

EPISÓDIOS PLUVIAIS INTENSOS EM ÁREAS URBANAS: O EXEMPLO DE RIO CLARO – SP. Ane Caroline Freschi Silva, Antonio Carlos Tavares e Carlos Augusto da Costa Prochnow. Geografia – Curso de Geografia - Departamento de Geografia – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – campus de Rio Claro.

O crescimento das áreas urbanas, fruto de migrações oriundas do campo e da concentração, dentre outras, de atividades comerciais, financeiras, institucionais, residenciais e industriais tem modificado a qualidade ambiental nas cidades, inclusive as características climáticas, gerando um contraste com as áreas rurais adjacentes. Diante disso foi criada a expressão clima urbano, destinada a caracterizar um dado espaço abarcado pela urbanização. Seu estudo visa a compreensão da organização climática das cidades, pressupondo desde o enfoque de escalas regionais às variações internas existentes no espaço citadino.

Uma das características evidenciadas no clima urbano é o aumento das precipitações, que se dá, principalmente, pela maior ocorrência de aguaceiros. O incremento da chuva decorre da concentração de núcleos higroscópicos advindos da emissão de poluentes, da formação de ilhas de calor e da ocorrência de convergência.

Alguns poluentes, principalmente nitratos, atuam como núcleos de condensação. A abundância desses núcleos, indispensáveis à formação das nuvens, e, por vezes, o acréscimo no teor de vapor de água na atmosfera, propiciado pelas emissões industriais e de veículos automotores, facilitam a condensação e aumentam a nebulosidade.

A formação de ilhas de calor nas cidades decorre de inúmeros fatores. O baixo albedo e a natureza dos materiais de construção facilitam a absorção da energia solar. À medida que a cidade se aquece, as variedades de formas, a aglomeração das edificações e as diversas orientações dos prédios possibilitam a emissão e a reflexão da energia armazenada nas mais diversas direções e sua difusão e retenção no ambiente construído. Como a cidade constitui uma área impermeável e desprovida, na maioria das vezes, de corpos de água representativos, a energia nela incidente deixa de atuar no processo de evaporação e age no aquecimento superficial. Simultaneamente, processos industriais, calefação e a circulação de veículos automotores atuam também no aquecimento da atmosfera urbana. O aquecimento basal do ar sobre a cidade gera gradientes superadiabáticos e condições de instabilidade, favorecendo a convecção.

Quanto maior a cidade mais rugosa se torna sua superfície em decorrência de uma multiplicidade de formas. A rugosidade, intensificando o atrito, altera a velocidade do vento. A queda da velocidade à medida que o fluxo se aproxima da área urbana, cria uma zona de convergência, onde o ar ganha movimentos ascendentes. Se o ar for instável em decorrência do aquecimento basal e por possuir alto teor de vapor de água, a convecção é intensificada. Com a presença abundante de núcleos higroscópicos, as nuvens são formadas com mais facilidade e as chuvas intensificadas.

O objetivo deste trabalho foi estudar a ocorrência de episódios pluviais intensos na cidade de Rio Claro-SP, situada na Média Depressão Periférica Paulista, a 22° 25' de latitude sul e 47° 34' de longitude oeste. A área urbana ocupa, preferencialmente, o interflúvio entre o Ribeirão Claro e o Rio Corumbataí, que, do ponto de vista geomorfológico, corresponde a um pedimento detrítico nivelado numa altitude em torno de 600 metros e elaborado no início do quaternário. Em decorrência do seu sítio a cidade tem uma topografia predominantemente plana cortada por pequenos córregos, que propiciam desníveis inferiores a 30 metros, cujas bacias estão quase totalmente impermeabilizadas e cujos cursos e várzeas foram transformados em avenidas.

Estudos que visem o impacto causado por aguaceiros em áreas urbanas devem estar assentados sobre dados coletados por uma rede bastante densa de pluviômetros, pois a chuva é um atributo climático com grande descontinuidade espacial. É aconselhável também que, simultaneamente, a precipitação seja monitorada por pluviógrafos, para melhor avaliação da intensidade dos eventos. Por essa razão a cidade de Rio Claro – SP, fruto da rede pluviométrica administrada pelo Laboratório de Climatologia do Departamento de Geografia do IGCE, UNESP, possui condições adequadas para pesquisas voltadas para essa finalidade.

Os sistemas atmosféricos que causam precipitações no território brasileiro estão associados às zonas de baixas pressões equatoriais e de baixas pressões subpolares. A primeira é composta 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 principalmente na Amazônia Ocidental, mas, sobretudo no verão, suas incursões em direção ao Brasil Meridional, facilitadas pelo sistema de baixa pressão do Chaco e pelas áreas deprimidas interiores, são responsáveis por grande parte das precipitações que acontecem nas regiões centro-oeste e sudeste do país. Os sistemas frontais, que exemplificam a ação das baixas pressões subpolares, atuam no território brasileiro, 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, que, diante de temperaturas mais elevadas e de ar mais úmido, eles propiciam precipitações bastante acentuadas no sudeste do país. As chuvas tendem a ser extremamente elevadas quando, pelo interior, a Massa Equatorial Continental, atraída pela Depressão do Chaco, se opõe aos avanços do ar frio. Nessas situações, com frequência, 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 Atlântico, 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 e no princípio do outono que as cidades brasileiras situadas nas imediações do Trópico de Capricórnio são afetadas por episódios pluviais intensos, que causam danos materiais e ceifam vidas, pois são agravados pela ocupação inadequada dos espaços urbanizados.

Durante o mês de janeiro de 2005, na área urbana de Rio Claro, houve 22 dias com precipitações de 1 mm ou mais no campus da UNESP, localizado no Bairro Santana, mais próximo da área central e quase completamente tomado por edificações e 17 dias no campus localizado no bairro Bela Vista, junto à Floresta Estadual Armando Navarro de Andrade. Os totais pluviométricos mensais foram, nestes dois postos, respectivamente, de 451,9 mm e 482,2 mm. Levando-se em conta os outros postos espalhados pela cidade, a chuva no mês de janeiro oscilou entre 405,3 mm ao sul da área urbanizada, e 580,9 mm, ao norte. Tais dados excederam o valor médio de janeiro, do período 1962 a 1992, obtido na Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade, que foi de 247,9 mm e o do período 1993 a 2006, obtido na UNESP, bairro Santana, de 259,2 mm.

Houve, na oportunidade, dois períodos de chuvas abundantes, que se estenderam entre o início de janeiro e o dia oito e do dia 19 ao final do mês. Em ambos as atividades frontais e a participação da Massa Equatorial Continental nas atividades frontogenéticas responderam pelos valores elevados. Com respeito ao segundo período, São Paulo esteve submetido à ação de um sistema frontal desde o dia 16 de janeiro. Junto ao litoral e em grande parte do estado o ar quente que convergia em direção à frente era oriundo do anticiclone subtropical do Atlântico, o que, em Rio Claro, resultou em baixos valores pluviométricos. Ao final do dia 17 o sistema frontal, junto ao Atlântico alcançou o norte da Bahia, mas pelo interior, constituindo uma frente quente, convergia para o sudeste do país o ar úmido oriundo da Amazônia Ocidental, o qual, no dia 19, foi o responsável pelas condições do tempo em São Paulo e no Paraná. Neste dia outra frente fria era vista sobre o Rio da Prata em deslocamento para o norte. Embora tenha se deslocado para o mar, este novo fluxo de ar frio revigorou as atividades frontais na latitude tropical e deslocou o ar equatorial úmido para noroeste, restringindo sua atuação ao estado paulista, mas, mesmo assim, as chuvas se prolongaram até o dia 22, quando outra frente fria estava, no início da noite, sobre o Uruguai. Esta frente, no dia seguinte, se posicionou sobre o Atlântico, junto ao litoral do Rio Grande do Sul. Ao norte dela um sistema anticiclônico polar tropicalizado, atuando em São Paulo, fez com que cessassem as chuvas em São Paulo. No dia 24 o anticiclone subtropical de Santa Helena, pelo mar, e a Massa Equatorial Continental, pelo interior, em deslocamento para o Brasil meridional, geraram uma frente quente que se estendia do Atlântico para o continente, onde afetava os estados da região sul do Brasil. Como consequência, a frente fria, que na véspera agia junto ao estado do Rio Grande do Sul, recuou para o Uruguai. Um novo fluxo de ar frio, reforçando as altas pressões polares na porção meridional da América do Sul, acarretou a junção dos dois sistemas frontais e gerou uma frente fria que se deslocou rapidamente para a latitude tropical, onde, no dia 25, passou a ser responsável por precipitações abundantes que se prolongaram, sob sua

responsabilidade, até o dia 27. Neste dia o tempo instável proveniente das atividades frontogenéticas se estendia de São Paulo até a Bahia, pois o eixo frontal, a partir do oceano, tomava a forma de um arco, que passava pelo sul do estado baiano, pelas porções norte e oeste de Minas Gerais e atingia o território paulista. Tal configuração deixava clara a incursão, através das áreas deprimidas do interior do Brasil, para o sudeste da Massa Equatorial Continental. Assim sendo, no dia 28 ficou configurada a ação de uma frente fria no litoral da Bahia e de uma frente quente sobre os estados do Mato Grosso do Sul e São Paulo e na área do Triângulo Mineiro. Esta situação, para o estado de São Paulo, perdurou até o final do dia 29, quando o rápido deslocamento de um novo sistema frontal, de Baía Blanca para o Uruguai, levou o sistema frontal que agia sobre São Paulo para latitudes mais setentrionais.

Nos dias 28 e 29 de janeiro, com a atuação do ar equatorial úmido, as precipitações foram extremamente elevadas em Rio Claro, variando de 145 mm, ao sul da cidade, até 245 mm na área norte. Essa situação foi mais grave porque tais valores foram frutos principalmente de aguaceiros que se concentraram em períodos reduzidos, como na manhã do dia 29, tal como registrado pelo pluviógrafo localizado no campus da UNESP no bairro Bela Vista.

Diante de tais circunstâncias, ficou claro o uso inadequado do solo urbano. A ausência de áreas verdes, para facilitar a infiltração da água, acarretou um escoamento superficial excessivo, que se valeu da grande densidade de drenagem formada pelas vias públicas e desembocou nas avenidas estabelecidas ao longo dos cursos de água que drenavam a cidade. Os danos causados foram detectados pela Defesa Civil e noticiados pela imprensa local. Como tais episódios irão se repetir, fruto da circulação regional, compete à administração pública nortear a ocupação do solo urbano de forma mais racional, reduzindo a vulnerabilidade da cidade aos eventos extremos dessa natureza.