ASPECTOS CLIMÁTICOS DE CURITIBA-PR
Uma contribuição para o ensino médio

Inês Moresco DANNI-OLIVEIRA[1]

RESUMO

Este artigo tem por objetivo contribuir para um melhor entendimento, no âmbito do ensino médio, dos processos e princípios que afetam os climas, tomando-se a cidade de Curitiba como exemplo. Assim, procurou-se explicar os aspectos climáticos da cidade, sistematizando-se as principais informações climáticas locais disponíveis.
Palavras-chave: clima de Curitiba, dinâmica climática, processos climáticos

ABSTRACT

The objective of this article is to build a better understanding, in a secondary education scope, of the process and principles that affect the climate, taking the city of Curitiba as an example. I tried to explain the city climate aspects by summarizing the main local climate information available.
Key-words: Curitiba's climate, climatic dynamic, climatic process

INTRODUÇÃO

Assim como em todos os lugares da superfície terrestre, o clima da cidade de Curitiba é condicionado pela atuação de fatores estáticos, também conhecidos como geográficos, e fatores dinâmicos.

Os fatores estáticos correspondem à latitude, altitude (relevo) e proximidade ao oceano, e são responsáveis pela quantidade de energia solar que chega à cidade, bem como pela forma como esta energia se manifesta na temperatura do ar.

Os fatores dinâmicos referem-se à atuação das massas de ar e suas zonas de descontinuidade (as frentes), sendo os responsáveis pelo ritmo da sucessão habitual dos estados atmosféricos manifestado no comportamento dos atributos meteorológicos que caracterizam seu clima[2].

[1] Professora do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Paraná.
[2] A noção de veranico aqui utilizada corresponde àquelas situações de outono-inverno na Região Sul em que há ocorrência de um período de em média 3 a 4 dias com elevadas temperaturas do ar.

OS CONDICIONANTES ESTÁTICOS

Para facilitar a compreensão, durante a análise da temperatura do ar, cada fator será tomado isoladamente, considerando-se os demais como constantes. O paralelo de 25º 20' S será tomado como representativo da latitude de Curitiba.

A latitude de um dado lugar nos permite chegar à intensidade de radiação[3] aí existente e conseqüentemente às temperaturas nele registradas. A análise da Figura 1 nos mostra esta relação. Observando-a vamos notar que a temperatura do ar acompanha a marcha da intensidade de radiação, uma vez que esta radiação é quem determina a quantidade de energia solar disponível para aquecê-lo. Isto explica porque os meses de dezembro, janeiro e fevereiro são mais quentes (18,9º C ,20,1º C,e 20,1º C respectivamente) que os meses de junho, julho e agosto (13,2º C, 12,5º C e 14,0º C, respectivamente): nos primeiros a quantidade de energia solar disponível varia de 100 a 96,5%, enquanto nos últimos somente de 65 a 76,5% pode ser utilizada. Tal disponibilidade de energia associada à sua situação topográfica assegura à cidade um caráter de clima mesotérmico úmido com verão quente[4].

Por estar localizada na borda oriental do Primeiro Planalto Paranaense, Curitiba apresenta temperaturas bem distintas de outras cidades que, embora próximas e com aproximadamente a mesma latitude, estejam situadas em terrenos mais baixos. É o caso de Paranaguá, por exemplo, cuja latitude é 25º 29' S,e onde as temperaturas são em média 5º C mais elevadas que as que ocorrem na capital do Estado. O fato de Curitiba estar a 900m acima do nível médio do mar e Paranaguá a somente 10m justifica a discrepância térmica entre ambas. Esta situação é explicada pelo gradiente térmico vertical[4] e expressa a ação da altitude sobre as temperaturas.

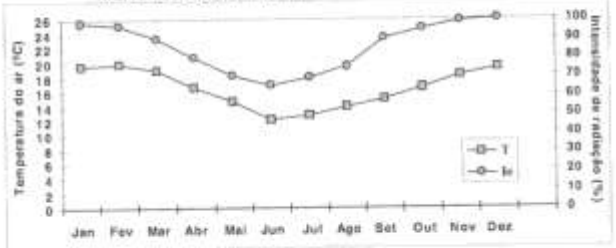
[3] Conforme a classificação climática de Köppen, o *clima mesotérmico úmido* com verão quente deve ter em pelo menos um mês temperatura inferior a 18º C e em todos os meses as temperaturas devem ser superiores a -3º C (VIERS, 1975) Já de acordo com a classificação climática proposta por STRAHLER (1986), o clima da cidade fica denominado subtropical úmido, regulado por massas de ar tropicais e polares.

[4] O gradiente térmico vertical é a razão do decréscimo da temperatura do ar com o aumento da altitude. Seu valor médio na troposfera é de 0,6º C para cada 100 metros (BRANDÃO,s/d)

Sabemos que a proximidade dos oceanos garante aos lugares costeiros uma redução de suas amplitudes térmicas[5]. Como Curitiba dista 80km em linha reta do mar (em média) e, ainda, encontra-se no Planalto, tais efeitos são sensivelmente reduzidos na cidade uma vez que sua amplitude térmica é de 18,4º C, considerando-se a temperatura máxima média do mês mais quente e a temperatura mínima média do mês mais frio. (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1969)

Entretanto, não basta analisarmos somente os condicionantes geográficos para entendermos como a temperatura do ar varia ao longo do ano na cidade. Para sua melhor compreensão, precisamos também levar em conta os condicionantes dinâmicos que, além de interagirem com os anteriores no comportamento térmico do ar, são os responsáveis pelos demais fenômenos meteorológicos que aqui (e em qualquer lugar) ocorrem.

FIGURA 1 - INTENSIDADE DE RADIAÇÃO E TEMPERATURA MÉDIA MENSAL DE CURITIBA/PR



FONTE: Dados obtidos junto ao INMET - Curitiba

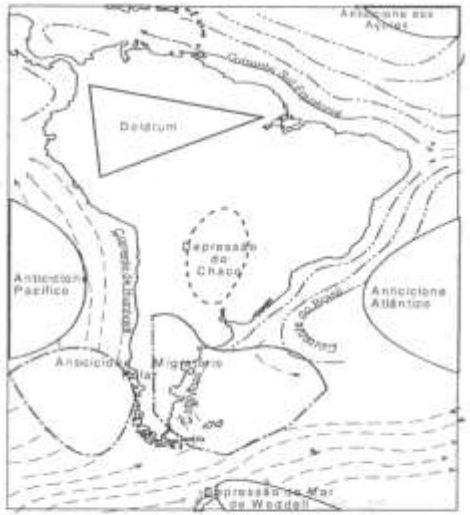
OS CONDICIONAMENTOS DINÂMICOS

As mudanças de temperatura no transcorrer dos dias e das estações do ano que ocorrem em Curitiba são resultantes das trocas

[5] A amplitude térmica corresponde à diferença entre a temperatura máxima e a temperatura mínima de um dado lugar, podendo-se considerar as temperaturas diárias, mensais, ou anuais, por exemplo. (GEIGER,1961)

meridionais dos fluxos de ar que se individualizam nos centros de ação[5] presentes na América do Sul. (Figura 2)

FIGURA 2 - CENTROS DE AÇÃO DA AMÉRICA DO SUL E CORRENTES MARINHAS



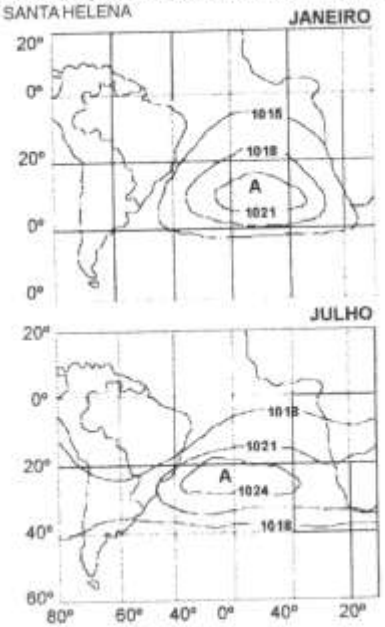
FONTE: Adaptado de Monteiro, 1973, p. 1 e 2.
Digitalizado por Inês Moresco Danni-Oliveira

De todos, especialmente quatro são os responsáveis pelos mecanismos das trocas de ar que se produzem no Brasil Meridional: o Anticiclone Subtropical do Atlântico ou de Santa Helena, o Anticiclone Migratório Polar, a Depressão do Chaco, e a Zona de Convergência Intertropical.

[5] Os centros de ação são elementos que regem a circulação atmosférica regional. Eles são constituídos de células que formam altas (anticiclones) e baixas pressões (ciclones). As diferenças de pressões entre estas células é que geram os deslocamentos de ar de uma região de alta pressão para uma de baixa pressão atmosférica (PÉDELABORDE, 1970, p. 87)

Como o próprio nome já diz, o primeiro localiza-se no oceano Atlântico e atua na Região Sul do país o ano todo. No verão ele tende a expandir-se meridionalmente, ficando seu centro posicionado a 28º S (em janeiro) com 1021 mb de pressão. Já no inverno, refletindo uma contração em relação ao período anterior, a expansão se dá no sentido dos paralelos, assumindo seu centro a latitude de 23º S (em julho) com 1024 mb de pressão. (Figura 3)

FIGURA 3 - LOCALIZAÇÃO APROXIMADA DO ANTICICLONE DE SANTA HELENA



O Anticiclone Polar, gerado sobre a região da Patagônia ao sul do continente, tem grande mobilidade e divide-se em dois ramos: o Pacífico que ocasionalmente no inverno extravasa por sobre os Andes e vem assim incrementar o Atlântico, de grande importância na circulação atmosférica brasileira, e em especial da Região Sul. Em seus freqüentes

avanços ao longo do ano sobre o continente – quer pela rota do interior, quer pela rota costeira do Atlântico, tem, em grande parte das vezes, a cidade de Curitiba como ponto de passagem em sua busca às latitudes mais baixas – como Salvador ou mesmo Rio Branco, em situações mais extremas. (MONTEIRO, 1963)

A Depressão do Chaco individualiza-se durante o verão na região do Chaco argentino, sendo sua atuação mais restrita neste setor do país.

Sobre a Amazônia Ocidental forma-se na Zona de Convergência Intertropical (região de convergência dos Alísios), uma zona de divergência dos ventos (conhecida como Doldruns, e associada à célula de Walker) que gera a alta pressão dinâmica da Amazônia. Embora ocorra aí o ano todo, é no verão que ela se torna mais abrangente, podendo, por solicitação dos sistemas de baixas pressões, gerar deslocamentos de ar em direção ao sul que ultrapassam os limites do Paraná.

As massas de ar responsáveis pela circulação que controla as características climáticas locais são geradas nesses centros de ação. De acordo com MONTEIRO (1963), são elas:

- Massa de ar Tropical Atlântica (TA): forma-se no setor meridional do Anticiclone Subtropical do Atlântico e caracteriza-se por ser quente e úmida, tendendo à estabilidade[7] devido ao movimento de subsidência do ar, típico dessas células subtropicais.

- Massa de ar Polar Atlântica (PA), gerada no Anticiclone Migratório Polar Atlântico (AMPA), caracteriza-se por ser fria, úmida e estável por formar-se sobre região oceânica fria. A massa de ar Polar Pacífica, quando consegue galgar as porções mais rebaixadas dos Andes Meridionais, junta-se à Polar Atlântica que, assim vigorizada, avança em direção às baixas pressões das latitudes mais baixas. Nestes deslocamentos a PA forma ao longo da interface entre ela e o ar tropical para o qual se dirige, uma zona de descontinuidade

[7] Os movimentos verticais do ar conferem às massas de ar geradas nos anticiclones qualidades dinâmicas denominadas estabilidade e instabilidade. Quando o ar está ascendendo significa que uma parcela de ar junto à superfície está sendo levada para algum nível mais elevado e enquanto esse processo continuar, o ar aí estará instável, já que o processo não faz retornar a parcela para àquela mesma superfície.

chamada frente[8]. Ela é considerada como frente fria porque é "empurrada" pela massa de ar frio; como esta massa tem o nome de Polar Atlântica, a frente leva o mesmo nome: Frente Polar Atlântica. As passagens frontais da PA são importantes reguladoras das chuvas na região uma vez que promovem a instabilidade do ar[9].

- A massa de ar Tropical Continental (Tc), quente e seca, individualiza-se e atua especialmente no verão graças ao movimento de subsidência superior que passa a existir na célula da Depressão do Chaco por ocasião da atuação da frente da massa Polar Atlântica. É importante salientar que as massas de ar são geradas nas células de alta pressão, uma vez que nestas ocorre divergência do ar em superfície. Além disso, as massas de ar para individualizarem-se, (isto é, assumirem características termo-higrométricas próprias), precisam inicialmente ficar estagnadas sobre suas regiões de origem – esta estagnação do ar ocorre em áreas onde os movimentos verticais são de subsidência.

- A massa de ar Equatorial Continental (Ec), por ser gerada na área de divergência dos alísios – os Doldruns – sobre o setor ocidental da Planície Amazônica, caracteriza-se por ser uma massa de ar quente de alta umidade específica; durante o verão, quando as depressões do interior do continente acentuam as diferenças barométricas que nele se instalam, esta massa de ar é solicitada a participar da circulação regional.

Os exemplos da circulação regional a seguir nos permitem perceber situações típicas do inverno e do verão curitibanos, protagonizadas pela

[8] As frentes correspondem à zona de contato entre duas massas de ar de características distintas e formam-se quando se estabelece um gradiente de pressão entre os sistemas que geram tais massas de ar. Assim, quando a massa de ar fria de maior densidade, portanto de maior pressão, avançar em direção à quente, de menor pressão, estará ocorrendo a formação da frente, processo ao qual se dá o nome de frontogênese. Já a dissipação é chamada de frontólise. A evolução da frente depende do jogo de forças entre as duas massas: a progressão da frente fria reflete portanto o deslocamento da massa fria, por exemplo. As frentes estão associadas à nebulosidade e chuvas, porque ao longo de seu eixo o ar é forçado a ascender; em decorrência, ele resfria-se e promove a condensação do vapor, gerando as nuvens, como mostra esquematicamente a Figura 15.

[9] A pseudo Tc é definida por MONTEIRO (1963) como sendo o fluxo de ar quente e seco de NW, decorrente da modificação da massa Polar Velha ou ainda da continentalização da Tropical Atlântica.

atuação das principais massas de ar anteriormente citadas, de acordo com MONTEIRO (1963):

• Durante o inverno a região é palco de atuação preferencial das massas de ar PA e TA. Vamos partir de uma situação em que a região está sob a ação da última massa de ar que, provocando o aquecimento do ar, acentua as diferenças de pressão entre ela e a PA. Esta, por sua vez, estando potencializada por ser inverno, atende de pronto à solicitação barométrica e desloca-se por sobre o Brasil Meridional, forçando a TA a recuar. Nesta sua investida, dá origem à FPA que, acompanhada de grande nebulosidade e chuvas, anuncia a chegada da massa fria e, conseqüentemente, o rebaixamento das temperaturas, céu limpo e formação de geada. Entretanto, ocorrem algumas variações desta situação, isto é, se após a passagem da frente a PA ficar por mais de 5 dias sobre a região (em média), haverá uma tropicalização da massa de ar, com elevação da temperatura e rebaixamento da umidade relativa; nesse caso ela passa a ser chamada de Polar Velha (PV). Em geral, nestas ocasiões, a FPA (agora denominada Frente Polar Reflexa - FPR) encontra-se em torno da latitude de Salvador e, ocorrendo aí frontólise, a PV incorpora-se à TA que passa a dominar novamente a região, mantendo a elevação das temperaturas, embora trazendo um pouco mais de umidade.
Por outro lado, se a FPA ficar estacionária ou oscilante e ativa sobre a região, poderá provocar chuvas excessivas, causando enchentes como as do inverno de 1983, decorrentes de um dos mais marcantes episódios de El Niño do século, e as de maio de 1992, por exemplo.

• Durante o período estival, as massas de ar Tc e Ec vêm se somar às duas anteriores na caracterização da dinâmica regional. Como é verão, a PA encontra-se mais enfraquecida, de tal forma que em geral a FPA não ultrapassa a latitude do Trópico de Capricórnio. Nessas situações, quando a massa e sua frente encontram-se recuadas ao sul do continente, domina na região sul a TA com advecção de NE, assegurando a elevação da temperatura e a ocorrência das chuvas de final de tarde, devido ao aquecimento que a massa sofre ao deslocar-se por sobre o continente.Transcorridos alguns dias, com o

estabelecimento de início moderado da Baixa do Chaco, a região é dominada a este pela TA, agora mais seca, proporcionando tempo bom e calor e a oeste pela pseudo Tc[14], quente e seca, que chega à região com ventos de NW. Na evolução desta situação a Baixa do Chaco atinge sua plenitude permitindo a individualização da verdadeira Tc, graças às largas ondulações que se processam na FPA e que lhe asseguram a importação de ar frio em altitude.
Assim vigorizada, a Tc avança por NW sobre a Região Sul, obrigando a TA a recuar e provocando ondas de calor e tempo bom. Passados poucos dias, a região apresenta condições barométricas propícias para a incursão ao sul do país da Ec, neste período mais vigorosa. Como ela é uma massa especialmente úmida e quente, as temperaturas elevadas são mantidas, porém o bom tempo dá lugar às chuvas convectivas e frontais.

OS ASPECTOS CLIMÁTICOS DA CIDADE

Uma vez definidos os limites impostos pelos condicionantes estáticos e as variações produzidas pelas manifestações dos condicionantes dinâmicos, podemos partir para a análise do comportamento da temperatura e das chuvas que ocorrem na cidade. Nos gráficos de chuva e de temperatura, foram tomados como representativos dos períodos de verão e inverno, os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março para o primeiro caso, e maio, junho, julho e agosto para o último.

AS TEMPERATURAS

Ao examinarmos o comportamento das temperaturas de verão (Figura 4) e de inverno (Figura 7), a primeira coisa que nos chama a atenção é que de ano para ano há uma variabilidade dos valores médios mensais, expressa pelo zigue-zague das curvas. Tal diversidade de comportamento reflete a variação do ritmo em que as massas de ar

[14] Em Climatologia chamamos de "normal" todo valor que represente a média de 30 anos de medição contínua de um dado elemento climático.

atuam na região, responsável por termos em Curitiba verões e invernos distintos de um ano para outro. O contraste gritante entre tais características e a tabela abaixo mostra-nos a inadequação de reduzirmos a uma média a manifestação pulsante desse ritmo.

TABELA 1 - TEMPERATURAS NORMAIS DE CURITIBA - 1901/1930

	MENSAL	MÁXIMA	MÍNIMA
INVERNO (J,J,A)	13,2º C	19,5º C	8,6º C
VERÃO (D,J,F)	19,7º C	25,8º C	15,8º C

De uma forma geral, podemos dizer que se num determinado ano prevalecem massas de ar de origem mais continental, provenientes dos fluxos de NW (e aí podemos considerar as massas de ar Ec, Tc, e pseudoTc), o verão apresenta-se bastante quente, como por exemplo nos anos de 1958, 1966, 1971, 1973 a 1975, 1984 (Figura 4). Nesses anos, as três curvas (média mensal, máximas e mínimas) apresentaram ascensão, indicando verões quentes, apesar das temperaturas mais elevadas não terem coincidido necessariamente nesses anos. As maiores temperaturas máximas mensais são de janeiro de 1958 (34,8º C), dezembro de 1977 (36,6º C) e fevereiro de 1986 (36,9º C).

Quando, ao contrário, prevalecem os fluxos de NE e E, decorrentes da atuação das massas de ar marítimas (TA e PA), os verões apresentam temperaturas mais brandas. É o caso, por exemplo, dos anos de 1957, 1965, 1972, 1979 e 1988 (Figura 4). Contudo, os valores de temperaturas mínimas mais baixos do período ocorreram nos meses de dezembro de 1955 (7,1º C), dezembro de 1957 (8,4º C), janeiro (8,2º C) e março (7,8º C) de 1965, dezembro de 1969 (7,2º C), março (3,9º C) e dezembro (3,5º C) de 1972, e ainda março de 1976 com 6,0.

Agora, ao analisarmos o gráfico a) da Figura 5, verificamos que a temperatura mais elevada de todo o período ocorreu em plena primavera (novembro) do ano de 1977 com 37,8º C. Em 1986, quase se repetiu tal feito, quando em fevereiro a máxima chegou a 36,9º C. Embora o ano de 1965 tenha registrado o menor valor de temperatura máxima (30,6º C), os de 1978 a 1983 foram marcados por apresentarem um decréscimo geral, indicando verões mais amenos.

Durante a série temporal considerada (1955 a 1986), fevereiro mostrou-se o mês mais quente, responsabilizando-se com 34,3% da ocorrência de temperaturas elevadas (Figura 5a).Os meses de dezembro (22,8%) e mesmo novembro (20%) caracterizaram-se por apresentar, com mais freqüência, temperaturas mais elevadas que janeiro, que responde com somente 14,3% das ocorrências. Podemos tomar tal

fato como um indicativo do predomínio durante o mês de janeiro da atuação de massas de ar com temperaturas um tanto mais brandas, como a TA e especialmente a PA.

A década de 1970 apresentou os invernos mais rigorosos do período (Figura 6), já que em todos os anos, pelo menos em um mês, a temperatura mínima foi igual ou inferior a 0º C, ressaltando-se os anos de 1972 e 1975 como os mais frios (-5,2º C e -5,1º C respectivamente). Contudo, merecem destaque como frios os invernos de 1960, 1962, 1970, 1979 e 1984 por apresentarem as três curvas em movimento descendente.

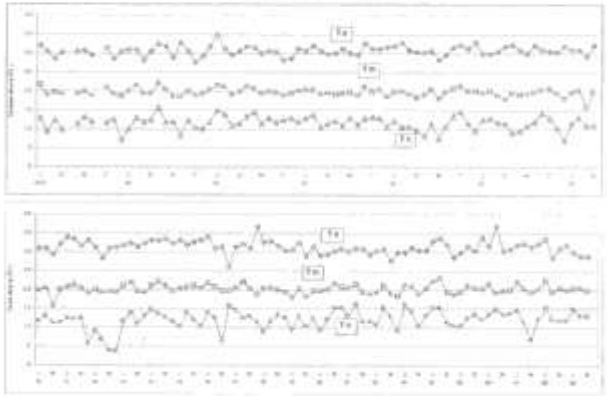
Apesar de ter tido um inverno dos mais frios, por conta da freqüência e potência da massa de ar PA na região, o ano de 1975 mostrou um inverno de contrastes, uma vez que em agosto as temperaturas máximas (30,6º C) e média mensal (16,4º C) foram das mais elevadas. Aliás, o período hibernal curitibano tem comumente agosto como o mês mais quente, haja vista as temperaturas mais elevadas do período ocorrerem neste mês: 29,9º C em 1955 e 1967; 30,2º C em 1963 e 30,3º C em 1988. Agosto pode ser então caracterizado como um mês em que provavelmente ocorre a predominância da massa PV.

Os invernos mais suaves ocorreram nos anos de 1961, 1965, 1977 e 1982, denotando uma atuação menos vigorosa da PA, que nesses anos pode ter cedido lugar aos fluxos de NE da TA, ou ainda ter se tropicalizado com maior freqüência.

Durante os meses hibernais podem ocorrer temperaturas um tanto elevadas para a época, muitas vezes por conta da atuação dos fluxos de NW, decorrentes da instalação da massa de ar pseudoTc, constituindo-se nos chamados veranicos. Os anos de 1959, 1974 e 1983 podem exemplificar esta situação para os veranicos de maio (Figura 4).

A curva da Figura 5b ressalta o fato da década de 1970 ter sido a mais fria do período, como já havíamos chamado a atenção. Até esta década, somente os anos de 1955, 57 e 60 tiveram temperaturas mínimas abaixo de zero e, a partir dela, todas as temperaturas mínimas ficaram bem abaixo desse valor, exceto os anos de 1982 e 1983 (1,2º C e 0,4º C, respectivamente).

FIGURA 4 - TEMPERATURAS DE VERÃO - CURITIBA/PR



LEGENDA: Tx = temperatura máxima, Tm = temperatura média, Tn = temperatura mínima. Os meses considerados correspondem a janeiro, fevereiro, março e dezembro, e estão representados no gráfico em seqüência e iniciando por janeiro (J).

FONTE: Dados obtidos junto ao INMET - Curitiba

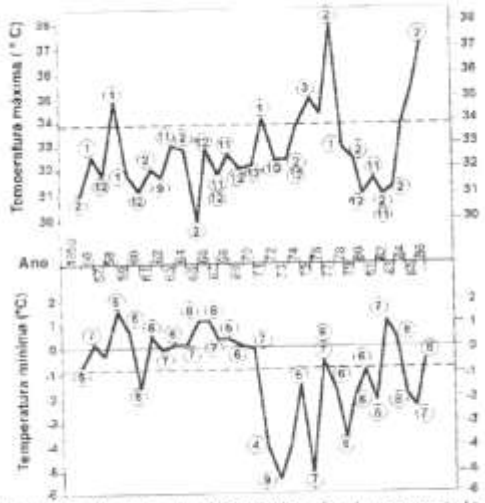
Junho é o mês em que ocorrem com mais freqüência temperaturas baixas (42,4%), seguido de julho (27,3%) e agosto (18,3%), refletindo o vigor da massa PA nestes meses.

A INFLUÊNCIA ANTRÓPICA

As características climáticas de uma cidade sofrem interferência dos equipamentos que ela possui, notadamente observada no comportamento espacial de suas temperaturas. Assim é que, nas áreas onde se concentram os edifícios, o trânsito de veículos, as pessoas e também as indústrias, as temperaturas do ar serão um tanto mais elevadas que naqueles locais onde predominam áreas verdes e baixa densidade de prédios e pessoas. Curitiba não foge à regra, como bem exemplifica a Figura 7. Nela podemos observar que no dia em estudo (6/12/89), a área central da cidade onde as edificações se adensam e o

tráfego é mais intenso, apresentou-se com temperaturas superiores à 28º C (29º C), enquanto que no parque Barigüi as temperaturas foram de 25 º C. Verificamos também que no horário de maior calor (14h) a área da BR 277 próxima ao lago do parque, mostra uma temperatura igual à registrada na área mais urbanizada (27º C), refletindo a interferência da intensidade de veículos.

FIGURA 5 - TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS ABSOLUTAS (1951-58) - CURITIBA/PR



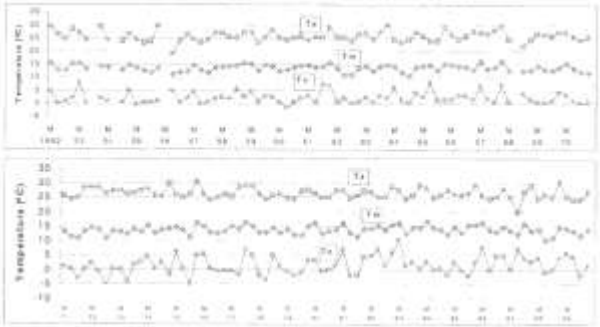
LEGENDA: O número no interior do círculo representa o mês em que ocorreu a temperatura.

FONTE: Dados obtidos junto ao INMET - Curitiba

A ação antrópica sobre as temperaturas pode ser também percebida pelas médias móveis que indicam a tendência dessas temperaturas, uma vez que o aumento e/ou adensamento da área urbanizada induz a uma maior concentração de calor. O gráfico da Figura

8 mostra esta relação. Nele podemos observar que as temperaturas registradas na estação meteorológica do Colégio Estadual do Paraná localizado no centro da cidade (rua João Gualberto), mostram uma tendência à elevação, especialmente notada nos valores de inverno, como decorrência do crescimento urbano e aumento do fluxo de veículos naquela área.

FIGURA 6 - TEMPERATURAS DE INVERNO - CURITIBA/PR



LEGENDA: Tx = temperatura máxima, Tm = temperatura mé-dia, Tn = temperatura mínima. Os meses considerados correspondem a maio, junho, julho e agosto, estando representados no gráfico em sequência e iniciando por maio (M).

FONTE: Dados obtidos junto ao INMET - Curitiba

FIGURA 7 - VARIAÇÃO ESPACIAL DA TEMPERATURA DO AR NO DIA 06/12/89 - CURITIBA

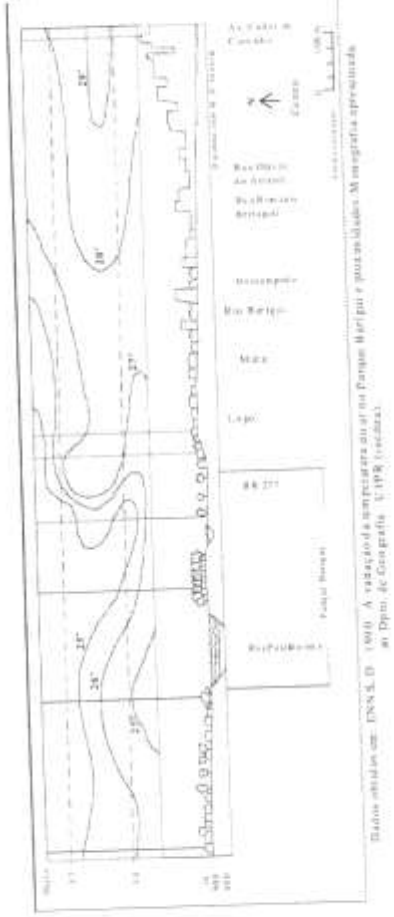
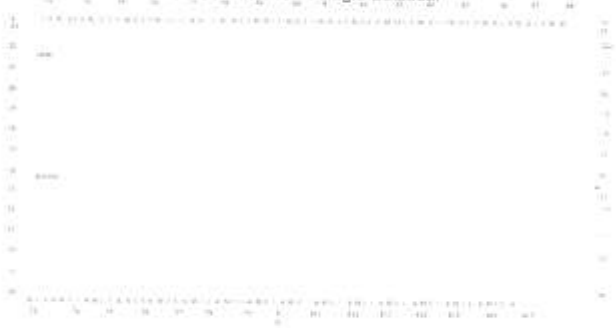


Figura 8 - Tendência das temperaturas de verão e inverno do Centro de Curitiba/PR - Colégio Estadual



LEGENDA: Os números na base e no topo da figura representam os anos e as letras os meses.
FONTE: DANNI-OLIVEIRA, 1992

AS CHUVAS

Da mesma forma que os valores de temperatura refletem a ação das massas de ar, os valores das chuvas indicam a variabilidade de atuação destas massas de ar e suas descontinuidades.

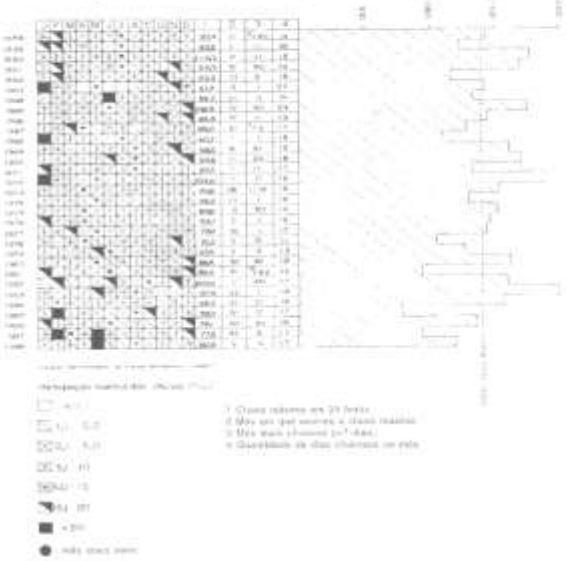
A cidade de Curitiba é bem servida de chuvas, conforme podemos constatar nos totais anuais do pluviograma da Figura 9. Contudo, devemos examinar a figura com mais cuidado, porque ela nos "fala" das variações e da forma de distribuição das chuvas que ocorrem na cidade.

Analisando os totais anuais, os anos de poucas chuvas – 1959, 62, 68, 78, 81 e 85 – apresentaram uma tendência a ser cada vez mais secos, enquanto os anos chuvosos – 1960, 61, 65, 70, 72 e 83 – apresentaram totais progressivamente maiores, acentuando os contrastes entre os anos secos e os chuvosos. É o caso por exemplo de 1983, notadamente chuvoso com 2000 mm por ação de El Niño, quando inclusive ocorreram fortes enchentes, e o de 1985 (o mais seco) com 780 mm de chuva que gerou problemas de abastecimento d'água. A diferença da pluviosidade entre estes dois anos tão próximos (1220 mm), quase totalizou a quantidade de chuvas que, em média, caem na cidade – 1412 mm (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,1969).

No decorrer dos 30 anos apresentados na Figura 9, somente 1973, 74 e 75 tiveram uma distribuição regular das chuvas ao longo do ano. Como bem mostra o pluviograma, é no verão que a cidade tem uma maior concentração pluvial, especialmente manifestada nos meses de janeiro e fevereiro. Além disso, é de dezembro a maio que ocorrem as chuvas mais intensas do ano (veja as colunas 1 e 2 da referida figura). Dezembro também se notabiliza por ser, com mais freqüência, o mês com o maior número de dias chuvosos (colunas 3 e 4 da Figura 9), seguido por janeiro e fevereiro (Figura 10).

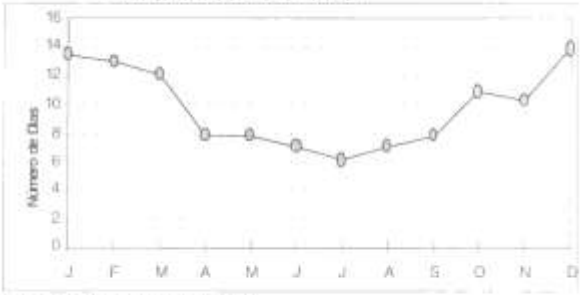
FIGURA 9 - PLUVIOGRAMA DE CURITIBA

Pluviograma de Curitiba (1959-1988) segundo Schroeder (modificado)



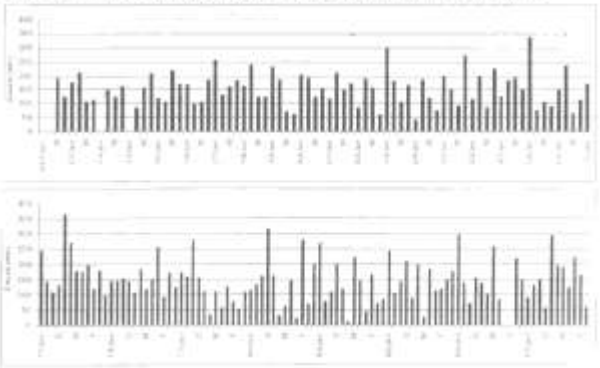
FONTE: Dados obtidos junto ao INMET - Curitiba

FIGURA 10 - NÚMERO MÉDIO DE DIAS COM CHUVAS > 1MM (1951- 88) - CURITIBA/PR



FONTE: DANNI-OLIVEIRA, 1997

FIGURA 11 - DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS DE VERÃO - CURITIBA/PR



LEGENDA: Os meses considerados correspondem a janeiro, fevereiro, março e dezembro, estando representados no gráfico em seqüência e iniciando por janeiro (Jan).

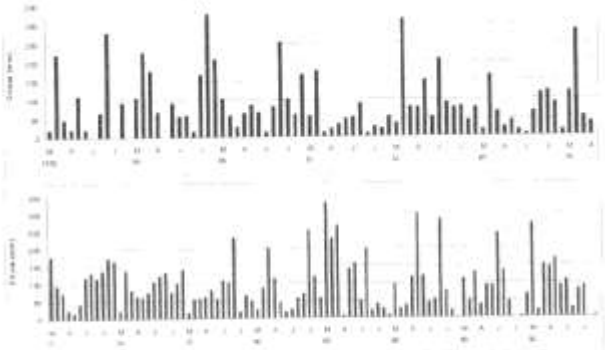
FONTE: DANNI-OLIVEIRA, 1997

As chuvas deste período decorrem da atuação dos fluxos marítimos de E e de NE que têm sua instabilidade reforçada pela atuação da Serra do Mar; da atuação das FPA que embora com uma trajetória mais oceânica nesta fase continuam ativas na região; das investidas da massa de ar Ec, caracteristicamente úmida e instável. Quando estes componentes dinâmicos demoram-se mais ativamente na região, produzem verões extremamente chuvosos como os de 1968, 72 e 80 (Figura 11).

Em geral, é no final do outono e durante o inverno que Curitiba tem seu período menos chuvoso, em decorrência da estabilidade da massa de ar PA (seguida da PV) que passa a dominar a região com mais freqüência nesta época (Figuras 9 e 10). Entretanto, pode acontecer de o inverno, ocasionalmente, apresentar-se muito chuvoso, por conta da freqüência e do ritmo das passagens das FPA, como bem mostram os totais pluviométricos da Figura 12 nos anos de 1960, 64, 70, 73, 79, 82, 83 (o mais chuvoso de todos), 87 e 88.

Agosto é comumente o mês mais seco no que se refere à quantidade de chuvas (Figuras 9 e 12), no entanto é em julho que a cidade tem menos dias chuvosos (Figura 10).

FIGURA 12 - DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS DE INVERNO - CURITIBA/PR



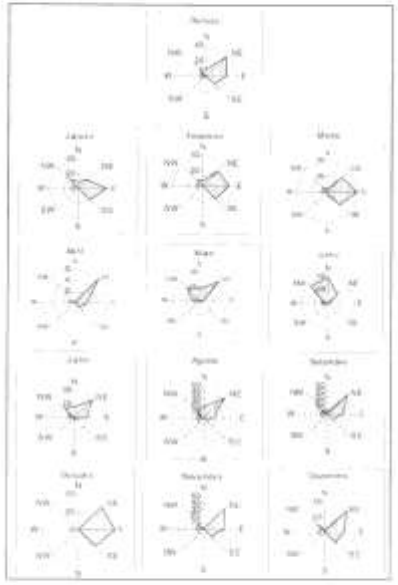
LEGENDA: Os meses considerados correspondem a maio, junho, julho e agosto, e estão representados no gráfico em seqüência, iniciando por maio (M).

FONTE: DANNI-OLIVEIRA, 1997

OS VENTOS

Os ventos resultam da advecção do ar entre regiões com pressões atmosféricas diferentes. Este deslocamento horizontal do ar ocorre da área de maior pressão para a de menor pressão. As características do terreno, tais como relevo, superfícies líquidas, vegetação, presença de cidades, e outras, configuram-se como rugosidade da superfície que interagem com a velocidade e a direção dos ventos. Quanto mais rugosa a superfície, maior será sua ação na redução da velocidade dos ventos. Como esta ação diminui com a altura, os ventos que ocorrem nos níveis mais elevados da baixa troposfera são mais velozes que os da superfície.

FIGURA 13 - DIREÇÃO PREDOMINANTE DOS VENTOS EM CURITIBA (1951-88)



FONTE: Dados obtidos junto ao INMET - Curitiba

Os ventos são denominados de acordo com a direção de onde provêm, uma vez que eles carregam consigo as características térmicas e de umidade do local de sua procedência. Em Curitiba os ventos predominantes são de NE, seguindo-se os ventos de E, SE e NW (Figura 13).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para resumir a análise aqui realizada, podemos dizer que, dada a sua posição geográfica e o controle climático feito pelo confronto dos fluxos de ar tropicais e polares que por ela passam, Curitiba:

1 - É palco da atuação preferencial, ao longo do ano, das massas de ar Tropical Atlântica e Polar Atlântica e suas frentes.

2 - Os verões podem ser qualificados de relativamente quentes por obra da disponibilidade de energia dessa fase, bem como da atuação das massas Tropical Atlântica, Equatorial continental, e Tropical continental, que alternando-se com a então enfraquecida Polar Atlântica, podem fazer as temperaturas chegarem a mais de 35º C, sendo fevereiro o mês mais quente.

3 - Já no período hibernal, quando a quantidade de energia disponível é menor, e por ação e vigor da massa Polar Atlântica, as temperaturas podem alcançar até - 5º C, o que lhe empresta o caráter de invernos brandos, nos termos de classificação climática. Porém, no que se refere aos tipos climáticos brasileiros, a cidade apresenta inverno rigoroso, sendo junho comumente o mês mais frio.

4 - A cidade não apresenta um período propriamente seco, mas chuvas bem distribuídas ao longo do ano, embora com uma maior concentração no verão: nos meses de janeiro e fevereiro há mais chuva, porém em dezembro chove por mais tempo. Respondem pelas chuvas de verão a instabilidade adquirida da massa Tropical Atlântica e seus confrontos com a Polar Atlântica, bem como a atuação da Equatorial continental.

5 - Com uma maior estabilidade do ar, dada principalmente pela participação da massa de ar, Polar Atlântica, o inverno é relativamente menos chuvoso, sendo agosto o mês mais seco, embora em julho ocorram menos dias de chuva.

6 - Finalmente, devemos considerar que, já nos dias de hoje, a cidade apresenta estrutura e porte suficientes para interagir com os aspectos térmicos que definem seu clima, resultando numa elevação das temperaturas nos bairros mais densamente urbanizados.

NOTAS

1. Como o clima corresponde à "série de estados atmosféricos que ocorrem em determinado lugar, em sua sucessão habitual" (SORRE, in PEDELABORDE,1970), não devemos considerá-lo como o estado médio da atmosfera, sob pena de estarmos reduzindo a uma média fenômenos extremamente dinâmicos que, embora expressem o que de habitual ocorre com o tempo, manifestam-se em ritmos variados.

2. A intensidade de radiação (Io) representa a quantidade de energia solar que atinge o topo da atmosfera de dado lugar. Ela é dada pela fórmula

$Io = S0 \times sen\ h$

onde So é a constante solar (2 cal/cm²/min) e h é o ângulo formado entre a radiação solar incidente do lugar as doze horas locais (STRAHLER, 1971).

3. Conforme a classificação climática de Köppen, o clima mesotérmico úmido com verão quente deve ter em pelo menos um mês temperatura inferior a 18º C e em todos os meses as temperaturas devem ser superiores a -3º C (VIERS, 1975). Já de acordo com a classificação climática proposta por STRAHLER (1986) o clima da cidade fica denominado subtropical úmido, regulado por massas de ar tropicais e polares.

4. O gradiente térmico vertical é a razão do decréscimo da

temperatura do ar com o aumento da altitude. Seu valor médio na troposfera é de 0,6º C para cada 100 metros. (BRANDÃO, s/d)

5. A amplitude térmica corresponde à diferença entre a temperatura máxima e a temperatura mínima de um dado lugar, podendo-se considerar as temperaturas diárias, mensais, ou anuais, por exemplo. (GEIGER,1961)

6. Os centros de ação são elementos que regem a circulação atmosférica regional. Eles são constituídos de células que formam altas (anticiclones) e baixas pressões (ciclones). As diferenças de pressões entre estas células é que geram os deslocamentos de ar de uma região de alta pressão para uma de baixa pressão atmosférica. (PÉDELABORDE,1970, p. 87).

7. Os movimentos verticais do ar conferem às massas de ar geradas nos anticiclones qualidades dinâmicas denominadas estabilidade e instabilidade. Quando o ar está ascendendo significa que uma parcela de ar junto à superfície está sendo levada para algum nível mais elevado e enquanto esse processo continuar, o ar aí estará instável, já que o processo não faz retornar a parcela para aquela mesma superfície.

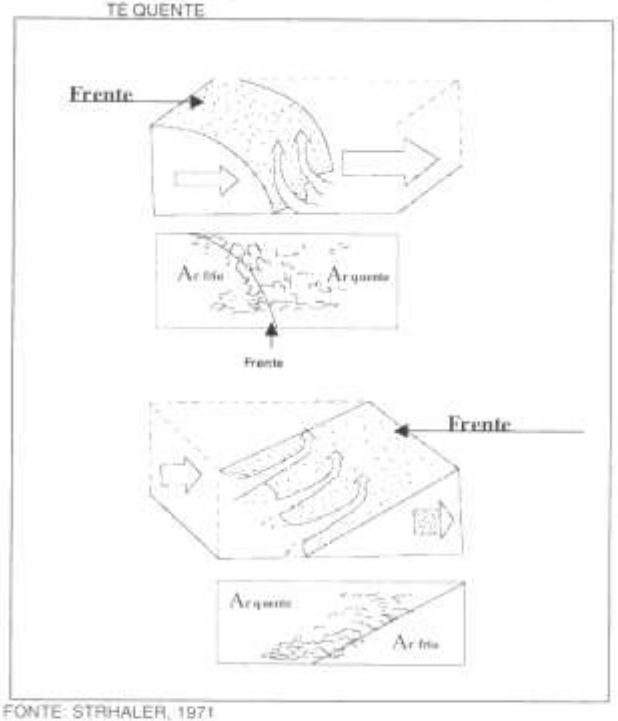
FIGURA 14 - ESTABILIDADE E INSTABILIDADE DO AR

Os meios de comunicação costumam associar à instabilidade a ocorrência de chuvas e nuvens. Embora esta associação tenha algo de verdade, ela não é inteiramente correta. Isto porque as nuvens somente se formam quando há ascensão de ar úmido, logo quando o ar está instável. Entretanto, convém salientarmos que o fato do ar estar instável não garante a formação de nuvens e muito menos de chuva naquele lugar.

Quando o ar estiver descendo, isto é, estiver sendo escoado por

gravidade de algum ponto elevado da troposfera para a superfície, diz-se que ele está em subsidência e conseqüentemente será estável, já que a parcela de ar está sendo forçada a voltar à superfície. O modelo esquemático abaixo ilustra estas situações (GEDZELMAN,1980).

FIGURA 15 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE FRENTE FRIA E FRENTE QUENTE



FONTE: STRHALER, 1971

REFERÊNCIAS

BRANDÃO,R. G. *Dicionário de meteorologia*. Rio de Janeiro: Escola de Aeronáutica do Rio de Janeiro - EEAR, s/ data. p. 54.

DANNI-OLIVEIRA, I. M. Considerações sobre a tendência das temperaturas de inverno e verão na cidade de Curitiba-PR. In: *Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Resumos...* Rio Claro. UNESP, 01 a 04 de dezembro de 1992. p. 42.

DANNI-OLIVEIRA, I. M. A distribuição e a variabilidade das chuvas em Curitiba. In: *VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplica e I Fórum Latino-americano de Geografia Física Aplica. Anais...*, Curitiba. Departamento de Geografia - UFPR, 11 a 15 de outubro de 1997, v. II, CDRom.

GEDZELMANN, S. D. *The science and wonders of the atmosphere*. New York: John Wiley and Sons, 1980.

GEIGER, R. *Manual de microclimatologia*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, p.68, 1962.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. *Normas climatológicas*. Rio de Janeiro: Escritório de Meteorologia, v.IV, 1969.

MONTEIRO,C. A. F. Clima, in *Geografia do Brasil: grande região sul*. Rio de Janeiro: IBGE, v. IV, tomo I, 1963.

PÉDELABORDE, P. *Introdution à l'étude scientifique du climat*. Paris: Société d'Enseignement Supérier, 1970, p. 20.

STRAHLER, A. *The earth science*. New York: Harper and Row Publishers, 1971, p.200.

_____. A. *Geografia física*. Barcelona: Ediciones Omega S.A., 1986.

TREWARTHA, G. T.; HORN, Lyle H. *An introduction to climate*. New York: Mac Graw-Hill Book Company, 1980.

VIERS, G. *Climatología*. Barcelona: Ediciones Oikos-Tau, 1975, p.128.