

URBANIZAÇÃO, CHUVAS DE VERÃO E INUNDAÇÕES: UMA ANÁLISE EPISÓDICA

Antonio Carlos Tavares [1]
Ane Caroline Freschi Silva [2]

INTRODUÇÃO

De acordo com Feldman (2007, A3):

Temos assistido nos noticiários as tragédias usuais do verão, ou seja, deslizamentos de encostas comprometendo bairros instalados em áreas de risco, bem como enchentes que comprometem a vida e o patrimônio de centenas de famílias. [...] no Brasil muito pouco tem ocorrido no sentido de evitar a criação de situações de risco, que são toleradas e até certo ponto geradas pelo poder público, na sua omissão no cumprimento de suas tarefas básicas. Estas tragédias, freqüentes nas cidades brasileiras do sudeste durante o verão, têm origem nas características climáticas reinantes, mas, sobretudo, na rápida expansão dos centros urbanos, que deixa de levar em conta o ambiente do sítio e os processos físicos que nele atuam.

Os sistemas atmosféricos que causam precipitações, no Brasil, estão associados às zonas de baixas pressões equatoriais e de baixas pressões subpolares. As primeiras são compostas pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e pela Massa Equatorial Continental. A ZCIT corresponde à área de convergência dos alísios oriundos dos anticiclones de Santa Helena, no Atlântico Sul, e dos Açores, no Atlântico Norte. Ela é responsável pelas precipitações que ocorrem na porção atlântica do território brasileiro, nas regiões norte e nordeste, durante, principalmente, as estações de verão e outono. A Massa Equatorial Continental, quente, úmida e instável, age, sobretudo, na Amazônia Ocidental. Mas, especialmente no verão, suas incursões em direção ao Brasil Meridional, que são facilitadas pelo sistema de baixas pressões do Chaco e pelas áreas deprimidas interiores, são responsáveis por grande parte das chuvas que acontecem nas regiões centro-oeste e sudeste do país. Os sistemas frontais, que exemplificam a ação das baixas pressões subpolares, atuam sob a forma de ondas sucessivas, durante todo o ano. No inverno chegam a alcançar a Amazônia Ocidental, onde as massas polares que os sucedem provocam a friagem. Mas é no verão, quando alcançam as latitudes tropicais, diante de temperaturas mais elevadas e de ar mais úmido, que eles propiciam precipitações bastante acentuadas no sudeste do país. As chuvas tendem a ser bastante elevadas quando, pelo interior, a Massa Equatorial Continental, atraída pela Depressão do Chaco, se opõe aos avanços do ar frio. Nessas situações, com freqüência, o deslocamento frontal para latitudes mais baixas ocorre de modo lento, tendo em vista que, no verão, os anticiclones polares, pelo aquecimento do hemisfério sul, possuem menores pressões. Ora, com a frente se

tornando estacionária ou semi-estacionária na zona tropical, as chuvas, além de intensas, podem ter durações prolongadas. Pelo litoral da região sudeste, a atuação do Anticiclone Tropical Atlântico, enriquecido de vapor e aquecido basalmente sobre o mar, junto com as configurações topográficas das bordas do Planalto Atlântico, também acarreta chuvas abundantes no período mais quente do ano. Portanto, é principalmente no verão que as cidades brasileiras, situadas nas imediações do Trópico de Capricórnio, são afetadas por episódios pluviais intensos, que causam danos materiais e ceifam vidas, sobretudo por serem agravados pela ocupação inadequada do espaço.

O crescimento da população brasileira no século XX ocorreu num ritmo acelerado. Em 1950, o país possuía 53,4 milhões de habitantes e pouco mais de meio século depois, em 2005, contava com cerca de 186 milhões de pessoas. No interior paulista, em 1960, apenas Campinas, Ribeirão Preto e Sorocaba tinham população superior a cem mil habitantes e só Campinas possuía mais do que cento e cinquenta mil pessoas. Em meados da primeira década do século XXI, perto de 78% dos brasileiros viviam nas cidades e, entre elas, quatorze tinham mais de um milhão de habitantes e cerca de duas centenas e meia ultrapassavam cem mil moradores. Dessas duzentas e cinquenta cidades, cinquenta e sete, ou 26,8%, estão no estado de São Paulo. A expansão rápida e desordenada dos núcleos urbanos levou à impermeabilização de áreas extensas, inclusive daquelas situadas nos fundos de vales, onde, com freqüência, foram implantadas amplas avenidas, visando à rápida circulação de veículos automotores. Em muitos casos, a ampliação das cidades ocorreu também por meio de loteamentos clandestinos ou favelas, sem preocupação com os locais ribeirinhos e encostas íngremes, visto que, nessas circunstâncias, dotados de infra-estruturas urbanísticas precárias, eles foram ocupados por populações de baixa renda, sujeitas às constantes inundações e deslizamentos, com perdas humanas e materiais.

OBJETIVOS E ÁREA DE ESTUDO

O objetivo desta pesquisa consistiu em estudar, por meio da análise rítmica, a circulação atmosférica e os tipos de tempo que afetaram a cidade de Rio Claro – SP, em janeiro de 2005. A partir das relações entre as feições climáticas e as características da área urbana, foi possível a compreensão das conseqüências nefastas associadas a episódios de chuvas intensas. Como os tipos de tempos chuvosos são comuns às latitudes tropicais do território brasileiro, onde muitas cidades, como a analisada, passaram por um acentuado crescimento nas últimas cinco décadas, o trabalho exemplifica fatos corriqueiros que ocorrem nas áreas citadinas desta região.

A cidade de Rio Claro está situada na Média Depressão Periférica Paulista, a 22° 25' de latitude sul e 47° 34' de longitude oeste. Ela ocupou, primeiramente, o interflúvio disposto entre o rio Corumbataí e seu afluente pela margem esquerda, o Ribeirão Claro. Do ponto de vista geomorfológico, este interflúvio constitui um pedimento detrítico, nivelado numa altitude aproximada de 600 metros e elaborado nos primórdios do quaternário. Nele há pequenos desníveis propiciados pelas

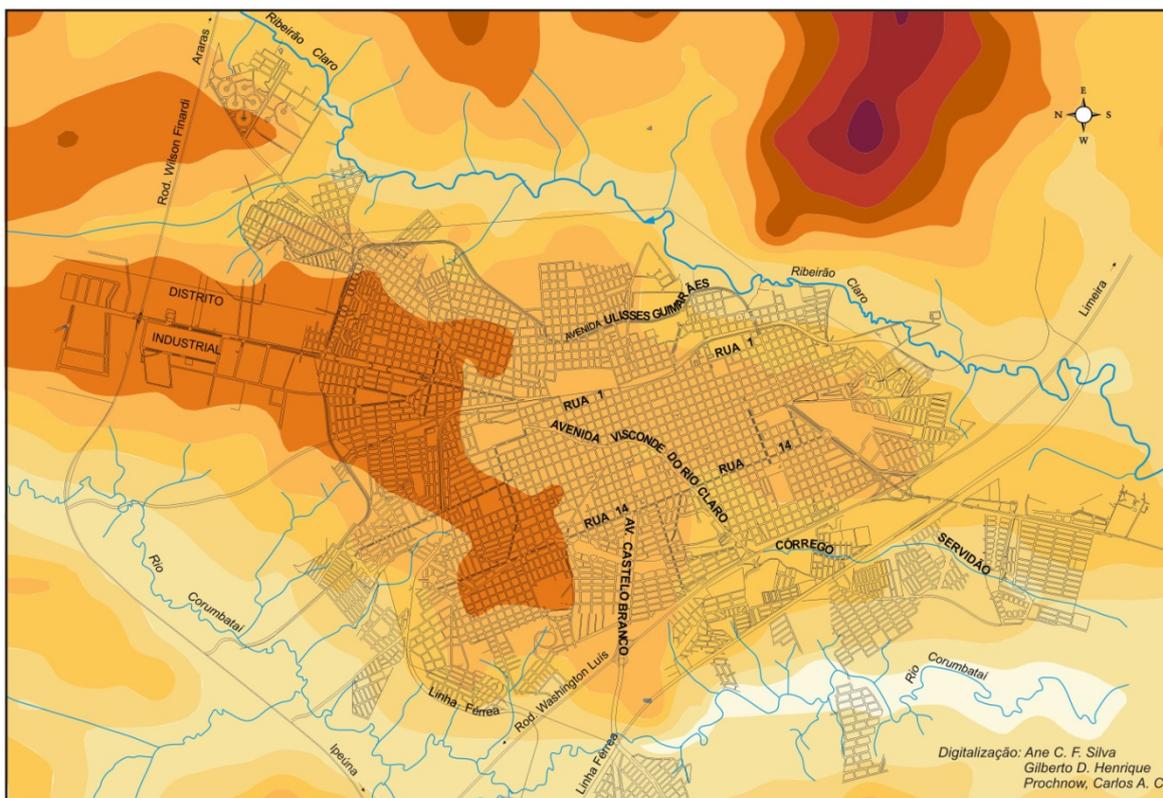
vertentes do córrego Lavapés, afluente da margem direita do Ribeirão Claro, no leste da cidade, e do córrego da Servidão, que passa pelo centro de Rio Claro e se dirige para oeste, onde deságua no rio Corumbataí. De acordo com Pitton (1997), junto a este rio, onde predominam áreas não edificadas, há declives de até 30%, mas na maior parte da cidade a topografia é plana, com desníveis não superiores a 30 ou 40 metros e inclinações de 1% a 5%. As áreas verdes intra-urbanas são pouco representativas, pois as vias de circulação e as praças, exceto a XV de Novembro, situada na área central, carecem de vegetação arbórea e arbustiva que possa amenizar o impacto da precipitação junto ao solo e diminuir o escoamento superficial. Na segunda metade do século XX, fruto do rápido crescimento populacional, à medida que grandes áreas foram impermeabilizadas, os principais córregos urbanos foram canalizados e tiveram suas várzeas ocupadas, o que aumentou consideravelmente o escoamento superficial por ocasião das precipitações. (figura 1 e tabelas 1 e 2).

Segundo Antonio Filho (2003, p. 58-59):

A expansão de Rio Claro, nos últimos vinte anos, também se dirigiu para além da Via Washington Luís, a sudoeste, oeste e noroeste da cidade. O canal do rio Corumbataí foi ultrapassado pelo tecido urbano, com a projeção de ruas não muito distantes das margens daquele rio, o que aumentou as possibilidades de degradação dos trechos envolvidos pela urbanização. [...] Os cursos de água, como o córrego da Servidão (hoje canalizado sob a Avenida Visconde do Rio Claro) e o Córrego Lavapés (canalizado sob a Avenida Ulisses Guimarães) são canais receptores de esgoto urbano. O avanço da cidade sobre eles se deu em tempo recente, pois encontramos inúmeros rio-clarenses que se recordam, de modo idílico, desses cursos de água e do lazer que proporcionavam à população.

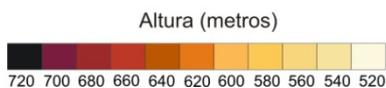
Rio Claro possui um clima tropical com precipitações concentradas nas estações de primavera e verão. No posto pluviométrico situado no campus da Unesp, no Bairro Santana, a pluviosidade anual do período 1993/2005 oscilou entre 1184,2 mm, no ano de 2001, e 1760,3 mm, em 1995. Nos meses de janeiro a março, que constituem o trimestre mais chuvoso, a precipitação variou de 455,1 mm, em 1996, a 1026,9 mm no ano de 1994. Nesse trimestre, a chuva correspondeu a 34,48% de um total anual de 1319,8 mm, tombados em 1997, e a 72,39% de 1269,2 mm em 1999. Em 1995 houve seis dias, nesses três meses, em que as precipitações superaram 50 mm num período de 24 horas, cinco dias em 1991 e 2004 e quatro dias nos anos de 1999 e 2003. As chuvas superiores a 100 mm em 24 horas foram de 154,0 mm em 2005, 125,5 mm em 1993, 110,1 mm em 1991 e 105,0 mm em 1999.

Figura 1: Topografia Cidade de Rio Claro - SP



Fonte: Base Topográfica, Prefeitura Municipal de Rio Claro 1984

- Perímetro urbano
- ~ Hidrografia
- ▒ Área Urbana



0 500 1000 1500 m
 ESCALA GRÁFICA

Tabela 1 - Crescimento Urbano de Rio Claro

Ano	Acréscimo de área	Índice de crescimento: área m ² /ano
1945 - 1953	2.750.000m ²	392.857m ²
1954 - 1964	2.210.000m ²	221.000m ²
1965 - 1976	5.120.000m ²	465.555m ²
1977 - 1993	7.400.000m ²	616.660m ²

Fonte: Troppmair, H. (1993)

População	Total	Urbana	Rural	Urbana	Rural
1950*	47.073	34.363	12.710	73%	27%
1960*	60.681	48.544	12.137	80%	20%
1970*	78.040	69.644	8.396	89,2%	10,8%
1980*	110.202	104.101	6.101	94,5%	5,5%
1991*	138.243	132.739	5.504	96,0%	4,0%
1996**	153.389	148.628	4.761	96,9%	3,1%
2000**	168.218	163.477	4.741	97,2%	2,8%
2004***	181.549	177.191	4.358	97,6%	2,4%

Fontes: **IBGE ; * Troppmair, H. (1993);
*** Prefeitura Municipal de Rio Claro

Rio Claro possui um clima tropical com precipitações concentradas nas estações de primavera e verão. No posto pluviométrico situado no *campus* da Universidade Estadual Paulista (UNESP), no Bairro Santana, a pluviosidade anual do período 1993/2005 oscilou entre 1184,2 mm, no ano de 2001, e 1760,3 mm em 1995. Nos meses de janeiro a março, que constituem o trimestre mais chuvoso, a precipitação variou de 455,1 mm, em 1996, a 1026,9 mm no ano de 1994. Neste trimestre a chuva correspondeu a 34,48% de um total anual de 1319,8 mm tombados em 1997, e a 72,39% de 1269,2 mm em 1999. Em 1995 houve seis dias, nestes três meses, em que as precipitações superaram 50 mm num período de 24 horas, cinco dias em 1991 e 2004 e quatro dias nos anos de 1999 e 2003. As chuvas superiores a 100 mm em 24 horas foram de 154,0 mm em 2005, 125,5 mm em 1993, 110,1 mm em 1991 e 105,0 mm em 1999.

Brino e Tavares (1982), ao analisarem dados de precipitação do período de 1961 a 1980, salientaram que, em Rio Claro:

O semestre mais chuvoso, de outubro até março, destaca-se pelo fato de que a probabilidade de chover em qualquer período de dez dias consecutivos varia de 0,2% em outubro até 2,0% em dezembro. Dezembro, janeiro e fevereiro confirmaram ser os meses mais chuvosos. Praticamente chove em metade dos dias de dezembro e janeiro, mas é em dezembro e fevereiro que as seqüências prolongadas de dias chuvosos são mais acentuadas.

Grilo (1992), a partir das notícias veiculadas nos jornais “Cidade” e “Diário do Rio Claro”, detectou, para o período de 1980/1989 e 1991, 52 episódios em que ocorreram impactos na cidade provocados por chuvas intensas, muitas vezes acompanhadas por ventos fortes ou granizo. 51,9% destes eventos ocorreram no primeiro trimestre do ano. Esta autora também constatou que Rio Claro possui uma rede deficiente de galerias pluviais, que se alonga apenas por alguns trechos do sistema viário e se apresenta, quase sempre, entulhada, facilitando a ocorrência de inundações.

Castro (1995), estudando as chuvas ocorridas na área urbana de Rio Claro, verificou, no período de setembro de 1993 a abril de 1994, que 43% dos episódios se originaram do N ao NW da cidade, demonstrando a forte participação dos sistemas atmosféricos provenientes das baixas latitudes. O mesmo autor constatou também que, em 73% das ocasiões, as precipitações ocorreram nos períodos vespertino e noturno, demonstrando a influência do aquecimento urbano na geração ou intensificação da pluviosidade.

O mês de janeiro de 2005, escolhido para estudo em decorrência da chuva recorde ocorrida num só dia, teve uma precipitação total de 455,0 mm. De acordo com o Boletim Climanálise (INSTITUTO, 2005, p. 1), o mesmo

foi marcado pela ocorrência de alagamentos, enxurradas, e deslizamentos em diferentes áreas do país. Os sistemas frontais, que permaneceram semi-estacionários em grande parte das Regiões Sudeste e Sul do Brasil, foram os principais responsáveis pelas intensas chuvas ocorridas neste mês.

CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA E TIPOS DE TEMPO EM JANEIRO DE 2005

Ainda de acordo com o Boletim Climanálise (INSTITUTO, 2005, p. 11):

na Região Sudeste a atuação de sistemas frontais, a configuração de um episódio da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e o desenvolvimento de áreas de instabilidade ao longo do mês proporcionaram chuvas mais intensas no sul de Minas Gerais, no Rio de Janeiro e em São Paulo. Nestas áreas, as chuvas ficaram acima da média histórica.

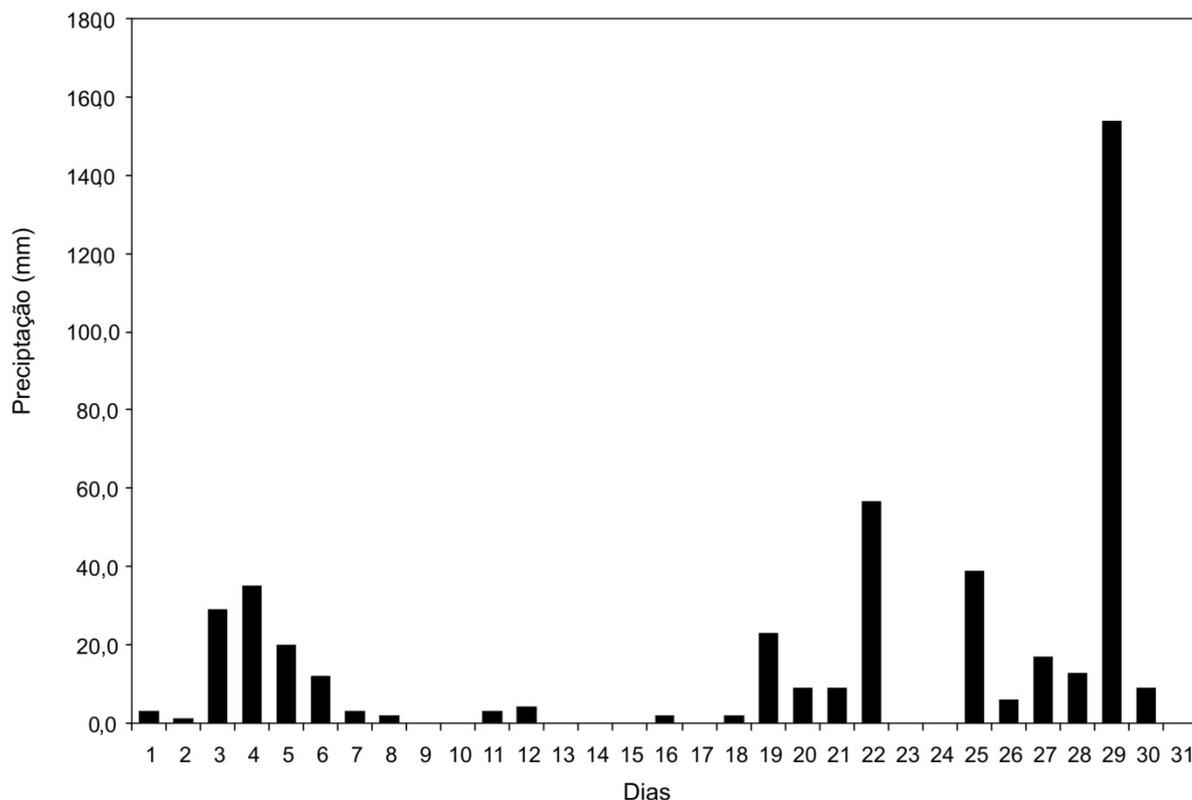
Com as imagens de satélites meteorológicos, disponíveis no portal do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC (INSTITUTO, 2007), verificou-se que o mês de janeiro de 2005 começou com um anticiclone polar tropicalizado situado sobre o Atlântico, junto ao sul do Brasil, atuando sobre o estado de São Paulo. Este centro de alta pressão alimentava uma frente, que, em dissipação, se posicionava junto às costas do Rio de Janeiro e do Espírito Santo. No Brasil central, havia densa nebulosidade em decorrência da ação de sistemas convectivos, alimentados pelo calor e pela umidade. Esta situação persistiu no dia 2, quando um extravasamento de ar frio do Pacífico para o Atlântico gerou um sistema frontal que, passando sobre o Paraguai, alcançava o Rio Grande do Sul e se alinhava, sobre o mar, paralelamente à costa, desde o litoral gaúcho até imediações de Baía Blanca. Esta frente, que no dia seguinte atuava no Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, permaneceu estacionária na latitude tropical até o dia 6, quando provocou precipitações (figura 2). Paulatinamente, ela se deslocou para o estado de

Minas Gerais e entrou em frontólise, permitindo a ação, até o dia 9, de outro anticiclone polar tropicalizado em São Paulo, que causou a melhora do tempo.

No dia 9 de janeiro, havia uma frente com orientação leste-oeste, que se estendia pela Argentina, Uruguai e Rio Grande do Sul. Perpendicularmente e ao norte do eixo frontal, linhas de instabilidade cortavam o interior do Brasil. Este sistema frontogenético se deslocou rapidamente para o norte e, no dia seguinte, atingiu a região sudeste, enquanto no Rio Grande do Sul se processava a limpeza do céu. São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo ficaram sob sua influência até o dia 12 de janeiro, mas neste período, em Rio Claro, as chuvas foram reduzidas, pois tanto a Massa Polar Atlântica quanto a Massa Tropical Atlântica, que o alimentavam, não dispunham de alto teor de vapor. A partir do dia 13 de janeiro, o anticiclone polar passou a exercer o controle do tempo em São Paulo, porque o eixo frontal se deslocou para o norte de Minas Gerais e sul da Bahia. Simultaneamente, uma nova frente fria, com fraca atividade sobre o continente, estava localizada sobre o Rio da Prata.

Decorridos dois dias, enquanto São Paulo permanecia sob o domínio de um anticiclone polar tropicalizado, o sistema frontal se fortaleceu e alcançou o Rio Grande do Sul. Deslocando-se rapidamente, ele alcançou o sudeste no dia 16 e ali permaneceu estacionado até o dia 21, definindo um episódio de atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), caracterizada por forte nebulosidade, que se estendia desde a Amazônia, passando pelo Brasil Central, pelos estados de Minas Gerais e São Paulo, e se prolongava pelo Atlântico. Neste período, houve precipitações consideráveis em Rio Claro, especialmente entre os dias 21 e 22 (figura 2). Esta frente começou a se dissipar no dia 22 junto ao estado do Rio de Janeiro, enquanto as atividades frontogenéticas se restabeleciam sobre a Argentina, ao sul do Rio da Prata. Na oportunidade, as regiões centro-oeste e sudeste permaneceram com farta nebulosidade, em razão das atividades convectivas.

Figura 2 - Precipitações Diárias em Rio Claro - SP no Mês de Janeiro de 2005
Posto: Santana Latitude: 22°23'59"S Longitude: 47°34'18" Altitude: 625m



Fonte: Laboratório de Climatologia - IGCE - Unesp - Camus Rio Claro
Org.:Silva, A. C.F. (2007)

No dia 24, um reforço de ar frio fortaleceu o sistema frontal que havia se formado na Argentina e possibilitou seu deslocamento para o Rio Grande do Sul e, no dia seguinte, para o Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo, onde ele permaneceu estacionário até o dia 26. No dia posterior, a frente se deslocou, pelo litoral, até o sul da Bahia, mas, pelo interior, continuou atuando sobre o território paulista. No dia 28, enquanto este sistema agia no litoral baiano, a Massa Equatorial Continental se moveu da Amazônia em direção ao sul, gerando intensa nebulosidade pelo interior do continente e, em confronto com o ar polar tropicalizado, constituiu uma frente quente sobre os estados do Mato Grosso do Sul e São Paulo. Tal situação persistiu até o final do período vespertino do dia seguinte, quando o sistema frontal que se achava no litoral baiano recuou e, sobre o oceano, se juntou à frente quente, formando extensa zona nebulosa. Este episódio causou abundantes precipitações em Rio Claro, sobretudo entre os dias 28 e 29 de janeiro (figura 2).

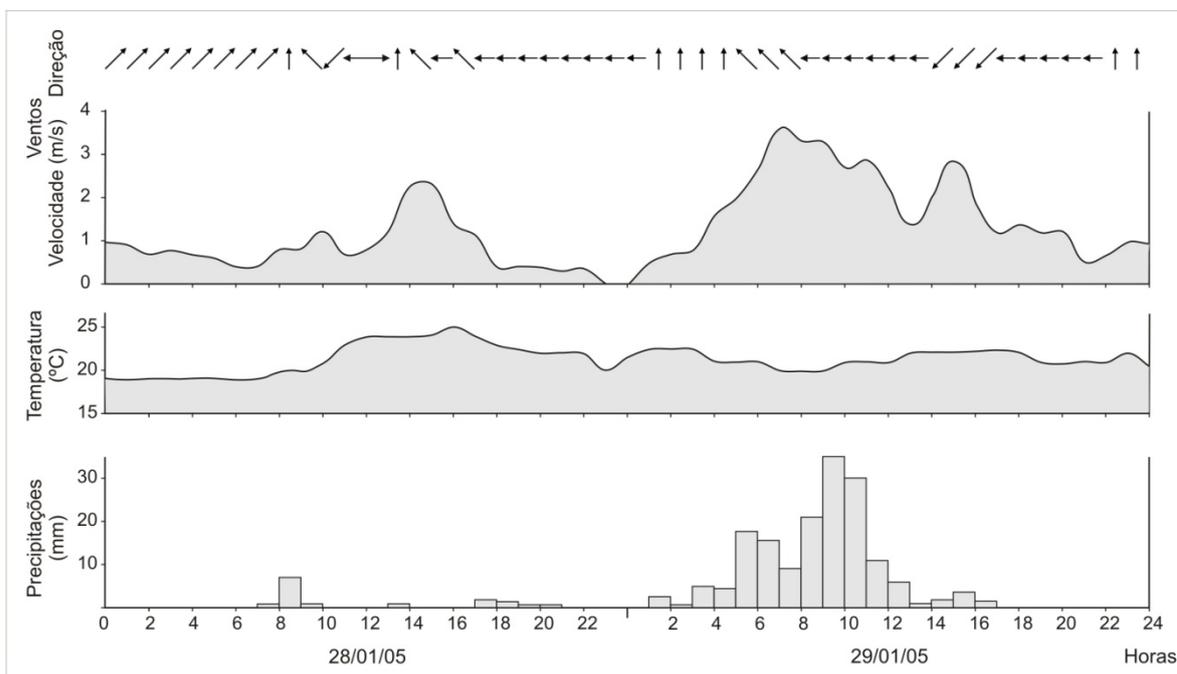
Com a constituição de nova zona frontal sobre o Uruguai, o eixo que atuava no sudeste, reativado, retomou seu deslocamento em direção ao norte e, com isso, em São Paulo, pelo interior, se processou a limpeza do céu. O mês de janeiro findou com a Frente Polar Atlântica atuando no Rio Grande do Sul e o eixo reflexo no

Espírito Santo e no norte de Minas Gerais. Entre ambos, um anticiclone polar tropicalizado agia em São Paulo.

A INUNDAÇÃO DE 29 DE JANEIRO DE 2005

Sob a ação de uma frente quente, o tempo em Rio Claro esteve nublado, com chuvas e ventos predominantes dos quadrantes sul e leste, oriundos do anticiclone polar tropicalizado. No início do dia 29, a precipitação tomou uma forma contínua e aumentou gradativamente sua intensidade, alcançando valores superiores a 30 mm/hora entre 9 e 11 horas. A partir daí ela enfraqueceu e se prolongou, como chuvisqueiro, até as 17 horas. Os ventos predominantes foram do quadrante leste e alcançaram as maiores velocidades, em torno de 13 km/hora, no período que antecedeu as chuvas mais fortes. As temperaturas, durante o aguaceiro, permaneceram em torno de 20° C e, entre os dias 28 e 29 de janeiro, a amplitude térmica ficou aquém de 6° C, graças à nebulosidade e ao alto teor de vapor de água na atmosfera (figura 3).

Figura 3 - Parâmetros Climáticos de Rio Claro - SP nos Dias 28 e 29 de Janeiro de 2005
Posto: Santana Latitude: 22° 23' 59" S Longitude: 47° 34' 18" W Altitude: 625 m

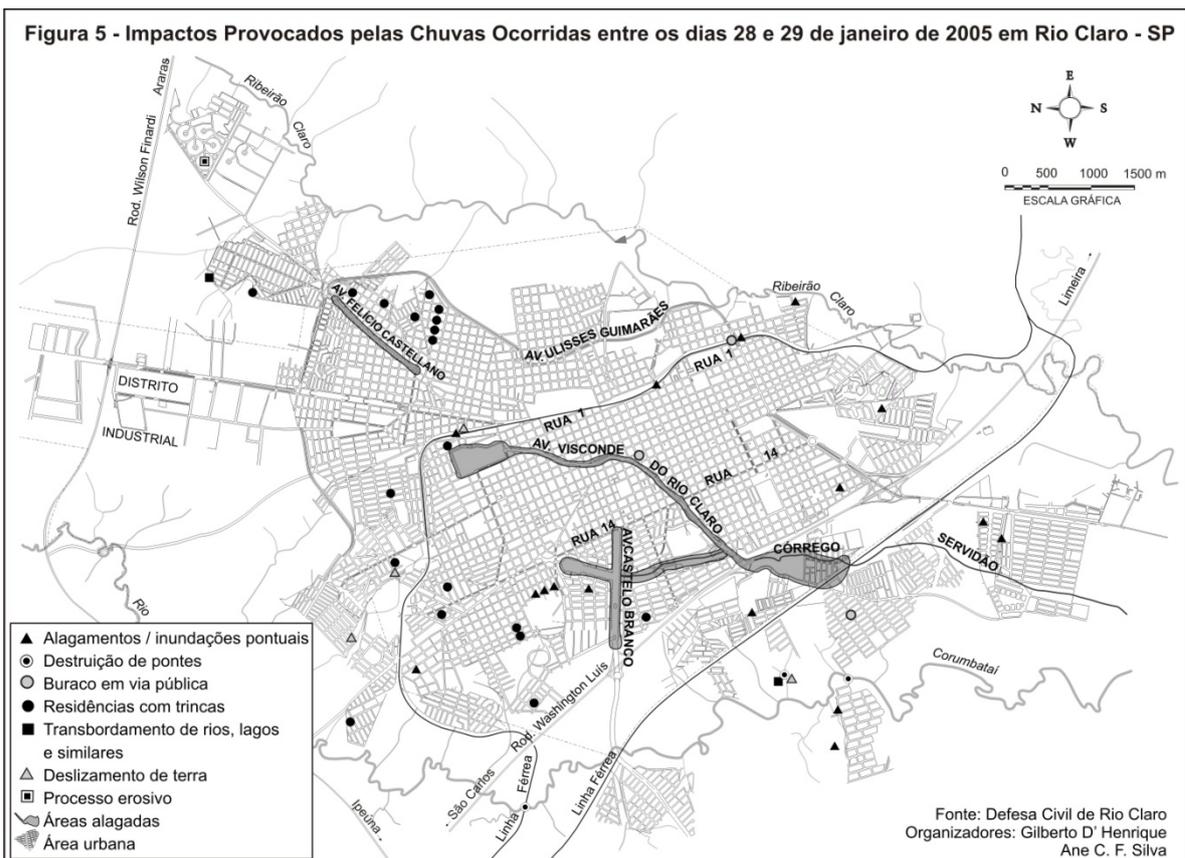


Fonte: Laboratório de Climatologia - IGCE - UNESP - campus Rio Claro
Org.: Tavares, A. C.; Silva, A. C. F. (2007)

A pluviosidade total em Rio Claro, durante a atuação desta frente quente, oscilou de 245 mm, na região norte da cidade, até 145 mm na extremidade sul (figura 4). Os cálculos da área urbana e da precipitação, efetuados pela técnica de pesagem, mostraram que houve uma chuva média de 175 mm, tombada sobre 37 milhões e 680 mil m². Com isso a cidade recebeu, em poucas horas, haja vista que

Santana. Em seguida, ele ruma em direção à cidade de Analândia e, pela margem esquerda, recebe uma série de afluentes oriundos da Serra do Cuscuzeiro, cujas cabeceiras estão situadas entre 1025 e 1050 metros. Estes rios, com declividades acentuadas e inúmeras quedas, deságuam no Corumbataí, numa altitude próxima de 650 metros, a montante da cidade de Rio Claro. Neste trecho da bacia, no contato de províncias geomorfológicas distintas, com papel importante na configuração do escoamento pluvial, predomina um tipo de regime torrencial. Assim, o rápido aumento dos débitos, fruto da intensidade das chuvas, propiciou o transbordamento do rio Corumbataí, inclusive do leito maior, em muitos trechos. Junto à *cuesta*, a força das águas de um dos seus afluentes da margem direita rompeu uma ponte da via que liga a Rodovia Washington Luís à cidade de Corumbataí, carregando uma ambulância.

A jusante de Rio Claro, as águas acarretaram o rompimento da barragem do Museu Usina Corumbataí. No perímetro urbano rio-clarense, quatro pontes foram arrastadas. Três delas ao longo do curso do rio Corumbataí e outra em um pequeno afluente da margem esquerda, isolando diversos bairros periféricos. As avenidas ao longo dos Córregos da Servidão e Wenzel e suas proximidades ficaram totalmente inundadas por várias horas, haja vista que o alto nível do Corumbataí bloqueava o escoamento das águas pluviais tombadas sobre o perímetro urbano. Ficaram submersos a Rodovia Washington Luís e o Terminal Rodoviário Municipal, junto à confluência de ambos os córregos, o que paralisou o transporte rodoviário. Ao longo da cidade, inúmeros foram os locais que registraram alagamentos e várias residências, situadas, sobretudo, em lugares onde o lençol freático se acha mais próximo da superfície, sofreram danos em suas estruturas (figura 5).



CONCLUSÕES

A circulação atmosférica de verão no sudeste brasileiro e, por conseguinte, no interior paulista, favorece a ocorrência de precipitações abundantes e intensas. Com a migração das baixas pressões equatoriais em direção ao hemisfério sul, há condições favoráveis para que a Massa Equatorial Continental migre, pelas áreas interioranas deprimidas, em direção às latitudes meridionais do país. Este sistema atmosférico, quente e úmido, é permanentemente instável e, ao contribuir para a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) ou de sistemas frontogênicos, possibilita a ocorrência de aguaceiros com conseqüências nefastas, principalmente em áreas urbanizadas, onde a impermeabilização da superfície costuma, freqüentemente, ser acompanhada da construção de edifícios em áreas inundáveis e de avenidas sobre o canal ou às margens de cursos de água canalizados. Diante da alta densidade da drenagem urbana, constituída pelas vias públicas, e das chuvas de forte intensidade, os lugares deprimidos, como as várzeas, constituem áreas de risco permanentes.

Neste modelo de urbanização, o uso do espaço afronta a natureza, e, mesmo em cidades de topografia relativamente plana, como Rio Claro, onde, teoricamente, a infiltração seria favorecida, os resultados são catastróficos. As várzeas, cabeceiras de drenagem ou áreas próximas aos cursos de água, indubitavelmente, não podem ser cobertas pelo asfalto das ruas ou pelo concreto das construções, pois, à medida que a cidade cresce, elas se tornam imprescindíveis na defesa da área urbana

contra situações chuvosas extremas. Estes lugares são propícios para a fixação de parques, bosques e jardins, que, além de desempenharem papéis de área de lazer, embelezarão a paisagem, levarão a um maior convívio dos cidadãos com a natureza, amortizarão o impacto das enchentes e contribuirão para amenizar a temperatura das cidades tropicais. As vias destinadas à circulação de veículos deverão circundar ou se dispor paralelamente a eles, distantes, ao menos, 30 metros dos talwegues ou de lagos, o que estaria em consonância com o Artigo 3º da Resolução CONAMA 303/2002 (BRASIL, 2002), que dispõe sobre definições e limites das Áreas de Preservação Ambiental.

Chuvas no sudeste do país podem ganhar intensidade nos anos de manifestação do evento El Niño, conforme demonstrou Tavares (2001), ao analisar enchentes ocorridas no verão de 1983, na cidade de Piracicaba – SP. Tais manifestações, segundo Molion (2006), são mais freqüentes e intensas nas fases quentes da Oscilação Decadal do Pacífico, quando as anomalias da temperatura da superfície do mar são positivas. Por outro lado, sabe-se que o fenômeno das ilhas de calor sobre as cidades tende a aumentar a instabilidade dos sistemas atmosféricos e propiciar o acréscimo das precipitações, como constatado por Tavares (2001) para a cidade de Piracicaba – SP, situada próxima de Rio Claro, onde, entre 1954 e 1997, as chuvas cresceram cerca de 5,8 mm por ano ou quase 300 mm em meio século. Este aumento, comparado com a subida das temperaturas, mostrou que, entre 1917 e 1997, houve uma elevação da pluviosidade em torno de 163 mm para cada 1º C de aquecimento experimentado pela área urbana.

As áreas urbanas, para estudo das conseqüências das precipitações, devem contar com uma rede de postos pluviométricos, eqüitativamente espalhados e dotados, alguns deles, com pluviógrafos, visando o conhecimento da distribuição espacial, da quantidade e da intensidade das chuvas. Graças ao Laboratório de Climatologia do Departamento de Geografia, do IGCE – UNESP, a cidade de Rio Claro, atualmente, é a que, no Brasil, oferece melhores condições para a realização de pesquisas com este objetivo, sanando, por exemplo, dificuldades encontradas por Grilo (1992), que, a partir de dados coletados na Floresta Estadual anexa à cidade, verificou a inexistência de notícias sobre impactos causados por cinco eventos com precipitações entre 102 e 167 mm em 24 horas, enquanto danos foram divulgados pela imprensa em, pelo menos, três ocasiões, com chuvas de 10 mm ou menos. Nestas oportunidades, jornais locais estamparam as manchetes: *“fortes chuvas causam dificuldades aos moradores de Rio Claro”*; *“chuva provoca muitos estragos na cidade”* e *“chuvas arrancam telhas do terminal rodoviário”*.

Sabedores de que as cidades tropicais brasileiras estão sujeitas aos episódios pluviais extremos, autoridades públicas e os atores sociais precisam assumir ações efetivamente comprometidas com a criação de ambientes citadinos desprovidos de situações de risco, cumprindo tarefas e compromissos básicos, respeitando a legislação vigente e privilegiando os interesses coletivos no loteamento dos espaços urbanos, a fim de que se dissipem as tragédias anunciadas. Assim sendo, medidas simples, como a construção de pequenos reservatórios em áreas públicas e o controle sobre a impermeabilização dos lotes, podem ser

adotadas antes que o espaço seja ocupado, pois ações corretivas sempre têm custos mais elevados e são de difícil aplicabilidade.

REFERÊNCIAS

ANTONIO FILHO, F. D. Crescimento urbano e recursos hídricos: o caso de Rio Claro (SP). **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, Rio Claro, v. 1, n. 1, p. 55-62, 2003. Disponível em: <<http://cecemca.rc.unesp.br/ojs/index.php/estgeo/article/view/290>>. Acesso em: 6 set. 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 303/2002**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302>>. Acesso em: 10 dez. 2007.

BRINO, W. C.; TAVARES, A. C. Probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos em Rio Claro – SP. **Revista de Geografia**, São Paulo, v. 1, p. 25-34, 1982.

CASTRO, A. W. S. **Clima urbano**: as precipitações pluviais em Rio Claro – SP. 1995. 196 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

FELDMAN, F. CPIs para as tragédias anunciadas. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 29 jan. 2007, p. A3.

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

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Boletim Climanálise**, v. 20, n. 1, p. 1-39, jan., 2005. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/pdf/pdf2005/jan05.pdf>. Acesso em: 6 set. 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Imagens de satélites meteorológicos**. Disponível em: <<http://satelite.cptec.inpe.br/home/>>. Acesso em: 6, set., 2007.

MOLION, L. C. B. Aquecimento global, El Niños, manchas solares, vulcões e oscilação decadal do Pacífico. **Revista Climanálise**, Cachoeira Paulista, v. 3, n. 1, p. 1-5, 2006. Disponível em: http://www6.cptec.inpe.br/revclima/revista/pdf/Artigo_Aquecimento_0805.pdf. Acesso em: 6 set. 2007.

SÃO PAULO (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Portaria DAEE nº 1213, de 6 de agosto de 2004**. Disponível em: <<http://www.comitecpj.sp.gov.br>>. Acesso em: 6 set. 2007.

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

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

TROPPEMAIR, H. **Aspectos históricos e geográficos de Rio Claro**. Rio Claro: Arquivo Público e Histórico do Município de Rio Claro “Oscar de Arruda Pentead”, 1993.

Informações sobre os autores:

1] Antonio Carlos Tavares – <http://lattes.cnpq.br/3052933076991771>
Professor Adjunto do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP, Campus de Rio Claro – SP
Contato: atavares@rc.unesp.br

2] Ane Caroline Freschi Silva
Bolsista de Iniciação Científica do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP, Campus de Rio Claro – SP
Contato: acfs@rc.unesp.br



CLIMEP. Climatologia e Estudos da Paisagem, Rio Claro, SP, Brasil – eISSN: 1980-654X – está licenciada sob [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)