricos atuantes.

Quadro 11 - Gradientes térmicos e higrométricos às 16h associadas à precipitação, velocidade do vento e sistemas atmosféricos atuantes em julho de 2013

Data	Gradiente Térmico (°C)	Gradiente Higrométrico (%)	Precipitação (mm)	Velocidade do Vento (m/s)	Sistema Atmosférico
01/jul	2,1	17	10,4	0,9	Frente Fria
02/jul	1,4	17	6,1	2,2	Frente Fria
03/jul	5,8	35		1,3	Frente Fria
04/jul	6,3	37		1,8	SPA
05/jul	6	36		1,8	SPA
06/jul	7	31		0,9	SPV
07/jul	5,3	25		1,3	SPV
08/jul	5,3	23		1,8	SPA
09/jul	7,3	33		2,2	SPA
10/jul	6,3	31		1,8	SPV
11/jul	6,4	34		1,8	SPV
12/jul	7	30		0,9	SPV
13/jul	6,9	28		0,9	STA
14/jul	8	22		1,3	STA
15/jul	4,8	19		1,8	STA
16/jul	6,8	29		0,9	SPA
17/jul	5,6	23		1,3	SPA
18/jul	6,1	24		1,8	SPA
19/jul	3,1	20		2,2	STA
20/jul	3,6	21	11,4	1,8	Frente Fria
21/jul	3,9	20	5,1	1,8	Frente Fria
22/jul	3,6	24		1,3	Frente Fria
23/jul	4,1	21		1,8	SPA
24/jul	4,7	16		1,3	SPA
25/jul	6,4	16		1,8	SPA
26/jul	6,4	20		3,1	SPA
27/jul	6,2	23		1,3	SPV
28/jul	8	21		1,3	SPV
29/jul	7,3	20		1,8	SPV
30/jul	7,7	27		1,8	SPV
31/jul	7,9	21		1,8	SPV

Fonte: Brússolo, 2014.

O quadro 11 demonstra que durante o horário das 16h ocorreram ilhas de calor de média a muito forte intensidade nas áreas com características de construções esparsas. Os dias 14 e 28 obtiveram os maiores gradientes térmicos (8°C), pelo fato de durante esses dias ter atuado o Sistema Tropical Atlântico (dia 14) e o Sistema Polar Velho (dia 28), que proporcionou a estabilidade atmosférica, fornecendo condições para que as ilhas de calor ocorressem com maior intensidade.

Conforme destacam os **Quadros 12 e 13** verificou-se que o ponto São Francisco foi o mais quente durante 15 dias, seguido pelo ponto Rural (9 dias). O ponto Unesp foi o mais frio por 14 dias e mais úmido por 29 dias. Essa configuração das ilhas de calor nesse horário nos pontos São Francisco e Rural pode ser explicada pelo fato dessas áreas de construções esparsas, pouca vegetação de grande porte ou rurais sofrerem insolação direta na superfície desde as primeiras horas da manhã, diferentemente das áreas densamente construídas que devido às rugosidades urbanas (prédios, casas etc.) não permitem que os raios solares atinjam a superfície diretamente, retardando o aquecimento. A vegetação de grande porte e

em abundância no ponto Unesp foi fundamental para os menores valores de temperatura e maiores taxas de umidade relativa do ar.

Quadro 12 - Temperatura nos pontos de coleta de dados às 16h

TEMPERATURA (°C) - 16h									
Data	Rui Barbosa	Casa das Bombas	Residencial Colinas	Vila Xavier	Colégio Ipê	Fema	São Francisco	Unesp	Rural
01/jul	21,4	20,4	20,1	20,6	20	19,3	21	19,6	20,5
02/jul	18,9	19,2	18,8	19,5	20,3	19,9	19,2	18,3	20,2
03/jul	22,4	22,2	23,6	24,2	21,2	24,6	26,5	21,1	27
04/jul	21,7	23,6	25	25,2	22,1	25,3	27	21,4	27,7
05/jul	22,1	24,4	25,5	25,7	22,6	25,2	27,7	21,8	27,8
06/jul	28,3	26	27,6	27	26,1	26	29,8	22,8	29,7
07/jul	27,4	26,6	29	27,3	22,2	26	29,2	23,9	29,7
08/jul	25,7	25,2	25,4	26,4	23,5	25,5	28,8	23,5	28,4
09/jul	27,9	22,3	23,6	23,7	21,7	23,7	29,9	21,8	26,7
10/jul	25,8	22,5	23,7	24,2	22	23,9	27,7	21,4	26,6
11/jul	20,5	22	22,8	23,4	21,3	23	26,9	20,6	25,6
12/jul	21,6	23,3	25,4	25,3	21,8	23,6	28,6	21	27,3
13/jul	22,1	24,1	25,9	25,9	21,4	25,2	28,3	21,8	27
14/jul	22,7	25,8	29,2	27,4	21,8	26,1	29,8	23,4	29,5
15/jul	23,6	26,5	29	27,1	23,8	25,6	28,4	24	28,3
16/jul	20,7	23,3	24,4	24,1	22,7	22,8	27,5	21	27,2
17/jul	22,5	24,5	26,8	25,9	23	24,5	28	22,4	28,1
18/jul	23,9	26,6	29,1	28,3	24,1	27,5	29,9	24,2	30
19/jul	19,5	20,5	19,9	20,1	21,9	19,1	20,5	18,8	19,8
20/jul	24,3	24,8	25,4	26,2	25,3	25,9	27,2	23,6	27,1
21/jul	23,9	25,4	26,1	26,9	23,4	25,8	27,4	24,6	27,8
22/jul	15,2	17,7	16,4	16,2	17,2	14,1	14,7	15	15
23/jul	10,4	13,7	12,2	12,5	13,6	9,6	11,3	10,6	11,6
24/jul	14,3	13,3	14,2	15,6	15	14	17,5	12,8	15,2
25/jul	15	15,6	16,4	17	15,2	15,4	21,4	14,9	20
26/jul	16,9	17,4	18,4	18,8	16,2	18,8	22,6	17,4	20,7
27/jul	18,8	20,2	22,5	22,5	21,9	21,5	28	19,1	25
28/jul	18,9	21,2	23,3	23,6	20	22,6	26,8	20,2	26,9
29/jul	22,2	22,6	25,2	25,5	21,7	25,1	29	22,3	28,1
30/jul	22,2	22,7	26	25,9	21,3	25,7	29,5	21,8	28,1
31/jul	25,9	25,6	29	28,8	25,1	28,2	32	24,1	30,4

Fonte: Brússolo, 2014.

Quadro 13 - Umidade relativa do ar nos pontos de coleta de dados às 16h

UMIDADE RELATIVA (%) - 16h									
Data	Rui Barbosa	Casa das Bombas	Residencial Colinas	Vila Xavier	Colégio Ipê	Fema	São Franscisco	Unesp	Rural
01/jul	78	84	84	85	77	89	85	94	80
02/jul	71	71	72	71	66	70	75	83	67
03/jul	68	73	67	67	75	62	51	86	58
04/jul	59	60	57	53	64	52	42	79	51
05/jul	58	61	55	53	63	54	42	78	50
06/jul	46	58	53	50	59	52	43	74	47
07/jul	36	51	45	44	69	47	40	61	43
08/jul	46	60	59	56	64	59	50	69	52
09/jul	38	65	61	61	65	60	48	71	53
10/jul	46	65	60	58	66	59	45	76	53
11/jul	56	63	59	56	63	56	41	75	53
12/jul	54	56	51	44	57	53	40	70	43
13/jul	58	55	50	45	62	50	42	70	46
14/jul	45	47	34	32	58	32	26	48	35
15/jul	48	45	40	40	49	44	36	55	41
16/jul	54	55	50	49	53	52	36	65	46
17/jul	44	47	38	38	47	43	33	56	38
18/jul	42	46	40	38	49	41	35	59	39
19/jul	72	78	81	84	72	87	82	92	78
20/jul	68	73	73	67	76	67	63	84	64
21/jul	58	71	69	64	75	69	65	78	60
22/jul	67	70	73	75	61	83	82	85	77
23/jul	58	54	56	53	45	60	61	66	58
24/jul	47	55	53	47	49	51	46	62	51
25/jul	46	52	49	46	51	47	41	57	44
26/jul	44	60	56	55	62	55	46	64	51
27/jul	37	54	45	40	62	41	32	55	39
28/jul	37	48	38	33	61	35	29	49	36
29/jul	31	46	41	38	50	38	31	51	37
30/jul	29	44	36	32	44	33	26	53	35
31/jul	29	41	35	30	41	31	27	50	34

Fonte: Brússolo, 2014.

A seguir será detalhada a análise da temperatura e umidade relativa do ar no período estudado (julho de 2013) no horário das 16h.

Como retratado anteriormente, nos três primeiros dias atuou a frente fria, o que provocou a diminuição do gradiente térmico e higrométrico por causa da precipitação. No dia 1 o ponto Av. Rui Barbosa foi mais quente (21,4°C) e o ponto Fema o mais frio (19,3°C). No dia 2 o ponto Colégio Ipê foi o mais quente (20,3°C) e o ponto Unesp o mais frio (18,3°C). Com o enfraquecimento da frente fria, o ponto São Franscisco foi o mais quente (26,5°C) e o ponto Colégio Ipê foi o mais frio (21,2°C). Nos três dias o ponto Unesp foi o mais úmido (94%, 83% e 86%).

Nos dias 4 e 5 atuou o SPA que provocou a estabilidade atmosférica, céu limpo e ventos fracos para a região, e verificou-se que o ponto São Franscisco foi o mais quente (27°C e 27,7°C) e o mais seco (42% e 42%). O ponto Av. Rui Barbosa foi o mais frio (21,7°C e 22,1°C). O ponto Unesp foi o mais úmido no dois dias (79% e 78%). O gradiente térmico foi de 5,3°C e 5,6°C. A resposta mais adequada para

essa caracterização da temperatura e umidade relativa do ar pode ser dada pela insolação direta na superfície nos locais com características de construções esparsas, com pouca vegetação arbórea ou rurais, o que provoca o aquecimento da superfície desde as primeiras horas manhã. Cruz (1995) ilustra esse acontecimento na camada intraurbana na cidade de Rio Claro (SP), quando o autor retrata os maiores valores de temperatura no nível superior da camada intraurbana (*urban boundary layer* ou a camada do dossel urbano), pois ela recebe a energia solar antes que as áreas situadas no nível inferior dos *canyons* centrais. O mesmo raciocínio pode ser colocado para explicar as diferenças entre as áreas densamente construídas e as áreas de construções esparsas ou rurais (*urban canopy layer* ou camada de cobertura urbana).

Já nos dias 6 e 7 atuou o SPV. O ponto São Francisco foi o mais quente (29,8°C e 29,2°C) e o mais seco no primeiro dia (43%). No dia 6 o ponto Casa das Bombas e Fema foram os mais frios (26°C) e no dia 7 o ponto Colégio Ipê (22,2°C). No dia 7 o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais seco (36%). No que se refere a umidade relativa do ar, no dia 6 o ponto Unesp foi o mais úmido (74%) e no dia 7 o ponto Colégio Ipê (69%).

No período de 8 a 19, quando as ilhas de calor atingiram as maiores intensidades, atuou três diferentes tipos de sistemas atmosféricos (atuou o SPA nos dias 8, 9, 16, 17 e 18; atuou o SPV nos dias 10 e 12 e atuou o STA nos dias 13, 14, 15 e 19), que trouxeram para a região de Assis condições atmosféricas favoráveis ao fenômeno ilha de calor, tais como: ausência de chuva, céu limpo ou com poucas nuvens e ventos fracos. De maneira geral, o ponto São Francisco foi mais quente e seco. O ponto Unesp foi o mais úmido durante grande parte do período. Já os pontos mais frios diversificaram entre Casa das Bombas, Colégio Ipê, Unesp, Av. Rui Barbosa e Fema. Do dia 8 ao 13 o ponto São Francisco foi o mais quente (28,8°C, 29,9°C, 27,7°C, 26,9°C, 28,6°C e 28,3°C) e o ponto Unesp o mais úmido (69%, 71%, 76%, 75%, 70% e 70%). No que se refere aos pontos mais frios, no dia 8 foi o ponto Casa das Bombas (25,2°C), no dia 9 o ponto Colégio Ipê (21,7°C), no dia 10 o ponto Unesp (21,4°C), no dia 11 o ponto Av. Rui Barbosa (20,5°C), no dia 12 o ponto Unesp (21°C) e no dia 13 o ponto Colégio Ipê (21,4°C). Já em relação aos pontos mais secos, nos dias 8 e 9 foi o ponto Av. Rui Barbosa (46% e 38%). Nos demais dias o ponto São Francisco foi o mais seco (45%, 41%,

40% e 42%). Do dia 14 ao 19 o ponto São Francisco foi o mais seco (26%, 36%, 36%, 33%, 35% e 72%). No dia 14 o ponto Colégio Ipê foi mais úmido (58%), e nos demais dias foi o ponto Unesp (55%, 65%, 56%, 54% e 92%). Em se tratando da temperatura, no dia 14 o ponto São Francisco foi o mais quente (29,8°C) e o ponto Colégio Ipê o mais frio (21,8°C), no dia 15 o ponto Residencial Colinas foi o mais quente (29°C) e o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais frio (23,6°C), no dia 16 o ponto São Francisco foi o mais quente (27,5°C) e o ponto Av. Rui Barbosa o mais frio (20,7°C), no dia 17 o ponto Rural foi mais quente (28,1°C) e o ponto Unesp foi o mais frio (22,4°C), no dia 18 o ponto Rural foi o mais quente (30°C) e o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais frio (23,9°C) e no dia 19 o ponto São Francisco e Casa das Bombas foram os mais quentes (20,5°C) e o ponto Fema foi o mais frio (19,1°C).

A frente fria atuou entre os dias 20, 21 e 22. No dia 20 o ponto São Francisco foi o mais quente e seco (27,2°C e 63%) e o ponto Unesp foi o mais frio e úmido (23,6°C e 84%). No dia 21 o ponto Rural foi mais quente (27,8°C) e o ponto Colégio Ipê foi o mais frio (23,4°C), já o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais seco (58%) e o ponto Unesp o mais úmido (78%). No dia 22 o ponto Casa das Bombas foi o mais quente (17,7°C) e o ponto Fema o mais frio (14,1°C), o ponto Colégio Ipê foi o mais seco (61%) e o ponto Unesp foi o mais úmido (85%).

Entre os dias 23 e 26 atuou o SPA. Durante todo o período o ponto Unesp foi o mais úmido (66%, 62%, 57% e 64%). No dia 23 o ponto Casa das Bombas foi o mais quente (13,7° C), o ponto Fema foi o mais frio (9,6°C) e o ponto Colégio Ipê foi o mais seco (45%). Entre os dias 24, 25 e 26, o ponto São Francisco foi o mais quente (17,5°C, 21,4°C e 22,6°C), o ponto Unesp foi o mais frio nos dias 25 e 25 (12,8°C e 14,9°C) e no dia 26 foi o ponto mais frio foi o Colégio Ipê (16,2°C). O ar foi mais seco no ponto São Francisco nos dias 24 e 25 (46% e 41%) e o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais seco no dia 26 (44%).

De 27 a 31 atuou o SPV. No dia 27 o ponto São Francisco foi o mais quente (28°C) e seco (32%), já o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais frio (18,8°C) e o ponto Colégio Ipê foi o mais úmido (62%). No dia 28 o ponto Rural foi o mais quente (26,9°C), o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais frio (18,9°C), o ponto Vila Xavier foi o mais seco (33%) e o ponto Colégio Ipê foi o mais úmido (50%). No dia 29 o ponto São Francisco foi o mais quente (29°C) e o mais seco (31%), o ponto Colégio Ipê

foi o mais frio (21,7°C) e o ponto Unesp o mais úmido (51%). Nos dias 30 e 31 o ponto São Francisco foi o mais quente (29,5°C e 32°C) e seco (26% e 27%). O ponto Colégio Ipê foi o mais frio no dia 30 (21,3°C) e no dia 31 o ponto Unesp foi o mais frio (24,1°C). Nos dois dias o ponto Unesp foi o mais úmido (53% e 50%).

Com base nas informações destacadas acima, pode-se constatar que a configuração da temperatura e umidade relativa do ar nos pontos de coleta de dados durante o mês de julho de 2013 às 16h foi o seguinte:

→**Av Rui Barbosa:** Nesse horário, essa área está passando pelo aquecimento diurno, ou seja, o calor que foi absorvido durante o dia anterior já foi liberado para a atmosfera. Devido à rugosidade urbana, essa área sofre maior insolação no período compreendido entre as 10h e 14h.

→**Casa das Bombas:** Apresentou-se como intermediário, no que se refere à caracterização da temperatura e umidade relativa do ar nas áreas densamente construídas.

→**Residencial Colinas:** Foi mais quente e seco que o ponto Casa das Bombas. A explicação pode ser pela proximidade com o ponto rural, que traz temperaturas mais elevadas para esse local nesse horário, dependendo da direção e velocidade do vento.

→**Vila Xavier:** Dentre os pontos com características de áreas densamente construídas foi o mais quente e seco. A razão desse comportamento pode ser explicada pela área estar inserida na malha urbana e pela escassez de vegetação arbórea.

→**Colégio Ipê:** Caracterizou-se como o ponto mais frio e úmido das áreas densamente construídas. A principal explicação pode ser pela vegetação de grande porte e em abundância. A vegetação dificulta a entrada de raios solares e, pela evapotranspiração, contribui para as altas taxas de umidade relativa do ar.

→**Fema:** Comparado com o Ponto São Francisco, foi mais frio e úmido, graças à vegetação de grande porte e em abundância e pela proximidade de um córrego.

→**São Francisco:** Na comparação com todos os pontos de coleta de dados, foi o mais quente e seco. A incidência dos raios solares desde o início da manhã e a escassez de vegetação arbórea de grande porte proporcionaram essas condições.

→**Unesp:** Foi o ponto mais frio e úmido entre todos os pontos de coleta de dados. A vegetação de grande porte e em abundância impedindo a insolação direta da superfície e aumentando os valores de umidade através da evapotranspiração são as explicações mais concretas para esse resultado.

→**Rural:** Obteve características semelhantes em relação ao ponto São Francisco.

Nesse horário (16h) foi constatado outro padrão de variação da temperatura e umidade relativa do ar, diferentemente dos horários anteriores (8h e 10h), onde as ilhas de calor se concentraram nas áreas de construções esparsas, principalmente no ponto São Francisco. Porém, vale destacar que esse “novo padrão” é resultado da incidência dos raios solares com maior plenitude desde as primeiras horas da manhã sobre as áreas com menor densidade de ocupação urbana e/ou com vegetação arbórea esparsa ou nula. A temperatura mais elevada no ponto São Francisco em relação ao ponto Rural, em alguns, dias pode ser explicada pela inserção dessa área no sítio urbano, sofrendo influências térmicas do entorno, o que provoca o aumento da temperatura.

Os edifícios e as casas nas áreas densamente construídas dificultam a passagem direta dos raios solares para a superfície, o que retarda o aquecimento

6.4 Condições térmicas e higrométricas às 22h

Nesse horário os pontos com características “áreas densamente construídas” voltaram a ser os pontos mais quentes e secos, já os pontos com características “construções esparsas”, Unesp e Rural foram os mais frios e úmidos. As informações do **Quadro 14** ilustram os gradientes termo-higrométricos, de acordo com os sistemas atmosféricos atuantes, a ocorrência ou não de chuvas e a direção e velocidade do vento.

Quadro 14 - Gradientes térmicos e higrométricos às 22h associadas à precipitação, velocidade do vento e sistemas atmosféricos atuantes em julho de 2013

Data	Gradiente Térmico (°C)	Gradiente Higrométrico(%)	Precipitação (mm)	Velocidade do Vento (m/s)	Sistema Atmosférico
01/jul	2,7	18	10,4	2,2	Frente Fria
02/jul	1,7	19	6,1	3,1	Frente Fria
03/jul	1,2	22		4,5	Frente Fria
04/jul	2,2	29		2,7	SPA
05/jul	3,1	29		1,3	SPA
06/jul	2,9	37		1,3	SPV
07/jul	3,6	33		1,3	SPV
08/jul	2,6	34		3,1	SPA
09/jul	2,2	36		3,6	SPA
10/jul	2,3	39		3,1	SPV
11/jul	2,8	23		3,1	SPV
12/jul	2,9	26		2,2	SPV
13/jul	2,6	15		1,8	STA
14/jul	3,9	24		1,3	STA
15/jul	3,8	26		1,8	STA
16/jul	5	20		1,3	SPA
17/jul	4,8	26		1,3	SPA
18/jul	4,1	19		1,8	SPA
19/jul	1,6	22		3,6	STA
20/jul	2,8	25	11,4	1,8	Frente Fria
21/jul	3,8	25	5,1	3,1	Frente Fria
22/jul	3,3	27		3,6	Frente Fria
23/jul	3,6	29		1,3	SPA
24/jul	2,4	32		2,2	SPA
25/jul	2,3	25		2,7	SPA
26/jul	2,1	29		4	SPA
27/jul	3,2	34		2,2	SPV
28/jul	3,7	31		1,8	SPV
29/jul	3,6	26		4	SPV
30/jul	3,6	34		1,3	SPV
31/jul	3	29		1,8	SPV

Fonte: Brússolo, 2014.

O quadro 14 demonstra que as ilhas de calor foram de média a forte intensidade nesse horário, destacando-se o dia 16 que obteve a maior magnitude (5°C). O ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente e seco durante grande parte dos dias, já o ponto Rural foi o mais frio e o ponto Unesp o mais úmido. A melhor resposta para essa nova configuração das ilhas de calor pode ser dada pela capacidade que os materiais construtivos das áreas densamente construídas têm de absorver e reter energia por mais tempo, devolvendo essa energia para a atmosfera em forma de calor sensível horas depois do término da insolação direta. As áreas com características de construções esparsas ou rurais se resfriam mais rapidamente por não possuir as mesmas características físico-químicas que os materiais antropogênicos. A vegetação arbórea de grande porte e em abundância no ponto Unesp contribuiu para temperaturas mais reduzidas e altas taxas de umidade relativa do ar, conforme ilustra os **Quadros 15 e 16**.

Quadro 15 - Temperatura nos pontos de coleta de dados às 22h

TEMPERATURA (°C)									
Data	Rui Barbosa	Casa das Bombas	Residencial Colinas	Vila Xavier	Colégio Ipê	Fema	São Franscisco	Unesp	Rural
01/jul	20,8	19	18,6	18,4	18,9	18,1	18,7	18,5	18,6
02/jul	16,5	16,7	15	15,2	15,7	15	15,4	15,6	15,5
03/jul	20,2	20,1	19,1	19,3	19,1	19,2	20,1	19,2	18,9
04/jul	21	20,9	19,6	20	20,5	19,4	20,5	18,8	19,4
05/jul	21,7	21,6	20,5	20,8	21	18,4	20,4	18,6	18,7
06/jul	22,2	22,5	21,6	21,9	21,9	19,8	21,6	20,1	19,6
07/jul	23	22,6	21,7	21,8	21,6	19,4	21	20,6	19,4
08/jul	20,8	20	18,2	18,8	19	17,6	18,4	18,3	18,6
09/jul	19,5	19,4	17,3	18	18,5	17,4	18,2	18	18,1
10/jul	19,8	19,9	18,6	19,2	19,2	18,2	19,4	18,4	17,6
11/jul	19,2	19	17,6	18,4	18,1	17,2	18,8	17,7	16,4
12/jul	20	20,4	19,1	19,8	20	17,9	19,8	18	17,5
13/jul	21,8	21,8	20,8	21,3	21,3	19,7	21,7	19,6	19,2
14/jul	22,7	22,2	21,2	21,7	21,8	19,7	21,7	19,6	18,8
15/jul	23	22,8	21,3	21,7	22,2	19,1	20,9	19,4	19,2
16/jul	20,6	20	18,3	18,9	19,3	16,4	18,4	17,4	15,6
17/jul	21,5	21,1	19,4	19,9	21	17,3	19,2	18	16,7
18/jul	23,7	23,4	22,9	22,8	22,1	20	21,7	21	19,6
19/jul	19	18,9	17,6	18,2	18	17	18,4	17,9	17,4
20/jul	22,9	22,2	21,8	21,6	21,9	19,5	20,8	20,1	21,2
21/jul	23	22,1	20,9	20,8	21,2	18,4	19,2	19,2	19,9
22/jul	16,6	16	14,4	14,3	15,5	12	12,6	13,3	13,3
23/jul	10,9	10,8	8	9,2	9,5	7,3	7,9	7,7	7,9
24/jul	11,5	11,3	10	10,9	11,3	9,1	10,5	10,3	10
25/jul	12,8	12,7	10,9	11,2	12,9	10,5	11,6	11,2	10,6
26/jul	15,1	14,7	13,4	13,7	13,9	13	13,9	13,6	13,6
27/jul	16,8	16,8	15,6	16	16,7	14,2	16,2	14,7	13,6
28/jul	18,7	18	17,3	17,2	17,4	15,2	17,6	16,2	15
29/jul	19,8	19,5	18,5	18,8	19,3	17,4	19,5	18	16,2
30/jul	20,2	19,9	19,3	19	19,9	17,6	19,9	17,6	16,6
31/jul	22,4	22,2	22,8	21,7	22,2	19,5	21,5	19,4	19,5

Fonte: Brússolo, 2014.

Quadro 16 - Umidade relativa do ar nos pontos de coleta de dados às 22h

UMIDADE RELATIVA (%)									
Data	Rui Barbosa	Casa das Bombas	Residencial Colinas	Vila Xavier	Colégio Ipê	Fema	São Franscisco	Unesp	Rural
01/jul	76	87	87	90	76	92	89	94	83
02/jul	67	77	82	84	72	83	83	86	78
03/jul	67	80	81	84	77	82	80	89	79
04/jul	59	71	73	73	74	74	72	88	72
05/jul	58	68	69	69	76	77	71	87	73
06/jul	48	70	71	70	78	78	74	85	76
07/jul	40	63	64	62	68	73	68	73	70
08/jul	48	71	77	76	65	79	77	82	73
09/jul	45	72	78	78	66	78	76	81	74
10/jul	48	73	77	77	68	78	75	84	74
11/jul	56	69	73	71	65	74	69	79	74
12/jul	54	67	69	68	64	73	68	80	73
13/jul	64	59	61	57	62	62	56	71	69
14/jul	45	53	58	52	57	59	53	69	64
15/jul	49	58	62	59	59	69	63	75	66
16/jul	55	58	62	61	56	70	67	75	70
17/jul	44	55	58	56	54	65	60	70	67
18/jul	44	53	54	51	54	61	58	62	63
19/jul	70	83	86	88	71	91	87	93	83
20/jul	67	78	79	81	76	88	83	92	77
21/jul	60	72	74	75	71	83	81	85	74
22/jul	66	70	74	76	58	85	83	85	77
23/jul	44	54	63	59	60	68	67	73	68
24/jul	50	72	74	73	57	81	75	82	73
25/jul	50	65	69	70	55	73	69	75	69
26/jul	47	68	72	73	63	73	71	76	69
27/jul	39	61	63	62	62	68	65	73	68
28/jul	39	57	58	57	58	64	59	70	67
29/jul	33	50	52	50	53	52	48	57	59
30/jul	30	50	52	50	50	55	49	64	59
31/jul	32	49	50	44	49	53	50	61	54

Fonte: Brússolo, 2014.

A seguir estão destacadas as análises do período de julho de 2013 às 22h.

Durante a atuação da frente fria nos três primeiros dias de julho de 2013, o ponto Av. Rui Barbosa foi mais quente no dia 1 (20,8°C), no dia 2 foi o ponto Casa das Bombas (16,7°C) e no dia 3 o ponto Av. Rui Barbosa volta a ser o mais quente (20,2°C). Nesse período o ponto Unesp foi o mais úmido (94%, 86% e 89%) e o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais seco (76%, 67% e 67%). O ponto Fema foi mais frio nos dias 1 e 2 (18,1°C e 15°C), já no dia 3 o ponto Rural foi o mais frio (18,9°C).

Com a atuação do SPA nos dias 4 e 5, trazendo estabilidade atmosférica para a região, o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente (21°C e 21,7°C) e seco (59% e 58%). O ponto Unesp foi o mais úmido (88% e 87%). No dia 4 o ponto Unesp foi mais frio (18,8°C) e no dia 5 foi o ponto Fema (18,4°C). Com o enfraquecimento desse sistema atmosférico, começa a atuar o SPV nos dias 6 e 7. No dia 6 o ponto Casa das Bombas foi mais quente (22,5°C) e o ponto Rural foi mais frio (19,6°C). No dia 7 o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente (23°C) e o ponto Fema e Rural

foram os mais frios (19,4°C). Nos dois dias o ponto Av. Rui Barbosa foi mais seco (48% e 40%) e o ponto Unesp o mais úmido (85%), e no dia 7 o ponto Unesp apresentou a mesma taxa de umidade relativa do ar que o ponto Fema (73%).

De 8 a 19, período representativo da caracterização das ilhas de calor de maior intensidade, os sistemas atmosféricos atuantes foram: nos dias 8 e 9 atuou o Sistema Polar Atlântico, nos dias 10, 11 e 12 atuou o Sistema Polar Velho, nos dias 13, 14 e 15 atuou o Sistema Tropical Atlântico, nos dias 16, 17 e 18 atuou o Sistema Polar Atlântico e no dia 19 atuou o Sistema Tropical Atlântico. Em todos esses dias foi verificado condições atmosféricas de céu limpo, ventos fracos e ausência de chuva, fornecendo condições para a intensificação do fenômeno ilha de calor.

Em relação aos pontos mais quentes, no dia 8 e 9 o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente (20,8°C e 19,5°C) e no dia 10 foi o ponto Casa das Bombas (19,9°C). No dia 11 o ponto Av. Rui Barbosa volta a ser o mais quente (19,2°C) e no dia 12 o ponto Casa das Bombas (20,4°C). No dia 13 ambos os pontos apresentam a mesma temperatura (21,8°C). Do dia 14 ao 19 o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente (22,7°C, 23°C, 20,6°C, 21,5°C, 23,7°C e 19°C). Em se tratando dos pontos mais frios, no dia 8 o ponto Fema foi o mais frio (17,6°C) e no dia 9 foi o ponto Residencial Colinas (17,3°C). Do dia 10 ao 14 o ponto rural foi o mais frio (17,6°C, 16,4°C, 17,5°C, 19,2°C e 18,8°C). No dia 15 o ponto Fema foi o mais frio (19,1°C). Do dia 16 ao 18 o ponto Rural volta a ser mais frio (15,6°C, 16,7°C e 19,6°C). No dia 19 o ponto Fema foi o mais frio (17°C). No que se refere a umidade relativa do ar, com exceção do dia 13 em que o ponto São Francisco foi o mais seco (56%), nos demais dias o ponto Av. Rui Barbosa foi mais seco (48%, 45%, 48%, 56%, 54%, 45%, 49%, 55%, 44%, 44% e 70%). No dia 18 o ponto Rural foi o mais úmido (63%), e nos demais dias o ponto Unesp foi o mais úmido (82%, 81%, 84%, 79%, 80%, 71%, 69%, 75%, 70% e 93%).

Nos dias 20, 21 e 22 atuou a frente fria. O ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente (22,9°C, 23°C e 16,6°C) e seco (67%, 60% e 66%). O ponto Fema foi o mais frio (19,5°C, 18,4°C e 12°C). O ponto Unesp foi o mais úmido nos dois primeiros dias (92% e 85%), e no dia 22 esse ponto obteve a mesma taxa de umidade relativa do ar que o ponto Fema (85%).

Com a atuação do SPA do dia 23 ao 26 o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente (10,9°C, 11,5°C, 12,9°C e 15,1°C) e seco (44%, 50%, 50% e 47%). O ponto Unesp foi o mais úmido (73%, 82%, 75% e 76%) e o ponto Fema foi o mais frio (7,3°C, 9,1°C, 10,5°C e 13°C).

Sob a atuação do SPV do dia 27 até o final do mês, no primeiro dia o ponto Av. Rui Barbosa e Casa das Bombas foram os mais quentes (16,8°C). Nos demais dias o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente (18,7°C e 19,8°C). O ponto rural foi o mais frio (13,6°C, 15°C e 16,2°C). Durante todo o período o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais seco (39%, 39% e 33%) e o ponto Unesp o mais úmido (73%, 70% e 59%). Nos últimos dois dias do período (30 e 31), o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente no primeiro dia (20,2°C), já no segundo dia foi o ponto Residencial Colinas (22,8°C). O ponto mais frio no primeiro dia foi o Rural (16,6°C) e no segundo dia foi o ponto Unesp (19,4°C). Nos dois dias o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais seco (30% e 32%) e o ponto Unesp o mais úmido (64% e 61%).

A possível resposta para a caracterização da temperatura e umidade relativa do ar nos pontos de coleta de dados nesse horário pode ser representada da seguinte forma:

→**Av Rui Barbosa:** Nesse período esse ponto já está devolvendo para a atmosfera o calor absorvido durante todo o dia. A verticalização urbana impede que os ventos possam espacializar a temperatura, agravando ainda mais as ilhas de calor noturnas. Foi o ponto mais quente e seco pela ausência de vegetação arbórea de grande porte, pela densidade de material construtivo e ausência de corpos d'água nas proximidades.

→**Casa das Bombas:** Muito semelhante ao ponto Av. Rui Barbosa, porém, possuiu temperaturas mais reduzidas. Uma das explicações pode ser pelo fato de o ponto Av. Rui Barbosa ser mais verticalizado e o ponto Casa das Bombas ter mais terrenos baldios e gramados nas proximidades.

→**Residencial Colinas:** Foi mais frio e úmido em relação aos dois primeiros pontos de coleta de dados apresentados acima. Isso pode ser explicado pela proximidade com a área rural que trouxe para essa área temperaturas mais reduzidas e maiores taxas de umidade relativa do ar.

→**Vila Xavier:** Configurou-se como “intermediário” na comparação com todos os pontos de coleta caracterizados como “densamente construídos”.

→**Colégio Ipê:** Era esperado que esse ponto apresenta-se maiores taxas de umidade relativa do ar, todavia, por estar inserido na malha urbana, pode ter sofrido influências de áreas circunvizinhas.

→**Fema:** A proximidade de um córrego, a arborização de grande porte e em abundância e o tipo de ocupação do solo, ofereceram a esse ponto de coleta temperaturas reduzidas e altas taxas de umidade relativa do ar.

→**São Francisco:** Diferentemente do período das 16h, esse ponto de coleta de dados caracterizou-se como “intermediário” em relação aos pontos Fema, Unesp e Rural. A ausência de vegetação contribuiu para taxas de umidade relativa do ar reduzidas, entretanto, em alguns dias a direção do vento pode ter contribuído para que fosse transportado para essa área as características do ponto Unesp (altas taxas de umidade relativa do ar).

→**Unesp:** O ponto mais úmido durante grande parte do período. A vegetação de grande porte e em abundância proporcionou essas condições.

→**Rural:** O ponto mais frio durante a maioria dos dias analisados. A facilidade que essa área tem de perder calor mais rápido para a atmosfera durante os dias de estabilidade é a explicação para esse padrão comportamental da temperatura.

A capacidade que os materiais construtivos têm de absorver e reter a energia solar por mais tempo, a ausência de vegetação de grande porte e em abundância e os ventos fracos, possibilitaram que as áreas densamente construídas apresentassem temperaturas mais elevadas e menores taxas de umidade relativa do ar nesse horário (22h), caracterizando o fenômeno ilha de calor nas áreas densamente construídas. Os materiais construtivos absorvem e retêm mais energia do que os materiais naturais, por isso as áreas menos densamente construídas ou rurais foram as mais frias. Já a vegetação de grande porte em abundância ou a proximidade de corpos d’água nas outras áreas forneceram condições para as maiores taxas de umidade relativa do ar e, no caso da vegetação de grande porte, as temperaturas também foram menores, efeito das copas das árvores que impedem a insolação direta da superfície.

A comparação entre os quatro horários (8h, 10h, 16h e 22h) é de suma importância para analisar e compreender a atuação da temperatura e umidade relativa do ar de acordo com o uso e ocupação do solo e os tipos de tempo. No próximo tópico serão retratadas as diferenças mais significativas dos elementos climáticos (temperatura e umidade relativa do ar), bem como a análise do padrão de variação dos mesmos, a fim de entender de que maneira o fenômeno ilha de calor se configura no município de Assis (SP).

7 AS ILHAS DE CALOR NO MUNICÍPIO DE ASSIS (SP)

As análises e mensurações atmosféricas nos pontos fixos, com levantamentos diurnos e noturnos (8h, 10h, 16h e 22h) dos elementos climáticos permitiram detectar algumas anomalias térmicas e higrométricas em dias representativos de inverno em uma cidade de porte médio.

Os diferentes tipos de uso e ocupação do solo, a presença ou não de vegetação arbórea de grande porte e a proximidade com corpos d'água, associados aos tipos de tempo, foram decisivos na geração e identificação das ilhas de calor de média a muito forte intensidade, assim como as ilhas frescas, úmidas e secas em Assis. Procurou-se diminuir a influência da altitude e exposição das vertentes para que o padrão comportamental das ilhas de calor respondesse somente ao tipo de uso e ocupação do solo e as diferentes condições atmosféricas.

Com base nas interpretações sobre a variação da temperatura e umidade relativa do ar e na caracterização dos sistemas atmosféricos que atuaram nos dias das observações-mensurações foi possível descrever um ritmo para os elementos climáticos (temperatura e umidade relativa do ar). Verificou-se que os maiores gradientes térmicos e higrométricos foram encontrados no período matutino e vespertino. No período matutino a maior intensidade das ilhas de calor foi diagnosticada nas áreas densamente construídas, principalmente no ponto Av. Rui Barbosa que obteve as maiores temperaturas. No período vespertino, as áreas de construções esparsas, com destaque para o ponto São Francisco, foram as mais quentes, resultado da insolação direta na superfície dessas áreas desde as primeiras horas da manhã.

Às 8h as áreas densamente construídas estavam mais quentes e secas em relação às demais áreas, com destaque para o ponto Av. Rui Barbosa que foi o mais quente durante grande parte dos dias de julho. Como retratado anteriormente, a capacidade dos materiais antrópicos de armazenar e reter mais radiação solar é a resposta mais concreta para essa caracterização. Em uma comparação entre os dados das áreas densamente construídas, observou-se que o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente e seco durante grande parte do período analisado, efeito da densidade de material construtivo, verticalização urbana e vegetação arbórea

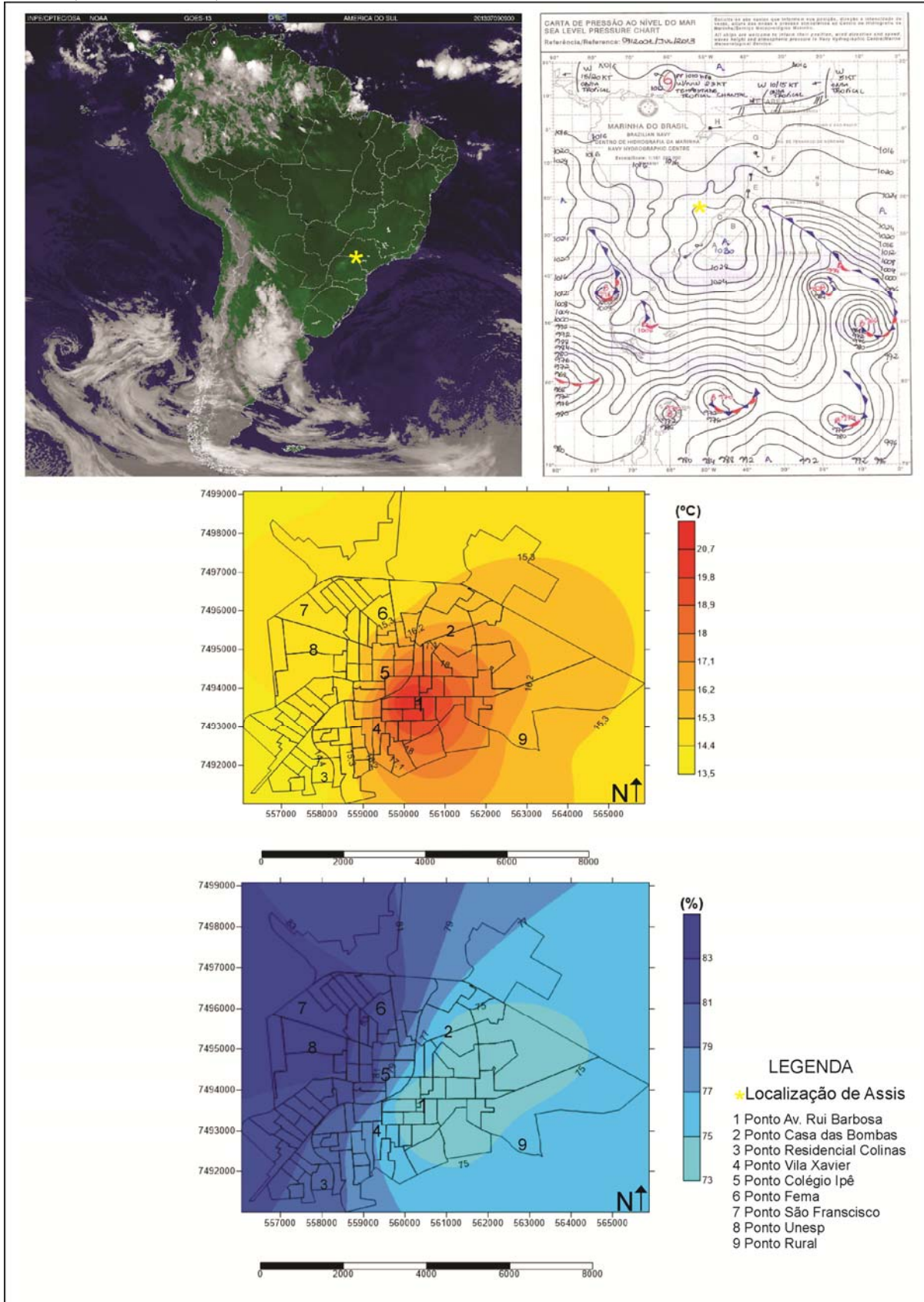
esparsa; o ponto Residencial Colinas foi o mais frio, pela proximidade da área rural que, de acordo com a direção e velocidade do vento, propiciou temperaturas mais reduzidas para essa área; O ponto Colégio Ipê foi o mais úmido em virtude da presença abundante da vegetação de grande porte.

Nas áreas com características de construções esparsas, Unesp e Rural, o ponto Unesp foi o mais quente e o mais úmido. No primeiro caso, isso possivelmente se deve ao efeito que a vegetação de grande porte e em abundância exerce como barreira das correntes de ar. Essa retenção ocorre devido ao grupamento de caráter homogêneo e com densidade das copas, que, em seu conjunto, trabalha como uma barreira das correntes de ar, conforme demonstra Barbosa, Barbirato e Vecchia (2003). Em se tratando das altas taxas de umidade relativa do ar, a evapotranspiração da vegetação de grande porte abundante na área é a melhor explicação para esse resultado.

O ponto Rural foi o mais seco em virtude da baixa densidade de vegetação de grande porte que poderia fornecer maiores taxas de umidade através da evapotranspiração. As taxas de umidade relativa do ar elevadas em alguns dias no ponto São Francisco pode ser explicada pela proximidade com o ponto Unesp, pelo fato de possuir vegetação de grande porte e em abundância, fornecendo altas taxas de umidade relativa do ar para o entorno.

Para a espacialização dos dados de temperatura e umidade relativa do ar foi escolhido o período entre o dia 8 e 19, quando foi observado as maiores intensidades das ilhas de calor. Dessa forma, foi analisado detalhadamente o dia 09/07/2013, quando foi possível diagnosticar a maior intensidade da ilha de calor no horário das 8h (7,2°C) (**Figura 28**).

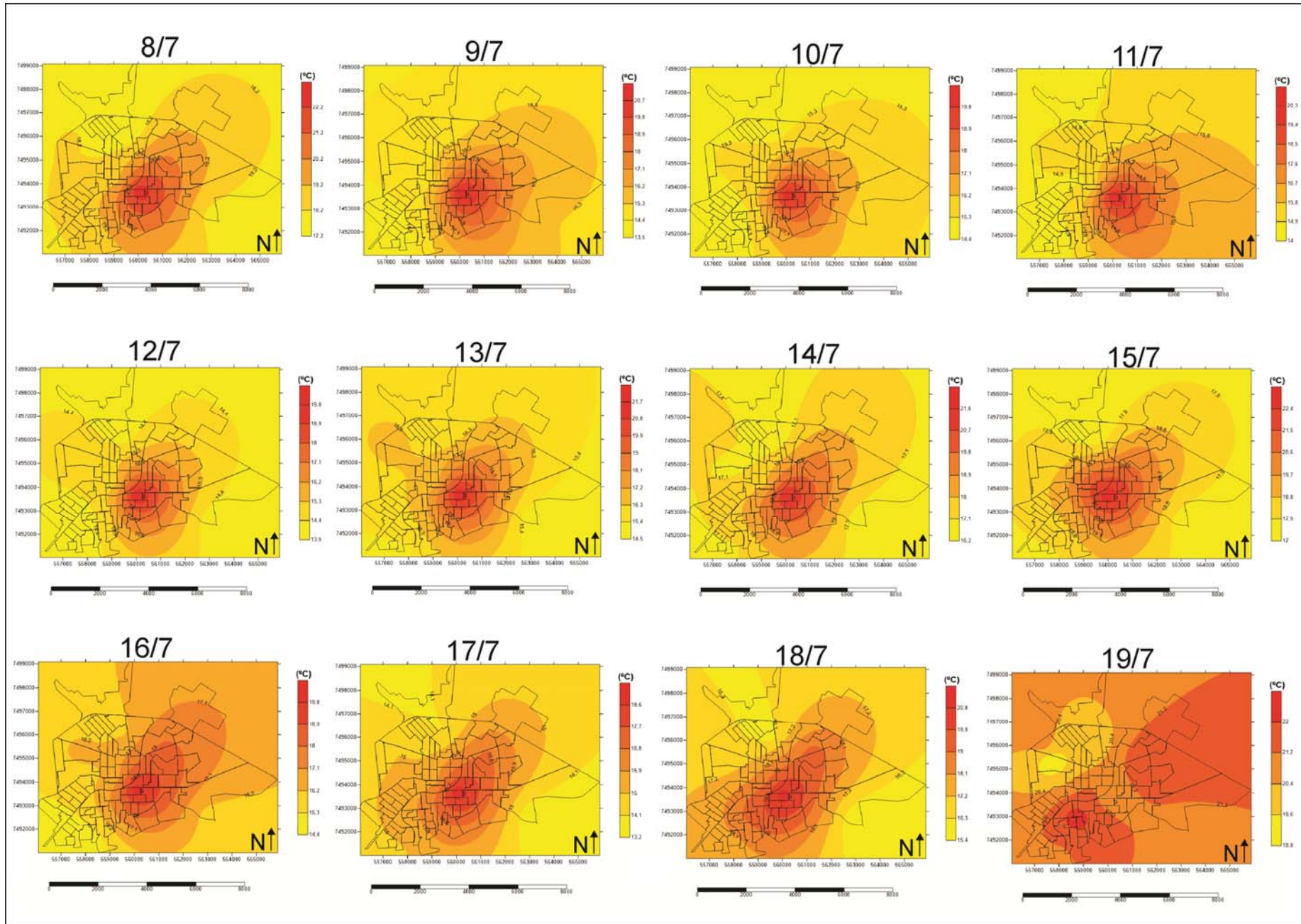
Figura 28 - Imagem do satélite GOES, Carta sinótica da Marinha do Brasil e ilhas de calor, frescor, úmida e seca, às 8h no dia 9/7



Fonte: Brússolo, 2013

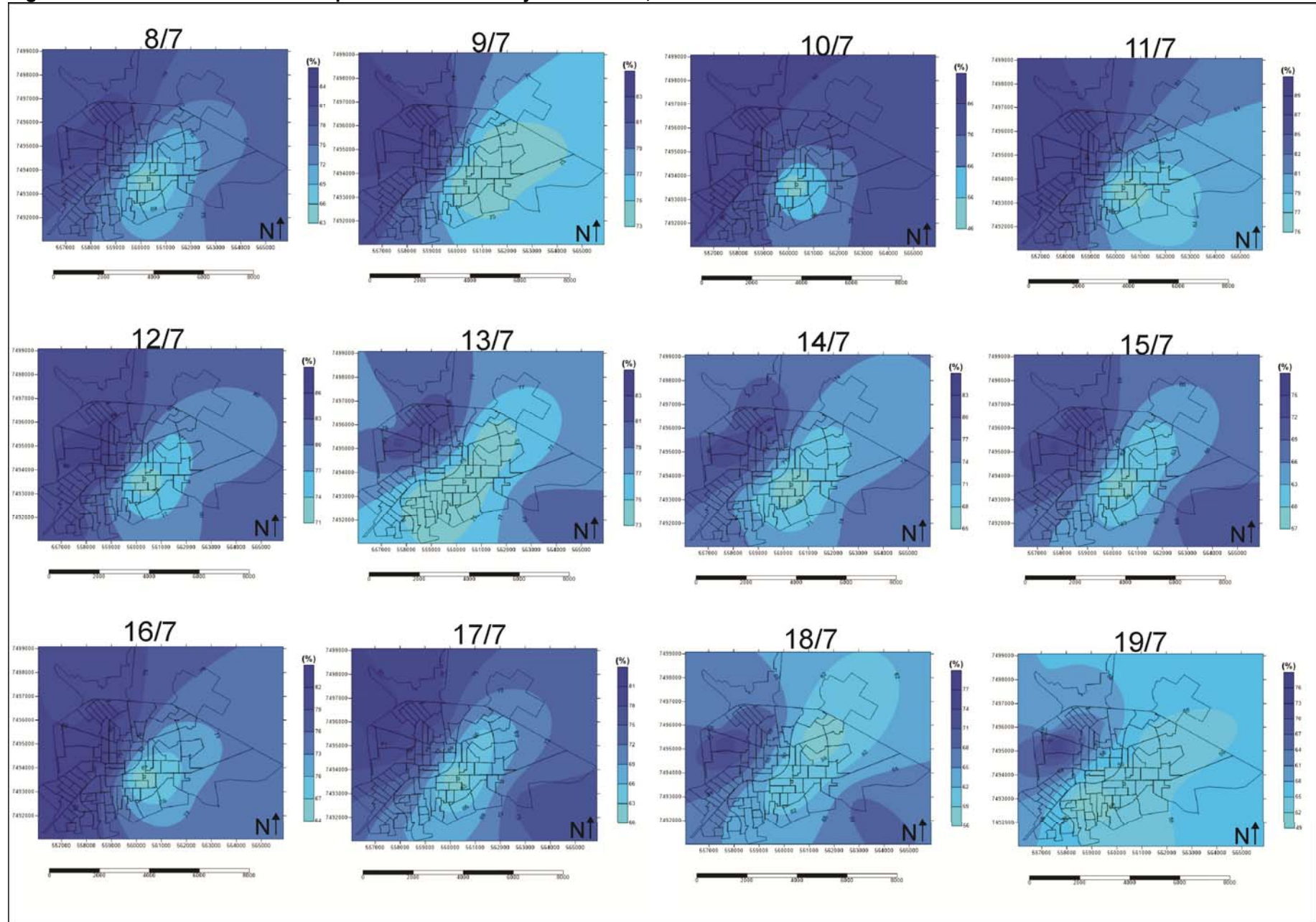
A **Figura 29** demonstra a espacialização da temperatura e a **Figura 30** da umidade relativa do ar entre os dias 8 e 19 de julho de 2013 às 8h, período em que as ilhas de calor atingiram as maiores intensidades. Ressalta-se a importância de analisar todo esse período para demonstrar qual o padrão comportamental das ilhas de calor sob a atuação de sistemas atmosféricos diferentes.

Figura 29 - Ilhas de calor e frescor no período de 8 a 19 de julho de 2013, às 8h



Fonte: Brússolo, 2013

Figura 30 - Ilhas úmidas e secas no período de 8 a 19 de julho de 2013, às 8h



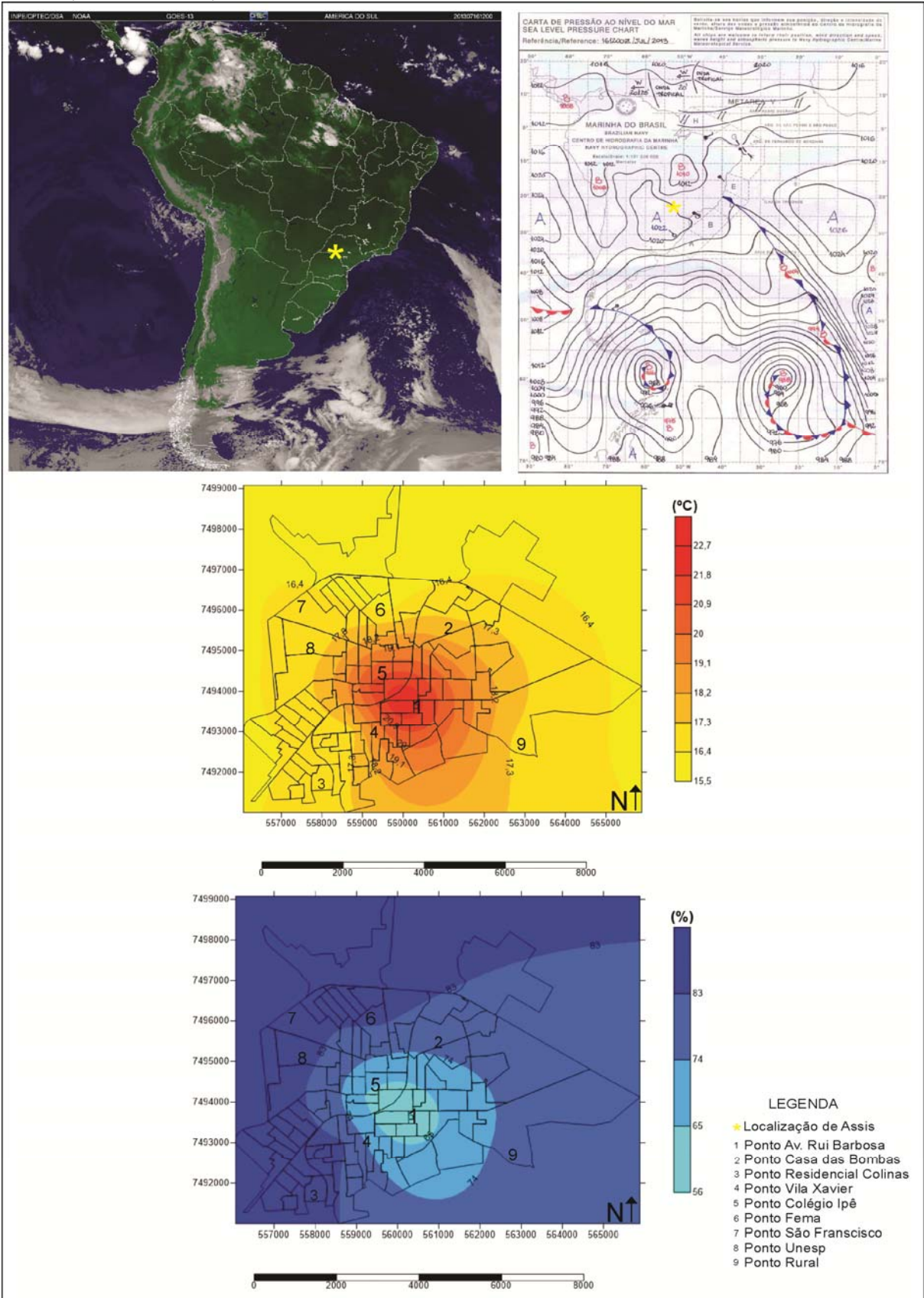
Fonte: Brússolo, 2013

Às 10h as áreas densamente construídas ainda foram mais quentes e secas e as áreas de construções esparsas, Unesp e Rural foram as mais frias e úmidas, com destaque para o dia 16/7, quando a ilha de calor atingiu a maior intensidade 7°C. Em uma comparação somente com os dados das áreas densamente construídas, constatou-se que o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente e seco e o ponto Residencial Colinas o mais frio e úmido. No primeiro, a densidade de ocupação do solo, a verticalização urbana e a escassez de vegetação arbórea de grande porte, contribuindo para o acúmulo de energia em forma de calor sensível e diminuindo os percentuais de umidade, são as melhores explicações para esse comportamento. No segundo, a proximidade com a área rural que está mais fria e úmida nesse horário forneceu para esse ponto temperaturas mais reduzidas em comparação com o ponto Av. Rui Barbosa.

Enquanto que na comparação entre os pontos de construções esparsas, Unesp e Rural, o ponto Unesp foi o mais frio e úmido e o ponto São Francisco foi o mais quente. Os pontos Rural e São Francisco se destacaram pela similaridade nos valores de umidade relativa do ar, sendo os pontos mais secos durante grande parte do período. A presença abundante de vegetação arbórea de grande porte no ponto Unesp, impedindo que os raios solares atinjam a superfície com mais facilidade e a evapotranspiração, são as melhores explicações para essa caracterização. O ponto São Francisco foi o mais quente devido à escassez de vegetação de grande porte, aquecendo a superfície desde as primeiras horas da manhã, e por estar inserido na malha urbana, o que permitiu que as características termais das regiões circunvizinhas influenciassem na sua caracterização.

A **Figura 31** apresenta as variações de temperatura, de umidade relativa do ar e as condições atmosféricas no dia 16/7, às 10h, quando se observou a maior intensidade do fenômeno da ilha de calor (7°C).

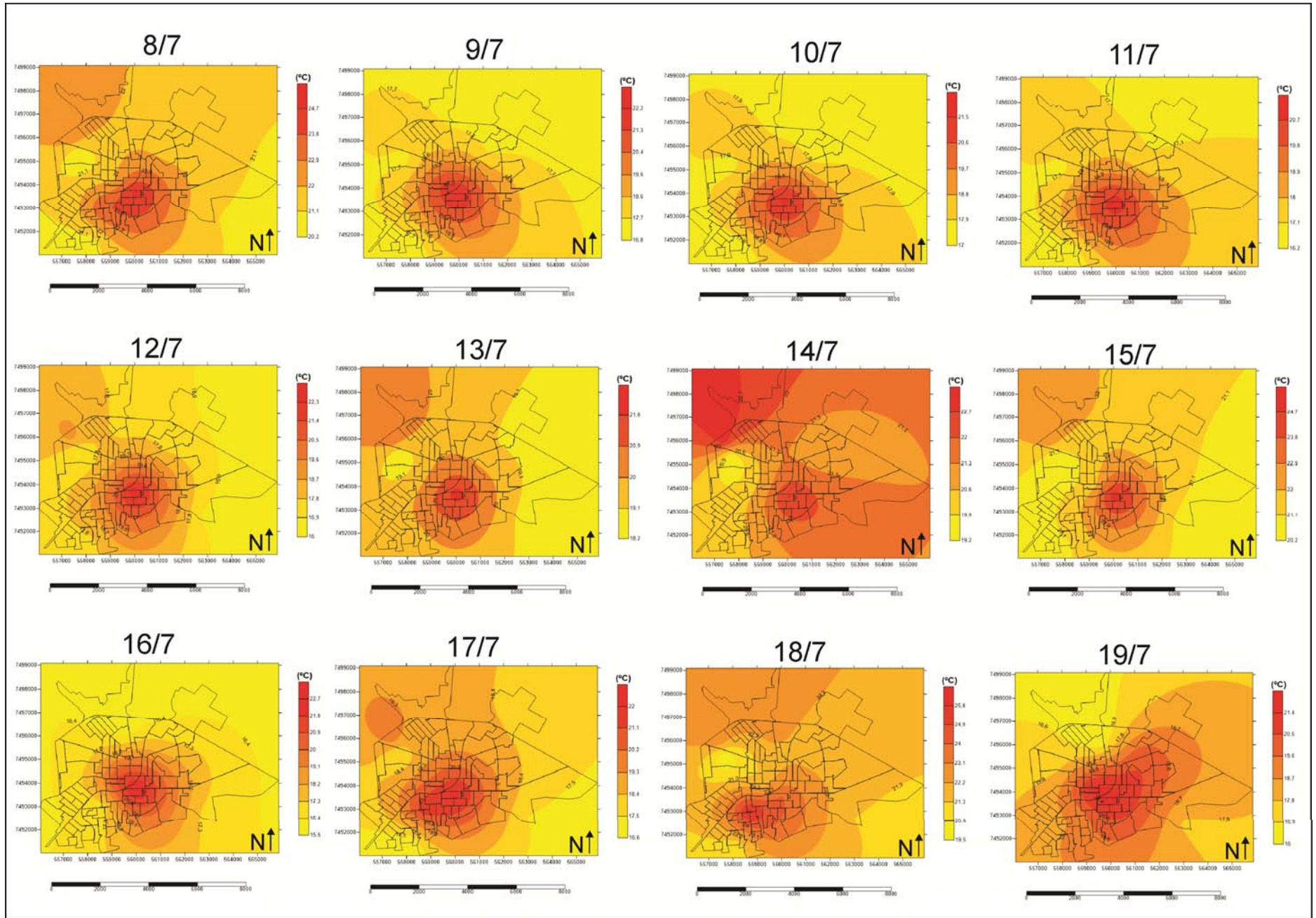
Figura 31 - Imagem do satélite GOES, Carta sinótica da Marinha do Brasil e ilhas de calor, fresco, úmida e seca, às 10h no dia 16/7



Fonte: Brússolo, 2013

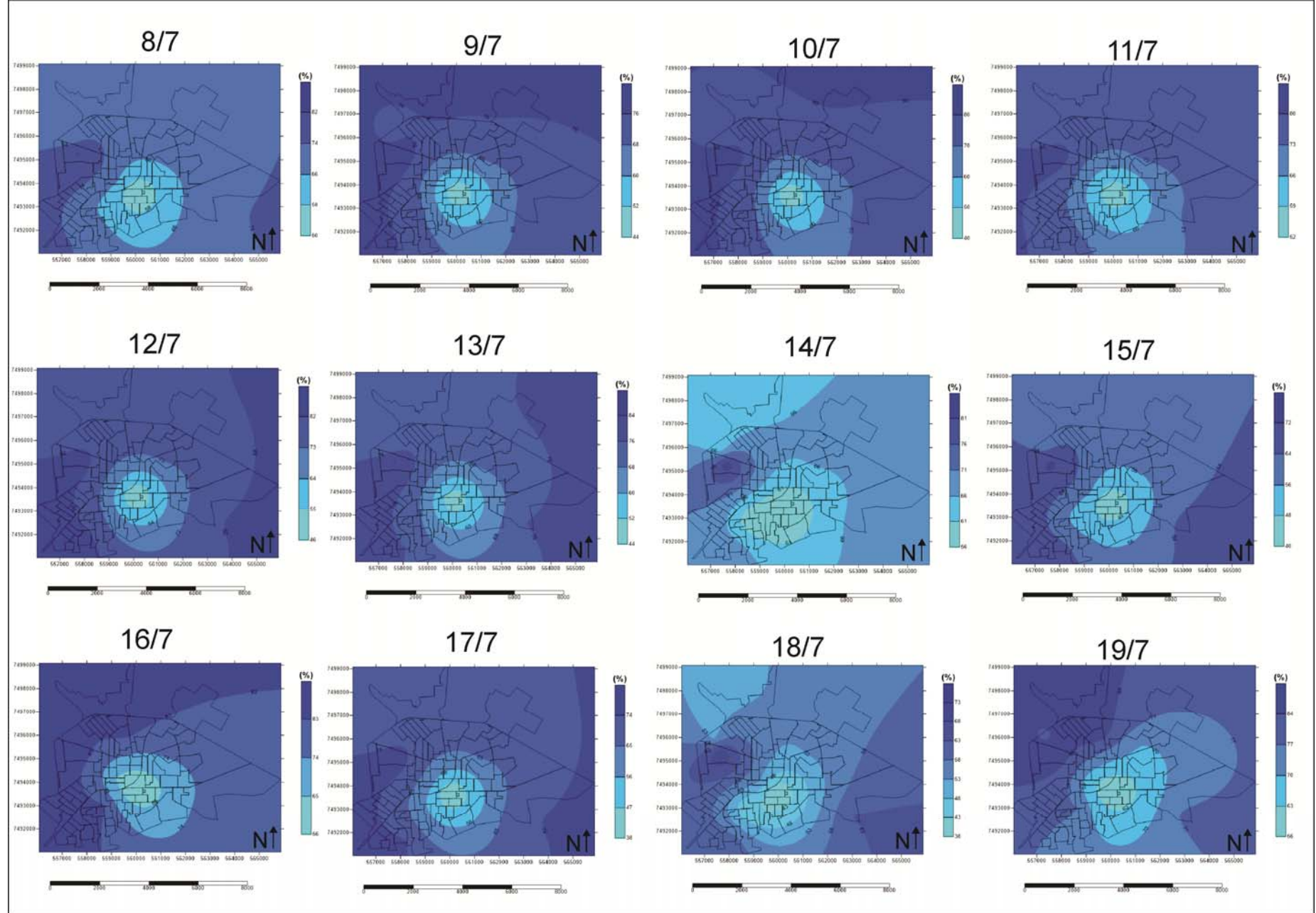
A **Figura 32** ilustra a espacialização da temperatura e a **Figura 33** da umidade relativa do ar no período de 8 a 19 de julho de 2013 às 10h, quando se constatou as maiores intensidades do fenômeno das ilhas de calor.

Figura 32 - Ilhas e calor e frescor no período de 8 a 19 de julho de 2013, às 10h



Fonte: Brússolo, 2013

Figura 33 - Ilhas úmidas e secas no período de 8 a 19 de julho de 2013, às 10h



Fonte: Brússolo, 2013

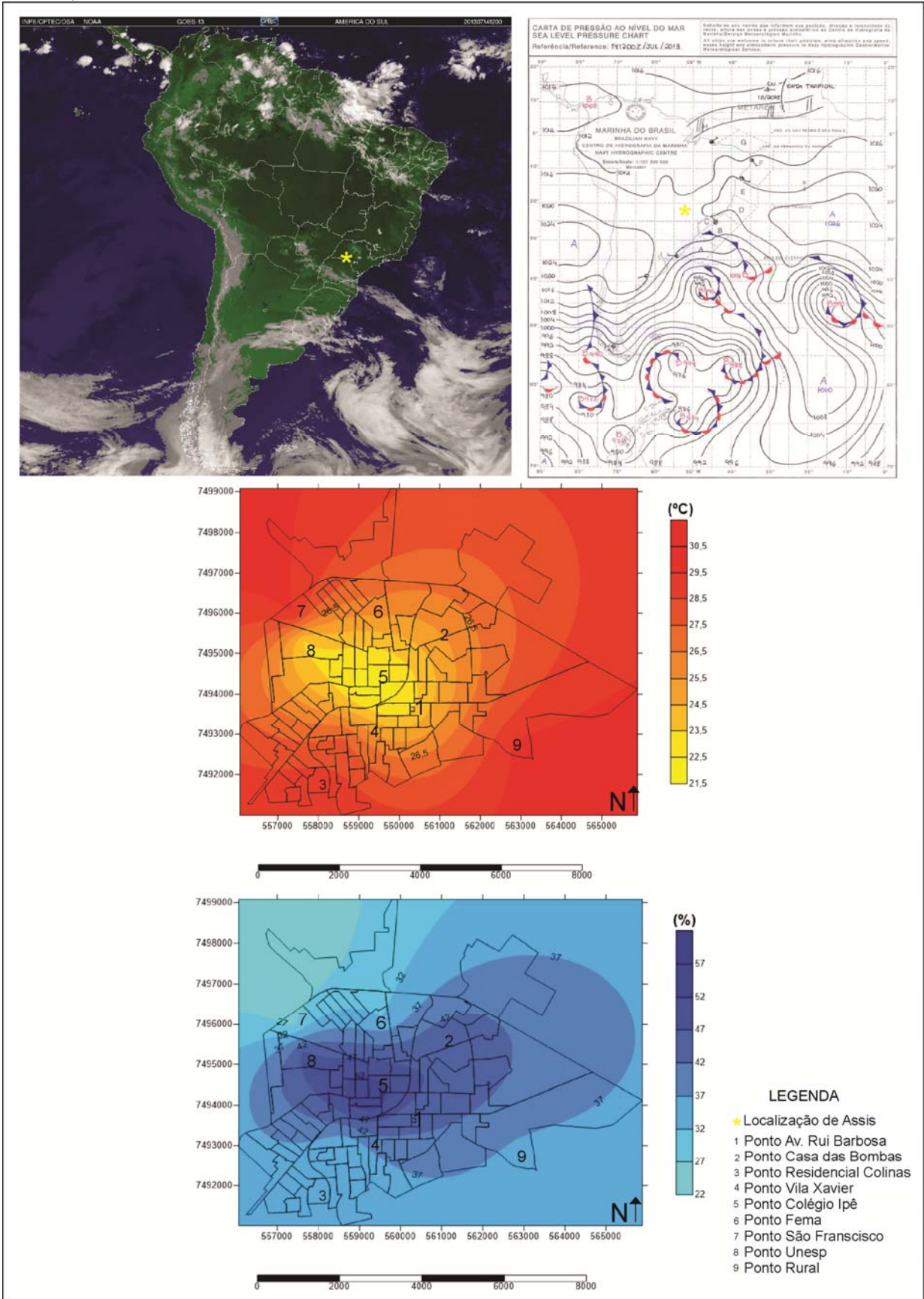
No horário das 16h as áreas com características de construções esparsas foram mais quentes e secas em comparação com as áreas densamente construídas, com destaque para o dia 14/7 quando a ilha de calor atingiu 8°C. Quando foram comparados somente os dados das áreas de construções esparsas, Unesp e Rural, verificou-se que o ponto São Francisco foi o mais quente e seco, possivelmente pela escassez de vegetação arbórea de grande porte, pela baixa densidade de construções, o que permite a incidência dos raios solares na superfície com mais facilidade, e por estar inserido na malha urbana, sofrendo influências termohigrométricas das áreas vizinhas.

O ponto Unesp foi o mais frio e úmido, devido a vegetação de grande porte e em abundância que impede que os raios solares atinjam a superfície com mais facilidade e fornece maiores taxas de umidade pela evapotranspiração.

Na comparação entre os pontos inseridos nas áreas densamente construídas verificou-se que o ponto Colégio Ipê foi o mais frio e úmido em virtude da vegetação abundante e de grande porte que dificulta a incidência direta dos raios solares na superfície e libera maiores valores de umidade através da evapotranspiração. O ponto Vila Xavier foi o mais quente e seco por estar inserido completamente na malha urbana e devido à escassez de vegetação arbórea de grande porte e em abundância.

A **Figura 34** demonstra as variações de temperatura, umidade relativa do ar e as condições atmosféricas no dia 14/7, às 16h, quando foi possível constatar a maior intensidade das ilhas de calor (8°C).

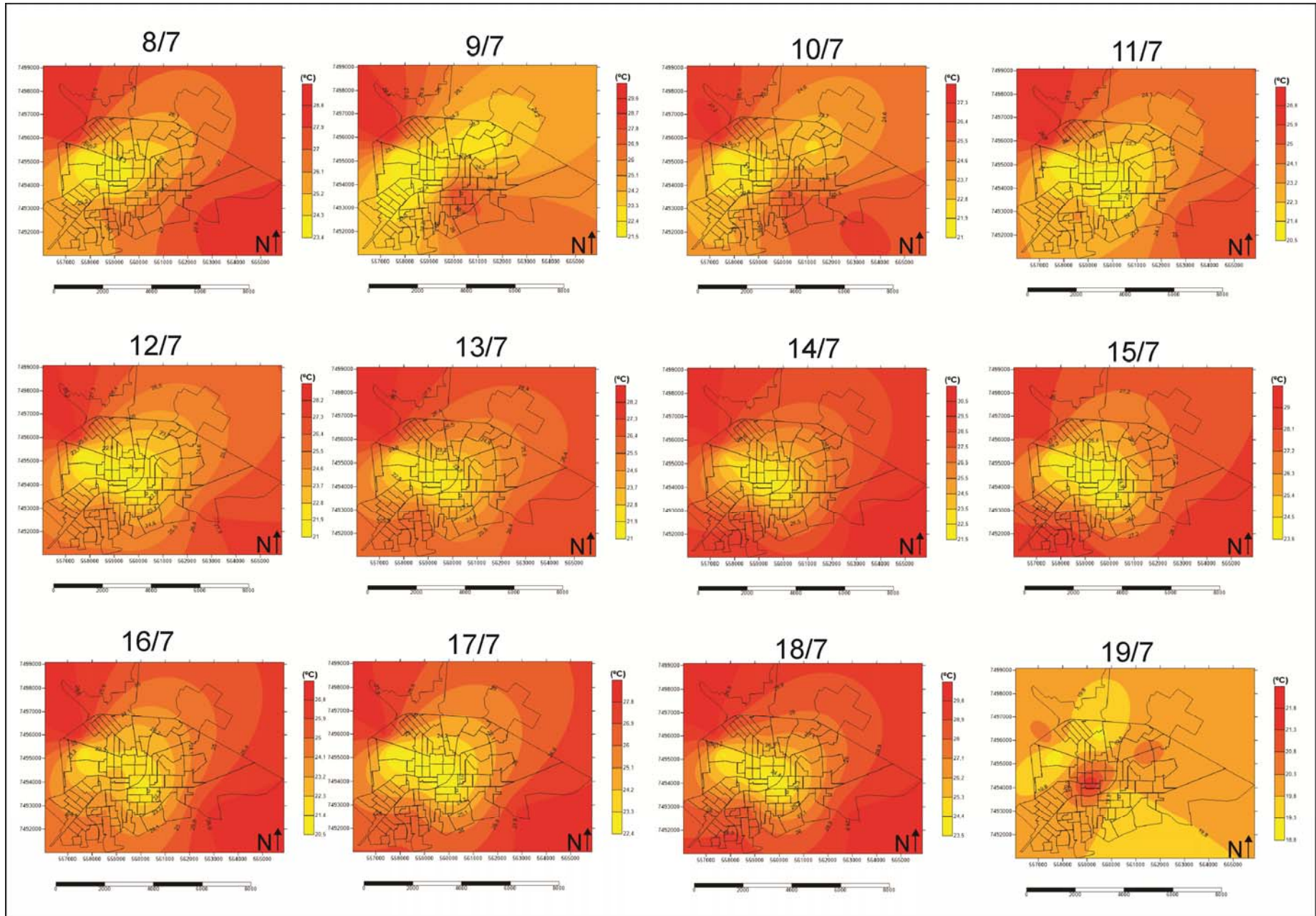
Figura 34 - Imagem do satélite GOES, Carta sinótica da Marinha do Brasil e ilhas de calor, fresco, úmida e seca às 16h no dia 14/7



Fonte: Brússolo, 2013

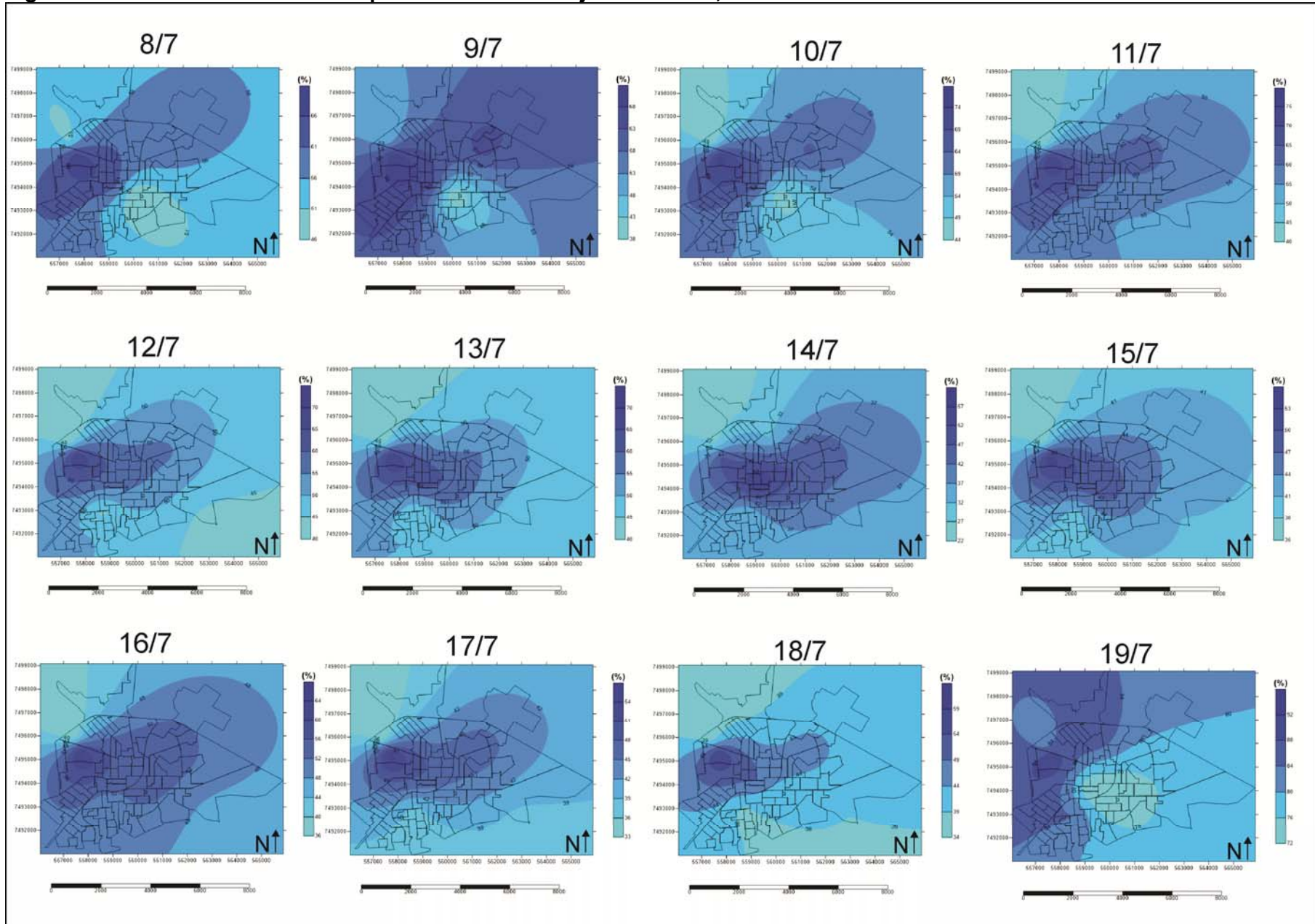
A **Figura 35** fornece a espacialização da temperatura e a **Figura 36** da umidade relativa do ar no período de 8 a 19 de julho de 2013 às 16h, quando foi diagnosticado as maiores intensidades do fenômeno ilha de calor em Assis.

Figura 35 - Ilhas de calor e frescor no período de 8 a 19 de julho de 2013, às 16h



Fonte: Brússolo, 2013

Figura 36 - Ilhas úmidas e secas no período de 8 a 19 de julho de 2013, às 16h



Fonte: Brússolo, 2013

No horário das 22h as áreas densamente construídas foram as mais quentes e secas e as áreas de construções esparsas, Unesp e Rural foram as mais frias e úmidas. Na comparação somente dos dados das áreas densamente construídas, observou-se que o ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente e seco, o que demonstra a capacidade que os materiais antrópicos têm de armazenar calor por mais tempo. O ponto Residencial Colinas foi o mais frio e em alguns dias o mais úmido, pelo fato da proximidade com a área rural que, de acordo com a direção e velocidade do vento, trouxe para essa área menores temperaturas e maiores valores de umidade. Em alguns dias o ponto Colégio Ipê foi o mais úmido devido à abundância de vegetação de grande porte.

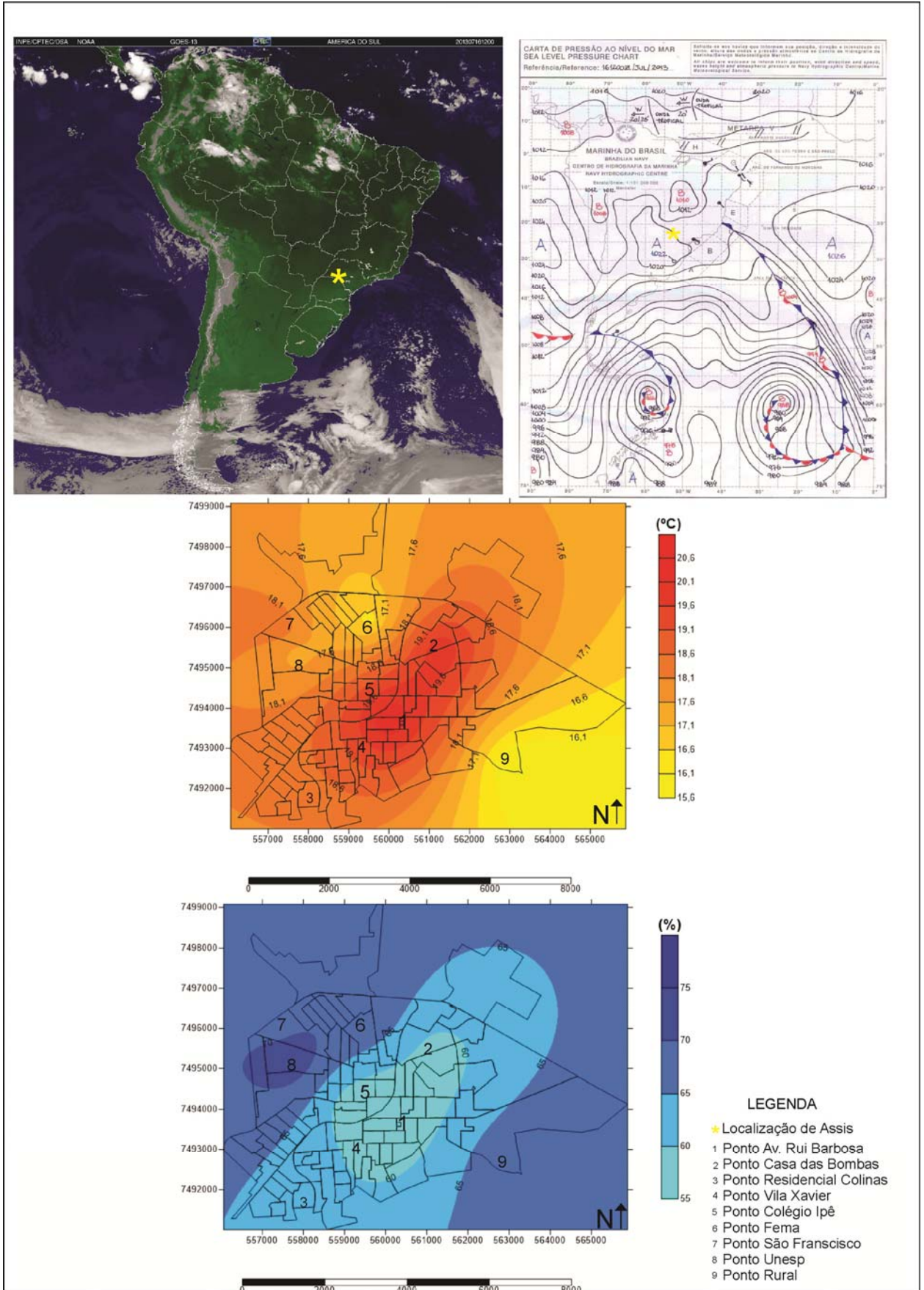
Em se tratando das áreas de construções esparsas, Unesp e Rural, o ponto São Francisco foi o mais quente e seco, consequência da escassez de vegetação arbórea de grande porte que poderia reduzir a temperatura e aumentar as taxas de umidade relativa do ar, e também possivelmente pelo fato de o ponto de coleta estar inserido na malha urbana, o que pode acarretar em influências termo-higrométricas do entorno.

O ponto Fema e o ponto Rural foram os mais frios. No ponto Fema a baixa densidade de ocupação do solo, permitindo a menor absorção e armazenamento de energia, e a vegetação de grande porte e em abundância, dificultando a incidência dos raios solares na superfície durante o dia, o que proporciona as menores temperaturas para esse horário, são as melhores explicações para essa caracterização. Vale ressaltar a proximidade de um córrego que pode influenciar na diminuição da temperatura através da evaporação, transformando calor sensível em calor latente.

No que se refere ao ponto Rural, a facilidade e a rapidez com que as superfícies naturais se resfriam pode ser uma resposta adequada, já que às 22h essa área já devolveu para a atmosfera grande parte da energia absorvida durante o dia.

A **Figura 37** ilustra a caracterização da temperatura, da umidade relativa do ar e das condições atmosféricas no dia 16/7, às 22h, quando foi possível constatar a maior intensidade das ilhas de calor do período (5°C).

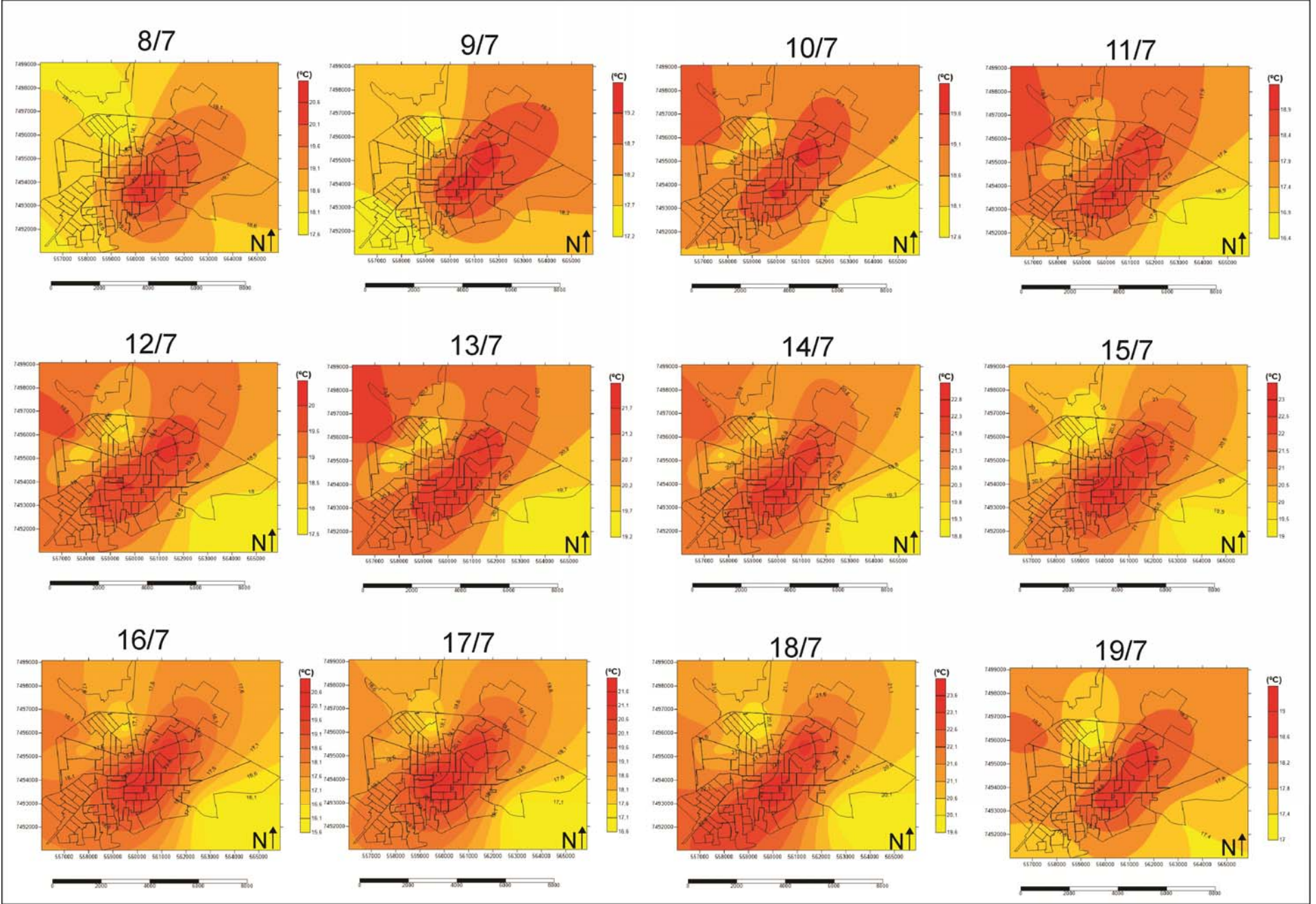
Figura 37 - Imagem do satélite GOES, Carta sinótica da Marinha do Brasil e ilhas de calor, fresco, úmida e seca às 22h no dia 16/7



Fonte: Brússolo, 2013

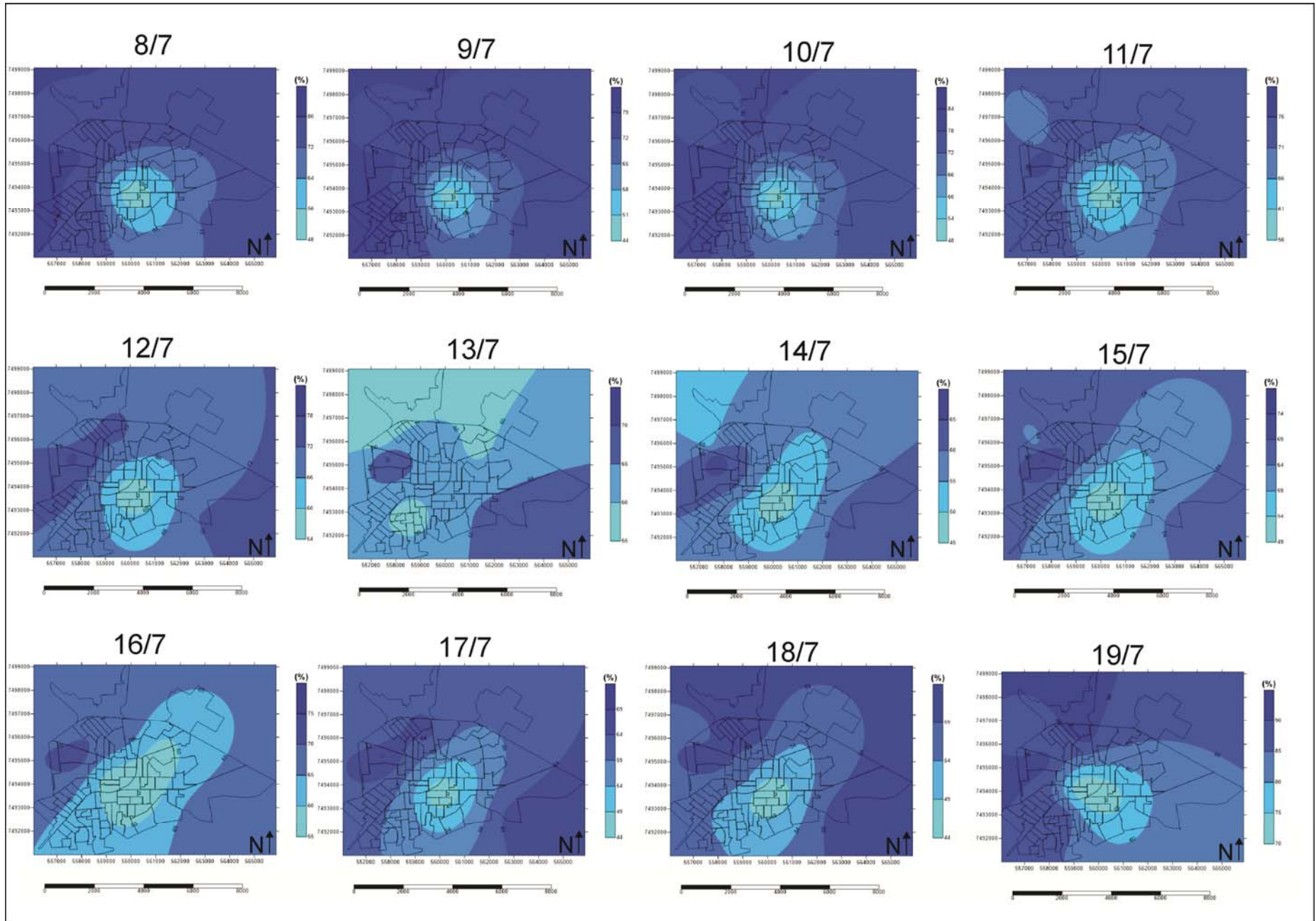
A **Figura 38** demonstra a espacialização da temperatura e a **Figura 39** da umidade relativa do ar entre os dias 8 e 19 de julho de 2013 às 22h, quando foi possível observar as maiores intensidades das ilhas de calor.

Figura 38 - Ilhas de calor e frescor no período de 8 a 19 de julho de 2013, às 22h



Fonte: Brússolo, 2013

Figura 39 - Ilhas úmidas e secas no período de 8 a 19 de julho de 2013, às 22h



Fonte: Brússolo, 2013

Na presente análise vale destacar as variações térmicas e higrométricas apresentadas sob a atuação de diferentes sistemas atmosféricos em Assis. Durante a atuação da frente fria percebeu-se que houve a diminuição da intensidade das ilhas de calor, porque a água é um equalizador térmico, dessa maneira, quando ocorre o processo de evaporação a molécula de água transforma calor sensível em calor latente. O processo é inverso quando o vapor d'água se condensa, liberando o calor latente em forma de calor sensível.

Sob a atuação do Sistema Polar Atlântico e do Sistema Tropical Atlântico constatou-se as maiores intensidades das ilhas de calor, porque esses sistemas atmosféricos trouxeram a estabilidade atmosférica para a região (céu com poucas nuvens, ventos fracos e ausência de chuvas), proporcionando condições favoráveis ao agravamento do fenômeno das ilhas de calor. O SPV também ofereceu condições para o aumento do gradiente térmico e higrométrico, devido à “tropicalização” da massa de ar frio.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assis é uma cidade de porte médio, localizada no oeste do estado de São Paulo, com população em torno de 95 mil habitantes e possui características peculiares quanto ao uso e ocupação do solo urbano. Assim como grande parte das cidades brasileiras, Assis também sofre as mazelas da falta de um planejamento urbano que leve em consideração os elementos geoecológicos e geoambientais. A mercantilização do solo urbano molda a cidade de acordo com os interesses privados, o que coíbi projetos de ordenamento territorial na perspectiva da qualidade socioambiental urbana.

Para a pesquisa ora apresentada foi realizada a caracterização climática regional através da caracterização da temperatura e precipitação e, também, a análise do relevo, fator importante no clima. A caracterização do uso e ocupação do solo e da maneira pela qual ocorreu a expansão da malha urbana assisense, procurou diagnosticar a heterogeneidade da morfologia e estrutura urbana, com o intuito de tipificar os diversos padrões de uso e ocupação do solo urbano e como as ilhas de calor e frescor e as ilhas úmidas e secas se comportariam em cada área.

As ilhas de calor e frescor, bem como as ilhas úmidas e secas, apresentaram magnitudes e intensidades diferenciadas, de acordo com o horário, o uso e a ocupação do solo e o sistema atmosférico atuante. As maiores intensidades das ilhas de calor foram observadas durante o período matutino e vespertino, porém, em áreas com características de uso e ocupação do solo diferenciado. No período da manhã (8h) as ilhas de calor foram mais expressivas nas áreas densamente construídas, com destaque para o dia 9/7 quando a ilha de calor atingiu 7,2°C, sendo o ponto Av Rui Barbosa o mais quente (21,5°C) e seco (73%), o ponto Residencial Colinas o mais frio (14,3°C) e o ponto Unesp foi o mais úmido (84%).

Às 10h a ilha de calor atingiu 7°C, ainda com as áreas densamente construídas mais quentes, sendo o ponto Av. Rui Barbosa o mais quente (23°C) e seco (56%), o ponto Fema o mais frio (16°C) e o ponto Unesp o mais úmido (87%).

Já no período da tarde (16h), as áreas com padrão de construções esparsas e Rural foram mais quentes e secas em resposta a maior incidência dos raios

solares desde as primeiras horas da manhã, destacando o dia 14/7 em que a ilha de calor atingiu a maior intensidade (8°C), sendo o ponto São Francisco o mais quente (29,8°C) e seco (26%), o ponto Colégio Ipê o mais frio (21,8°C) e o ponto Colégio Ipê o mais úmido (58%).

Às 22h as áreas densamente construídas foram mais quentes, com destaque para o dia 16/7 quando as ilhas de calor atingiram 5°C de intensidade. O ponto Av. Rui Barbosa foi o mais quente (20,6°C) e seco (55%), o ponto Rural o mais frio (15,6°C) e o ponto Unesp o mais úmido (75%).

A vegetação arbórea de grande porte e em abundância exerceu papel fundamental para maiores taxas de umidade, ou seja, tanto em áreas densamente construídas quanto em áreas de construções esparsas, a vegetação arbórea de grande porte propiciou a configuração de ilhas úmidas, com destaque para o ponto Unesp que foi o mais úmido durante grande parte do período de julho de 2013. A proximidade de um córrego no ponto Fema também contribuiu para menores temperaturas e maiores valores de umidade relativa do ar.

Assim sendo, os fatores que influenciaram na distribuição térmica no município de Assis no período de inverno foram: densidade de construções, a presença ou não de vegetação arbórea de grande porte, a proximidade com corpos d'água e a baixa velocidade dos ventos associada à pouca nebulosidade, fruto dos sistemas atmosféricos que trouxeram estabilidade do tempo para a região. As ilhas de calor obtiveram as maiores intensidades sob atuação do Sistema Polar Atlântico (SPA) e Sistema Tropical Atlântico (STA), proporcionando a estabilidade do tempo. Constatou-se que as condições climáticas intraurbanas geradas em Assis estão ligadas diretamente à heterogeneidade da ocupação do solo e das funcionalidades urbanas, bem como sua relação com os sistemas atmosféricos atuantes o que contribuiu para a magnitude das ilhas de calor e de frescor, bem como as ilhas úmidas e secas.

Com o intuito de propor medidas mitigatórias e fornecer sugestões ao ordenamento territorial urbano, destaca-se que a cidade merece atenção especial no seu planejamento ambiental/urbano para que os efeitos das ilhas de calor sejam amenizados, uma vez que os elementos que as compõem comprometem a qualidade ambiental.

Também se recomenda aos moradores da cidade o plantio de árvores, a não impermeabilização da totalidade dos terrenos, manutenção e ampliação de jardins, pintura de superfícies e telhados com cores claras, minimizando os efeitos negativos das ilhas de calor.

No que se refere a atuação do poder público é importante a elaboração de projetos para a arborização urbana, tanto de parques e praças e, também, das ruas e avenidas, a não canalização de rios e córregos que atravessam a cidade etc., sendo essas algumas estratégias para melhorar o conforto térmico-higrométrico da população.

A fiscalização e o controle do uso e ocupação do solo urbano são essenciais para a gestão ambiental urbana, ressaltando que a principal causa dos problemas ambientais pode ser encontrada nas relações sociais e na assimetria entre o poder político e econômico (HARVEY, 1996). A ideia de que o ambiente natural é compreendido como recurso natural, ganhando forças com a aglutinação recorrente entre “ambiente” e “natureza”, faz emergir a falsa dicotomia entre ambiental e o urbano, resultando em problemáticas entre o planejamento ambiental e o planejamento urbano, o que interfere significativamente na elaboração de diretrizes políticas, escamoteando a maior potencialidade oferecida pelo processo de urbanização: construir ambientes que primem pela qualidade de vida e bem-estar dos habitantes das áreas urbanas.

Destarte, um planejamento urbano e ambiental bem elaborado associado à mudança de mentalidade da população local por meio da educação/conscientização ambiental pode contribuir para a produção de cidades com condições térmicas e higrométricas mais adequadas e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida e o bem-estar das pessoas.

BIBLIOGRAFIA

AMORIM, M. C. C. T. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. 2000. 374p. p.01-80. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo.

_____; **Caracterização das áreas verdes em Presidente Prudente**. In: SPOSITO, M. E. B. (org.). Textos e contextos para a leitura geográfica de uma cidade média. Presidente Prudente: [s.n.], 2001.

ANUNCIAÇÃO, V. S. **O clima urbano de Campo Grande, MS**. 2001. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

ARAÚJO, R. R. **O processo de urbanização na produção do clima urbano de São Luís- MA**. 2001. 216p. p. 05-25. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 332p.

BARBOSA, R. V. R.; BARBIRATO, G. M.; VECCHIA, F. A. S. **Vegetação Urbana: análise experimental em cidade de clima quente e úmido**. Curitiba: ENCAC-COTEDI, 2003.

BARRIOS, N. A. Z.; SANT'ANNA NETO, J. L. **A circulação atmosférica no Extremo Oeste Paulista**. In: Boletim Climatológico. Presidente Prudente, 1996. (p. 07-14).

BEREZUK, A. **Análise das adversidades climáticas no oeste paulista e norte do Paraná**. 2007, 362p. p. 60-80. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

BIERAS, A. R. **Variabilidade e tendência climática e a produtividade da soja no Estado de São Paulo**. 2006. p. 63-111. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

BOIN, M. N. **Chuvas e Erosões no Oeste paulista: uma análise climatológica aplicada**. 2000. 264p. p. 14-55. Tese (Doutorado em Geociências e meio ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

BRANDÃO, A. M. de. P. M. **O Clima Urbano da Cidade do Rio de Janeiro**. 1996. p.85. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

_____; **O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro**. Clima urbano. Org. Mendonça, F. Monteiro, C. A. de F. São Paulo: Contexto, p.122, 2003.

CHANDLER, T. J. **The climate of London**. London: Hutchison of London, 1965. 287p.

CONTI, J. B. **Clima e meio ambiente**. São Paulo: Saraiva S.A. Livreiros Editores, 2001. 88p.

CORRÊA, R.L. **O espaço urbano**. São Paulo: Ática, 2005.

CRUZ, J. C. L. **Características térmicas da camada intra-urbana me Rio Claro (SP)**. 1995. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

DANNI, I. M. A ilha de calor de Porto Alegre: contribuição ao estudo do clima urbano. **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre, n. 8, maio. 1987.

EICHHOLZ, C. W.; CAMPOS, C. R. J. de. **Identificação de Complexos Convectivos de Mesoescala**. In: XVIII CIC e XI ENPOS, 2009, Pelotas/RS.

FIALHO, E.S. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte: Caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira**. São Paulo. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FONZAR, B.C. O processo de ocupação regional, o modelo urbano e o conforto térmico na Alta Sorocabana: um teste aplicado a Presidente Prudente. Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geografia**, n.4, 1986.

FORSDYKE, A. G. **Previsão do tempo e clima**. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

GARCÍA, F. F. **Manual de climatologia aplicada: clima, médio ambiente y planificación**. Madrid: Editorial Síntesis, S. A., 1996. 285p.

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

GRIMM, A. M. e FERRAZ, S. E. T. **Sudeste do Brasil: uma região de transição no impacto de eventos extremos da Oscilação Sul**. In: Parte II: La Niña. Anais do X Congresso Brasileiro de Meteorologia, 1998, Brasília/DF.

GRIMM, A.M. **Sobre impactos de eventos El Niño e La Niña sobre a precipitação em todo o Brasil na primavera-verão**. 2003.

HARVEY, D. **Justice, Nature and the Geography of Difference**. Londres: Blackwell, 1996.

JAUREGUI, E. **The urban climate of México City**. Erdkund. In: Ban XXXVII, Helf 4, 1973.

LANDSBERG, M. E. **The urban climate**. New York: Academia Press, 1981. 276p.

LIMA, C. **Descargas elétricas atmosféricas em sistemas convectivos de mesoescala no Sul da América do Sul**. 2005. 138f. Dissertação (Mestrado em Ciências)-Faculdade de Meteorologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

LIMA, G.N. de. **Características do clima urbano de Nova Andradina/MS.** Presidente Prudente, 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo.** São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

LOWRY, W.P. **Empirical estimation of urban effects on climate: a problem analysis.** *Journal of applied meteorology.* Journal of Applied Meteorology, vol 16, nº 2, 1977.

MACHADO, J. C dos S. **Dimensões do processo histórico de desenvolvimento econômico do primeiro cinquentenário do município de Assis: 1905-1955.** São Paulo: Autor, 2005. 221p.

MADDOX, R. A. Mesoscale Convective Complexes. **Bulletin of the American Meteorological Society.** Vol 61, Nº 11, 1980.

MAITELLI, G. T. **Uma abordagem tridimensional de clima urbano em área tropical continental: o exemplo de Cuiabá/MT.** 1994. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MENDES, B.de C. **Envelhecimento populacional: desafios para uma nova conjuntura para o município de Assis-SP.** 2005. p.145-155. Dissertação (Mestrado em Geociências e meio ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

MENDONÇA, F. de A. **O clima e o planejamento urbano de cidade de porte médio e pequeno: proposição metodológica para estudo e aplicação à cidade de Londrina, PR.** 1994. 322p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MENDONÇA, F. MONTEIRO, C. A. de F. **Clima urbano.** São Paulo: Contexto, 2003, p 96.

MENDONÇA, F. DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** Oficina de textos. 2007, p 92.

MONTEIRO, Ana. **O clima urbano do Porto: contribuição para a definição das estratégias de planejamento e ordenamento do território.** Fundação Calouste Gulbenkian, Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, 1997. 485p.

MONTEIRO, C. A. de F. **Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho.** Climatologia. São Paulo. n.1. p 1-20, 1971.

_____. **O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: Problemas e Perspectivas.** São Paulo: IGEOG/USP, 1971.

_____; **Fluxos polares e as chuvas de primavera-verão no estado de São Paulo: uma análise quantitativa do processo genético.** São Paulo: Instituto de Geografia/Universidade de São Paulo, 1975.

_____; **Teoria e clima urbano.** São Paulo: IGEOG/USP, 1976. 181p. (Séries Teses e Monografias, 25).

_____; **Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos do clima urbano no Brasil.** Geosul, Florianópolis, v.5, n.9, 1990.

_____; **Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura.** Geosul, Florianópolis, v.5, n.9, 1990

_____; **Clima e Excepcionalismo: Conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico.** Editora UFSC, 1991. 233p. p. 10-25.

OKE, T. R. **The distinction between canopy and boundary-layer heat islands.** Atmosphere 14, 1976.

_____; **Boundary Layer Climates.** London: Methuen & Ltd. A.Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1978, 372p.

ORTIZ, G.F. **O clima urbano de Cândido Mota: análise do perfil térmico e higrométrico em episódios de verão.** 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

PEDELABORDE, P. **Introduction a l'étude scientifi que du climat.** Paris: Centre de Documentation Cartographique, 1959.

PITTON, S. E. C. **As cidades como indicadores de alterações térmicas.**1997. 272p. p. 04-31. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

QUADRO, M. F. L. **Estudos de episódios de Zonas de Convergência do Atlântico Sul.** 1994. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

SAMPAIO, Antonio Heliodoro L. **Correlações entre uso do solo e ilha de calor no ambiente urbano: O caso de Salvador.** 1981. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANT'ANNA NETTO, J. L. **As chuvas no Estado de São Paulo.** 1995. p 30, 63-78. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

_____; (org) **Os climas das cidades brasileiras.** Presidente Prudente: UNESP, 2002. 227p.

_____; TOMMASELLI, J.T.G. **O tempo e o clima de Presidente Prudente,** 2009.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

SARTORI, M. G. B. **O clima de Santa Maria: do regional ao urbano.** 1979. 163f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SECCHI, C. E.; MENOTTI, S. S. **A cidade e o campo: estudo comparativo das variações térmicas e higrométricas em Presidente Prudente/SP.** 2002. Monografia (para obtenção do Título de Bacharel em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

SECCHI CAMARGO, E. **Qualidade Ambiental Urbana em Presidente Prudente.** 2007. 152p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

SEKIGUTI, T. **City climate distribution in and around the small city of Ina in central Japan,** Tokyo Geography Papers, Vol. 8, 1964.

SETTE, D.M. **O clima urbano de Rondonópolis-MT.** 1996. 137p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA, R. S da. **Urdiduras e tessituras urbanas. Na história das cidades, a estruturação territorial de Assis.** 1996. p.182,257. Tese (Doutorado em História) – Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Assis.

SILVA, J. A. da. **Direito Urbanístico Brasileiro.** 2 ed. rev. at. 2ª tiragem. São Paulo: Malheiros Editores, 1997.

SILVA, L.F. **Estudo do campo térmico da cidade de São Carlos (SP) em um episódio climático de inverno.** 2011. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Carlos.

SORRE, M. **Adaptação ao Meio Climático e Biossocial : geografia psicológica** (1951). In: MEGALE, J. F. (org.) Max Sorre: geografia. São Paulo: Ática, 1984, p.30 – 86. (Série Grandes Cientistas Sociais).

SORRE, M. **Fundamentos biológicos de la geografía humana: ensayos de una ecología del hombre.** Barnacelona. Juventd, 1955. 344p.

SOUZA, J. L. de. **Análise do campo Térmico de Cidades de Médio Porte: Estudo de caso no Pólo Têxtil de Americana-SP.** 2007. p.30-48. Dissertação (Mestrado em Geociências e meio ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

STERNBERG, H. **Enchentes e movimentos coletivos de solo no Vale do Paraíba em dezembro de 1948.** Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, vol. 11, n. 2, 1949.

TARIFA, J. R. **Fluxos polares e as chuvas de primavera-verão no Estado de São Paulo**. 1975. Universidade de São Paulo, 1975. 93p. (Séries Teses e Monografias 19).

_____. **Análise comparativa da temperatura e umidade na área urbana e rural de São José dos Campos (SP)**. Geografia, v.2, n.4, outubro 1977.

TAVARES, A.C. **O clima local de Campinas**. 1974. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TOMÁS, D. D. **Comportamento da umidade relativa do ar em centros urbanos: o exemplo da metrópole de São Paulo**. 1999. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

UGEDA, J.C. **Clima e Planejamento na cidade de Jales –SP**. 2011. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

VECCHIA, F. **Clima e ambiente construído: a abordagem dinâmica aplicada ao Conforto Térmico**. 1997. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

VIANA, S. S. M. **Caracterização do clima urbano em Teodoro Sampaio**. 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

ZAMPARONI, C. A. P. G. **Ilha de Calor em Barra do Bugres e Tangará da Serra - MT: Uma Contribuição ao Estudo do Clima Urbano em Cidades de Pequeno Porte em Área Tropical**. 1995. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ZAVATTINI, J. A. **Estudos do clima no Brasil**. Campinas: Alínea, 2004.

Documentos eletrônicos

CPTEC/INPE: banco de dados. Disponível em < www.climanalise.cptec.inpe.br>. Acesso em: 15 jan. 2013.

CPTEC/INPE: banco de dados. Disponível em < enos.cptec.inpe.br >. Acesso em: 15 jan. 2013.

CPTEC/INPE: banco de dados. Disponível em < www.cptec.inpe.br >. Acesso em: 10 set. 2013.

CPTEC/INPE: banco de dados. Disponível em < www.infoclima.cptec.inpe.br >. Acesso em: 25 set. 2013

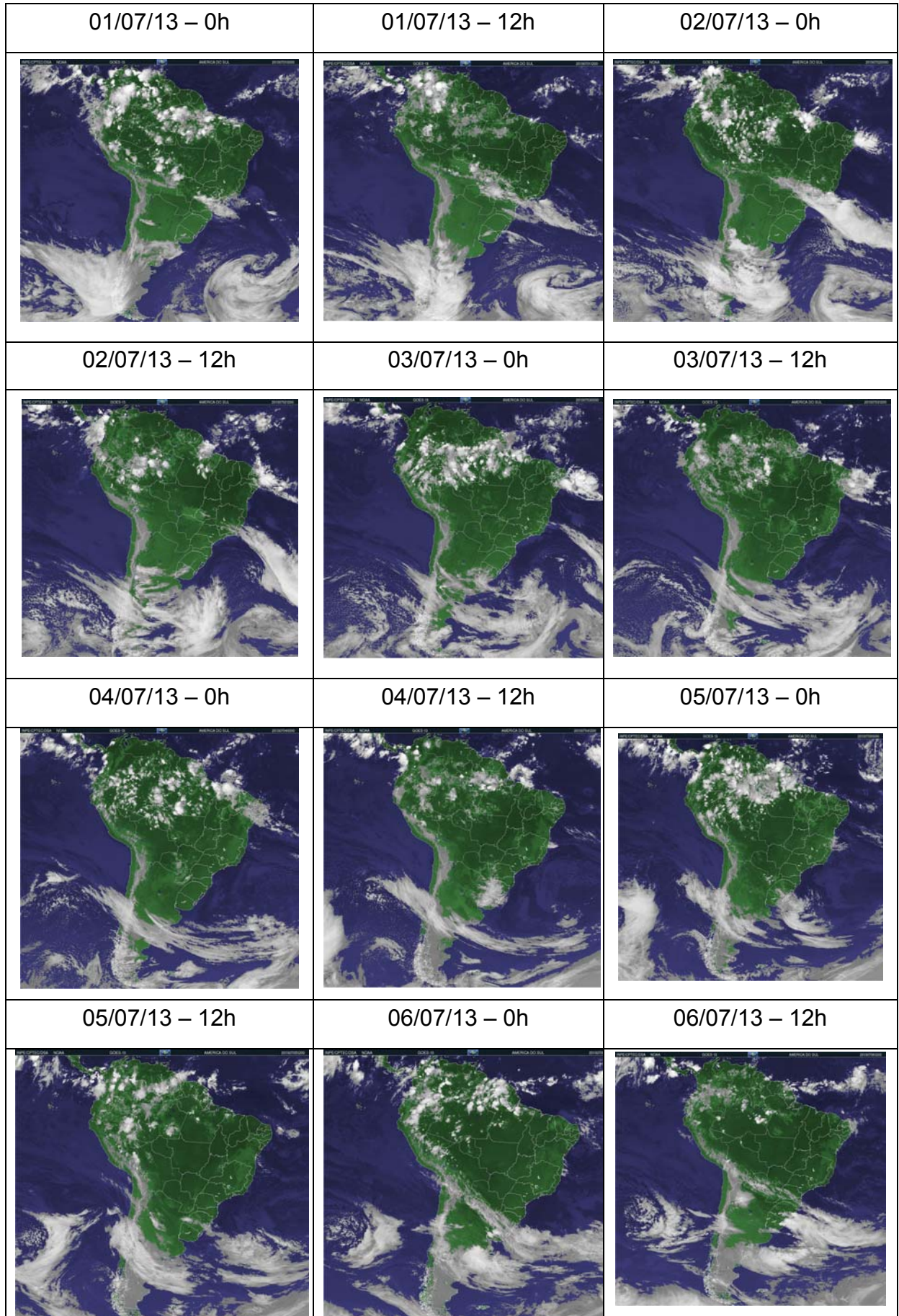
IBGE: banco de dados: Disponível em < biblioteca.ibge.gov.br/ >. Acesso em: 8 out. 2012.

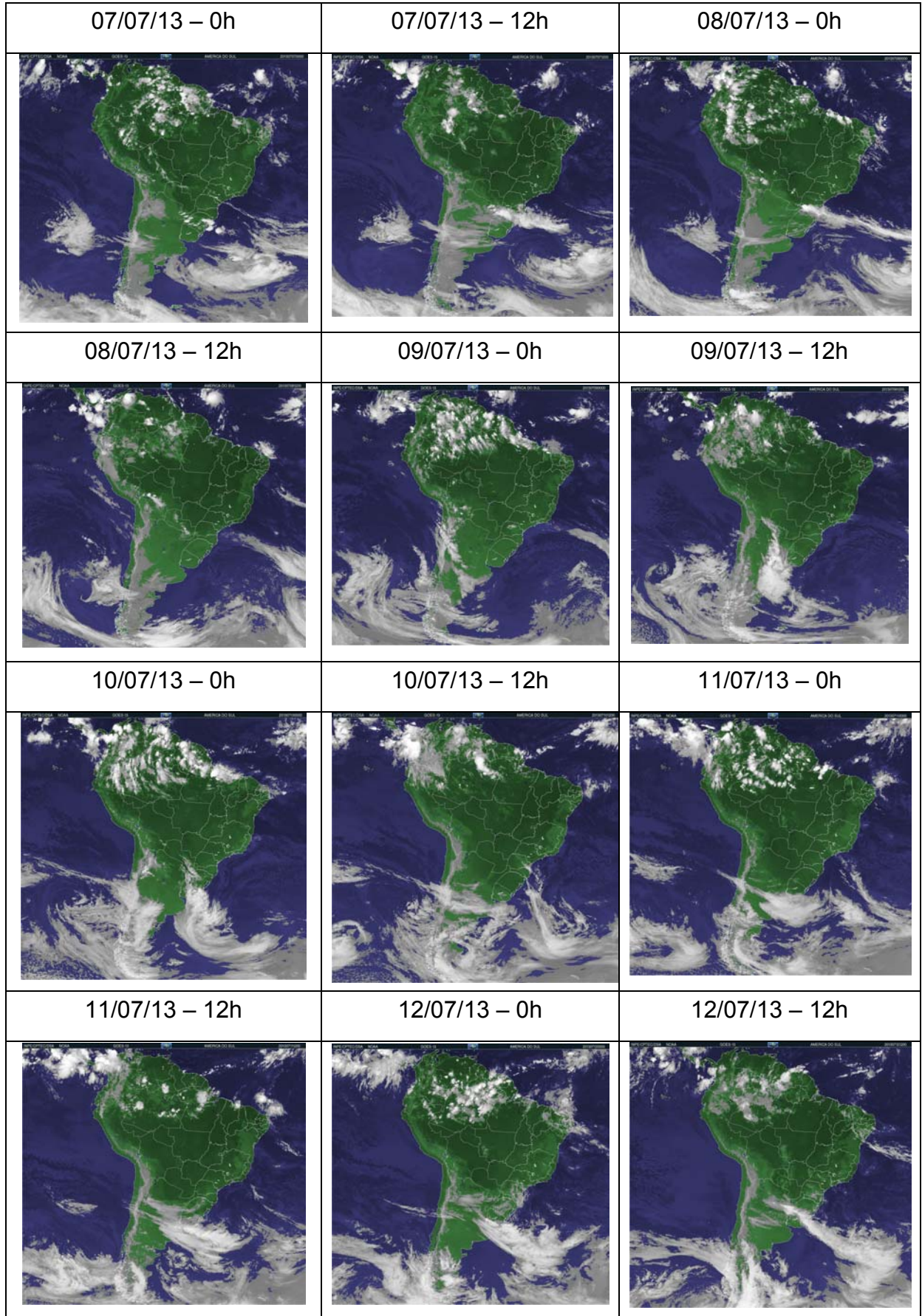
MANUAL TÉCNICO DE ARBORIZAÇÃO URBANA. Prefeitura de São Paulo. Secretaria do Verde e do Meio Ambiente. 2ª Edição – 2005. Disponível em: http://ww2.prefeitura.sp.gov.br//arquivos/secretarias/meio_ambiente/manual_arborizacao.pdf. Acesso em: 25 abr. 2012

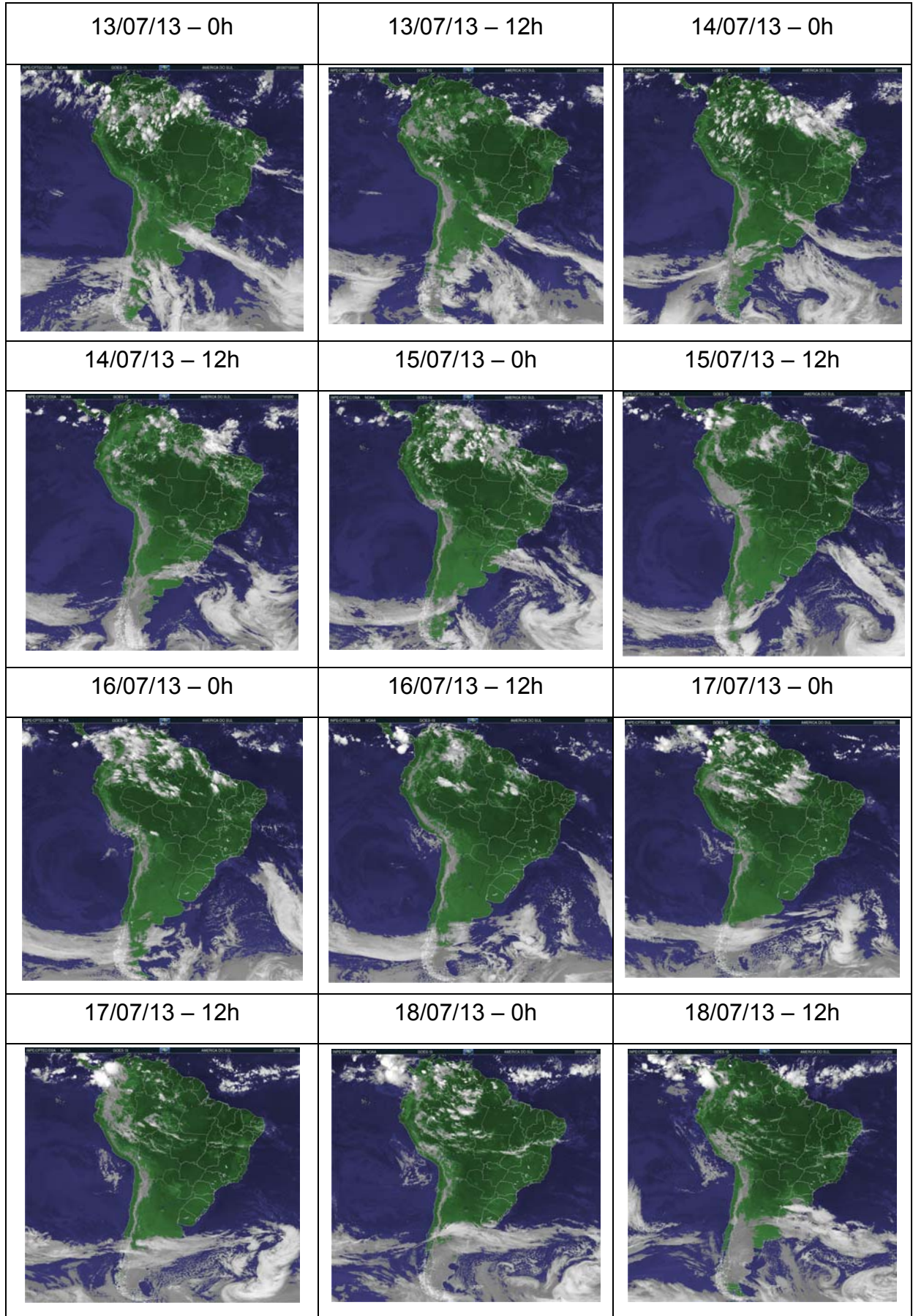
MARINHA MERCANTE: bando de dados. Disponível em < www.mar.mil.br >. Acesso em: 10 set. 2013

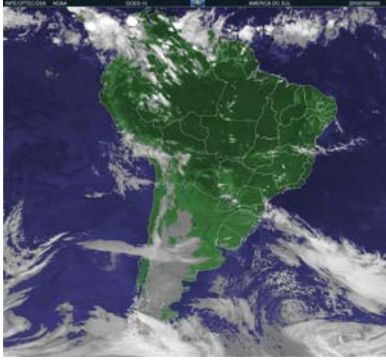
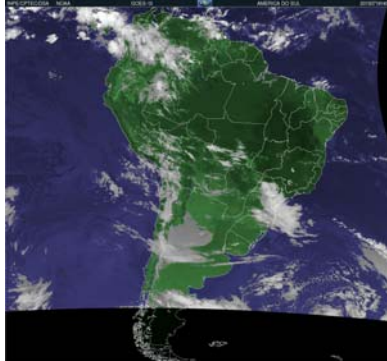

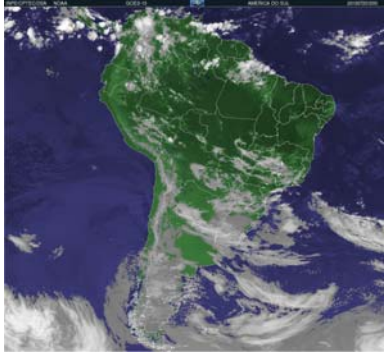
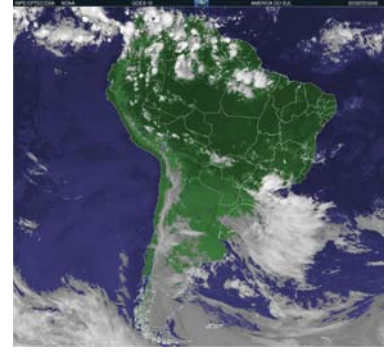
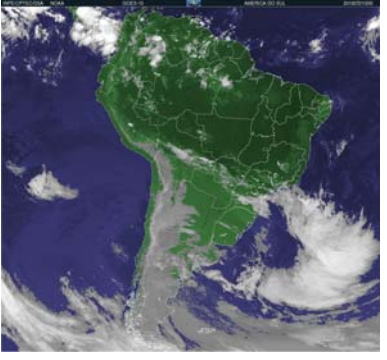
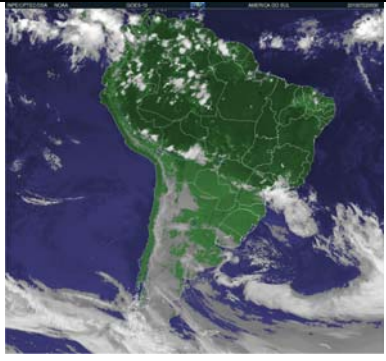
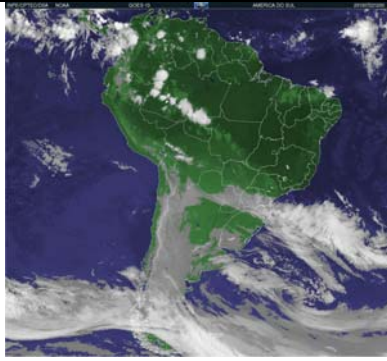
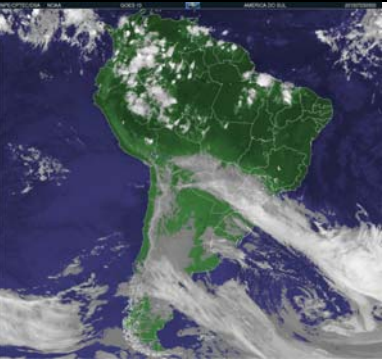

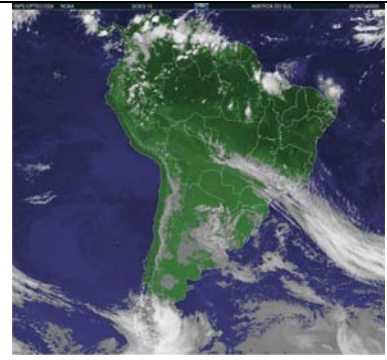
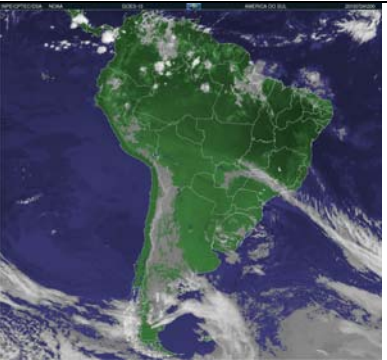
ANEXOS

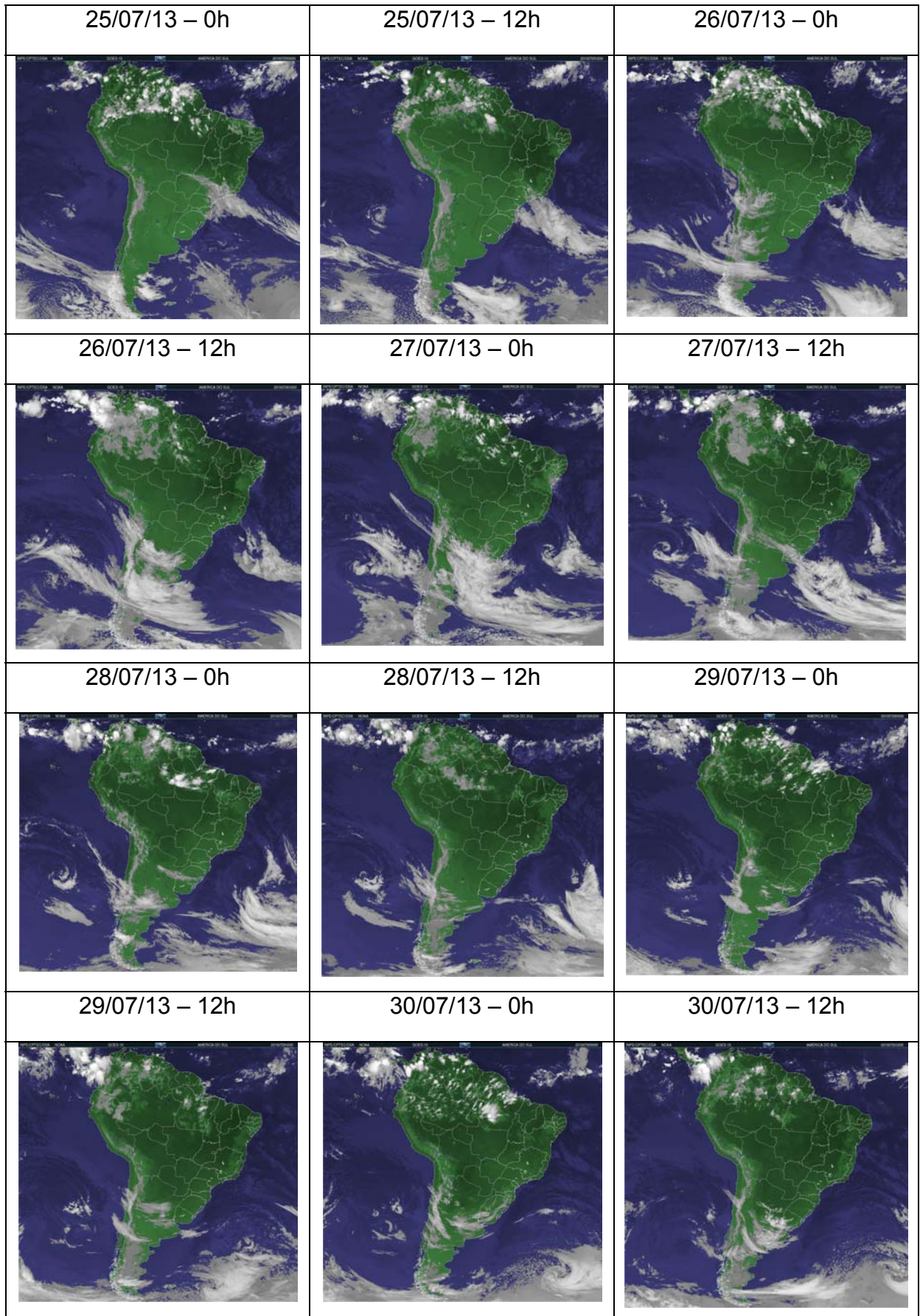
ANEXO A – Imagens de satélite GOES/Julho de 2013

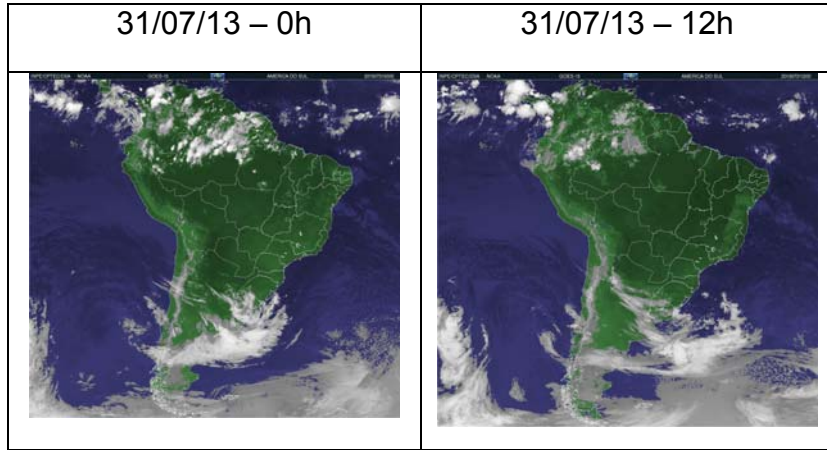






19/07/13 – 0h	19/07/13 – 14h	20/07/13 – 0h
		
20/07/13 – 12h	21/07/13 – 0h	21/07/13 – 12h
		
22/07/13 – 0h	22/07/13 – 12h	23/07/13 – 0h
		
23/07/13 – 12h	24/07/13 – 0h	24/07/13 – 12h
		



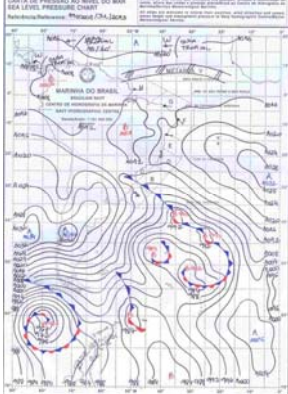
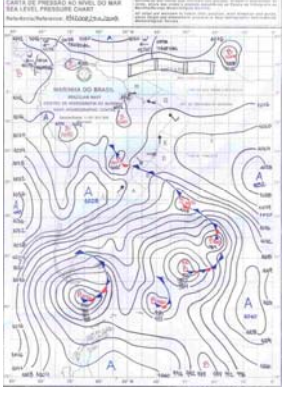
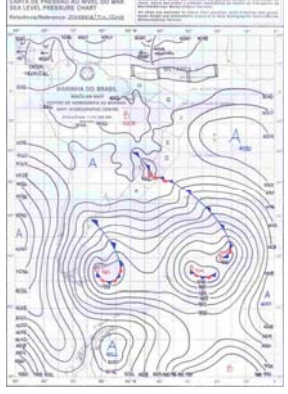
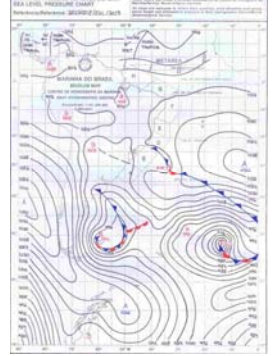
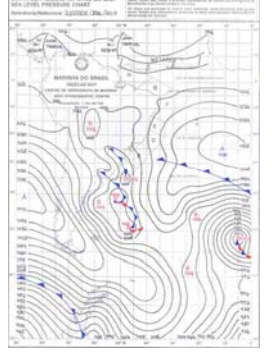
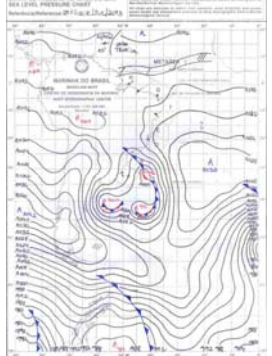
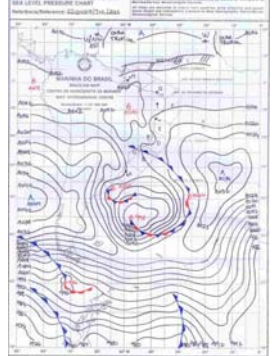
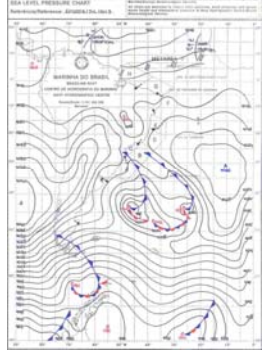
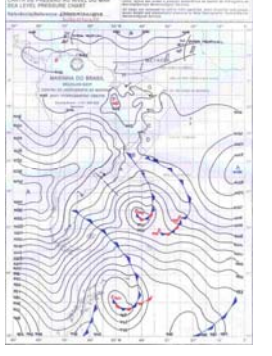
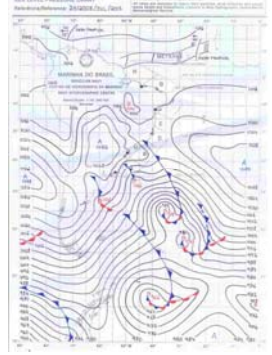
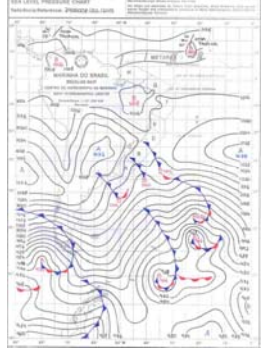
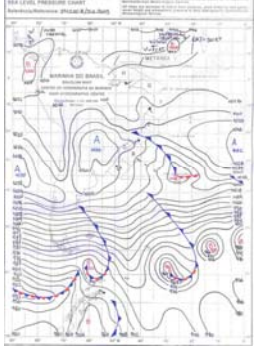


ANEXO B – Cartas sinóticas da Marinha do Brasil/ Julho de 2013

<p>01/07/13 – 0h</p>	<p>01/07/13 – 12h</p>	<p>02/07/13 – 0h</p>
<p>02/07/13 – 12h</p>	<p>03/07/13 – 0h</p>	<p>03/07/13 – 12h</p>
<p>04/07/13 – 0h</p>	<p>04/07/13 – 12h</p>	<p>05/07/13 – 0h</p>
<p>05/07/13 – 12h</p>	<p>06/07/13 – 0h</p>	<p>06/07/13 – 12h</p>

<p>07/07/13 – 0h</p>	<p>07/07/13 – 12h</p>	<p>08/07/13 – 0h</p>
<p>08/07/13 – 12h</p>	<p>09/07/13 – 0h</p>	<p>09/07/13 – 12h</p>
<p>10/07/13 – 0h</p>	<p>10/07/13 – 12h</p>	<p>11/07/13 – 0h</p>
<p>11/07/13 – 12h</p>	<p>12/07/13 – 0h</p>	<p>12/07/13 – 12h</p>

<p>13/07/13 – 0h</p>	<p>13/07/13 – 12h</p>	<p>14/07/13 – 0h</p>
<p>14/07/13 – 12h</p>	<p>15/07/13 – 0h</p>	<p>15/07/13 – 12h</p>
<p>16/07/13 – 0h</p>	<p>16/07/13 – 12h</p>	<p>17/07/13 – 0h</p>
<p>17/07/13 – 12h</p>	<p>18/07/13 – 0h</p>	<p>18/07/13 – 12h</p>

<p>19/07/13 – 0h</p>	<p>19/07/13 – 12h</p>	<p>20/07/13 – 0h</p>
 <p>MAPA DE PRESSÃO AO NÍVEL DO MAR SEA LEVEL PRESSURE CHART Referência: 1013,25 hPa (760,00 mmHg)</p>	 <p>MAPA DE PRESSÃO AO NÍVEL DO MAR SEA LEVEL PRESSURE CHART Referência: 1013,25 hPa (760,00 mmHg)</p>	 <p>MAPA DE PRESSÃO AO NÍVEL DO MAR SEA LEVEL PRESSURE CHART Referência: 1013,25 hPa (760,00 mmHg)</p>
<p>20/07/13 – 12h</p>	<p>21/07/13 – 0h</p>	<p>21/07/13 – 12h</p>
 <p>MAPA DE PRESSÃO AO NÍVEL DO MAR SEA LEVEL PRESSURE CHART Referência: 1013,25 hPa (760,00 mmHg)</p>	 <p>MAPA DE PRESSÃO AO NÍVEL DO MAR SEA LEVEL PRESSURE CHART Referência: 1013,25 hPa (760,00 mmHg)</p>	 <p>MAPA DE PRESSÃO AO NÍVEL DO MAR SEA LEVEL PRESSURE CHART Referência: 1013,25 hPa (760,00 mmHg)</p>
<p>22/07/13 – 0h</p>	<p>22/07/13 – 12h</p>	<p>23/07/13 – 0h</p>
 <p>MAPA DE PRESSÃO AO NÍVEL DO MAR SEA LEVEL PRESSURE CHART Referência: 1013,25 hPa (760,00 mmHg)</p>	 <p>MAPA DE PRESSÃO AO NÍVEL DO MAR SEA LEVEL PRESSURE CHART Referência: 1013,25 hPa (760,00 mmHg)</p>	 <p>MAPA DE PRESSÃO AO NÍVEL DO MAR SEA LEVEL PRESSURE CHART Referência: 1013,25 hPa (760,00 mmHg)</p>
<p>23/07/13 – 12h</p>	<p>24/07/13 – 0h</p>	<p>24/07/13 – 12h</p>
 <p>MAPA DE PRESSÃO AO NÍVEL DO MAR SEA LEVEL PRESSURE CHART Referência: 1013,25 hPa (760,00 mmHg)</p>	 <p>MAPA DE PRESSÃO AO NÍVEL DO MAR SEA LEVEL PRESSURE CHART Referência: 1013,25 hPa (760,00 mmHg)</p>	 <p>MAPA DE PRESSÃO AO NÍVEL DO MAR SEA LEVEL PRESSURE CHART Referência: 1013,25 hPa (760,00 mmHg)</p>

<p>25/07/13 – 0h</p>	<p>25/07/13 – 12h</p>	<p>26/07/13 – 0h</p>
<p>26/07/13 – 12h</p>	<p>27/07/13 – 0h</p>	<p>27/07/13 – 12h</p>
<p>28/07/13 – 0h</p>	<p>28/07/13 – 12h</p>	<p>29/07/13 – 0h</p>
<p>29/07/13 – 12h</p>	<p>30/07/13 – 0h</p>	<p>30/07/13 – 12h</p>

