

GEOGRAFIA E CLIMATOLOGIA

José Bueno Conti

RESUMO:

A Climatologia, como parte integrante da Geografia, concentra suas atenções na superfície do planeta, onde se dá a conexão dos processos atmosféricos, geomorfológicos, hidrológicos e biológicos e onde o homem, vivendo em sociedade, produz e organiza seu espaço. Da mesma forma que a Geografia, a Climatologia trabalha com várias orientações metodológicas dependendo da temática adotada, dos objetivos e da escala de análise. O artigo examina algumas das propostas metodológicas praticadas na Climatologia Geográfica.

PALAVRAS-CHAVE:

Climatologia, metodologia, geografia, atmosfera

RESUMÉ:

La Climatologie, en tant que secteur de la Géographie, concentre ses attentions sur la surface de la planète où se réalisent les processus atmosphériques, géomorphologiques, hydrologiques et biologiques et où l'homme, organisé en société, produit et aménage son espace. De la même façon que la Géographie, la Climatologie a plusieurs orientations méthodologiques selon la thématique adoptée. Les buts et l'échelle d'analyse. L'article analyse quelques propositions méthodologiques adoptées para la Climatologie Géographique.

MOTS-CLÉF:

Climatologie, méthodologie, géographie, atmosphère

Introdução

A realidade geográfica é construída de uma convergência racional de elementos e processos evolutivos, cada qual com sua especificidade e seu ritmo próprios.

Enquanto ciência da natureza e da sociedade, a Geografia relaciona dados heterogêneos e diacrônicos, apresentando, em razão disso, grande variedade de métodos de pesquisa. Por sua natureza epistemológica, pode ser considerada metodologicamente plural.

A Geografia, enquanto corpo de conhecimentos organizado e coerente, pode ser entendida, também, como estudo das diferenciações regionais (HARTSHORNE, 1978) e, nesse sentido seria ocioso distinguir entre Geografia da Socie-

dade e Geografia da Natureza. De longa data, a Geografia vem convivendo com situações dicotômicas (geografia física x humana, geografia sistêmica x regional, etc.), porém, essas fronteiras cada vez mais se enfraquecem e se diluem e isso é metodologicamente enriquecedor.

A Climatologia, embora por sua natureza se aproxime das ciências físicas e exatas, sempre se fez presente no universo das investigações geográficas porque sua preocupação está necessariamente associada ao espaço terrestre, enquanto projeção, sobre essa realidade, dos fenômenos atmosféricos.

Na história da civilização ocidental, assim como os Grandes Descobrimentos dos séculos XIV e XV contribuíram para o alargamentos dos espaços conhecidos, especialmente os localiza-

dos na faixa intertropical, no campo da Climatologia ajudaram a entender a circulação geral da atmosfera e outros fenômenos de macro-escala.

A Climatologia Geográfica preocupa-se, fundamentalmente, com seu papel na elaboração das paisagens e do mosaico espacial, no qual é, também, muito relevante o papel da história, da cultura e do modelo econômico. Concentra suas atenções na superfície do planeta, onde se dá a conexão dos processos atmosféricos, geomorfológicos, hidrológicos e biológicos e onde o homem, vivendo em sociedade, produz e organiza o espaço, isto é, constrói seu *ecúmeno*.

A climatologia feita pelos geógrafos deve utilizar as situações quotidianas, vale dizer, a sucessão dos processos aerológicos e sinóticos para, a partir daí, determinar as características climáticas regionais e locais.

O estudo do clima sempre foi um forte componente do discurso dos geógrafos, desde o período em que esta ciência era tida como mera descrição de regiões. Não é difícil entender essa estreita associação, uma vez que, na análise da paisagem, o clima é o agente exógeno de maior interferência.

As relações entre a sociedade e o clima se estabelecem segundo um processo dialético: os processos atmosféricos globais organizam espaços climáticos a partir de escalas superiores em relação às inferiores, ao passo que a ação da sociedade evolui no sentido inverso, ou seja, das escalas inferiores para as superiores.

Metodologias separativa e dinâmica

A pesquisa climatológica apresenta, sob o ponto de vista do método, duas grandes vertentes: a *separativa* ou *analítica*, também chamada de *estática*, e a *sinética*, designada, por muitos, de *dinâmica*.

A primeira consiste em estudar cada elemento do tempo (no sentido atmosférico), tais como temperatura, chuva, umidade relativa, nebulosidade, etc., com o objetivo de calcular médias, abrangendo longas séries de observações,

de tal forma que, por meio da avaliação isolada de cada um desses elementos e de sua comparação, se possa chegar à caracterização do clima. É, essencialmente, quantitativa.

O método separativo foi usado, por muito tempo, pela chamada Escola Alemã de Climatologia, em virtude da grande influência deixada por Julius Hann e seus seguidores, os quais concebiam o clima de um lugar como estado médio da atmosfera sobre esse lugar. Esse movimento foi importante na segunda metade do século XIX e início do século XX, tendo sido o primeiro o primeiro *Manual de Climatologia* de Hann, publicado em 1883. O estudioso alemão Wladimir Köppen (1846-1940) foi um nome destacado dessa Escola, porém, sua proposta de classificação climática apresentou um avanço, ao associar os grandes domínios climáticos com os principais associações vegetais do globo. A primeira edição de seu livro *Climatologia* foi publicada em Hamburgo, em 1923.

O método separativo viria a ser, posteriormente, criticado pelo fato de isolar os elementos que na natureza aparecem associados, mantendo, portanto, elevado grau de abstração e mascarando a realidade. A climatologia analítica não ia além da descrição, nada contribuindo para a explicação ou a gênese dos fenômenos climáticos. Contudo, Humboldt, como principal proponente do *princípio da causalidade* em Geografia, fugiu a essa regra, pois conforme assinala a Prof^a Mercedes Martin Ramos, da Universidade de Barcelona "*con Humboldt también se asentó la supremacía de la diversidad climática como factor explicativo de la distribución de los seres vivos sobre la superficie terrestre*" além de outros como a distribuição das terras e águas e o relevo. A mesma autora reafirma o fato já conhecido de que foi Humboldt o primeiro a elaborar um mapa de isoterms médias anuais do hemisfério norte (RAMOS, s/d: 143).

Cabe ressaltar, contudo, que vários climatólogos alemães, especialmente Köppen, já citado, e Von Beber, desde o final do século XIX, haviam trabalhado com conceitos mais flexíveis

e métodos de pesquisa que incluíam as análises do tempo meteorológico no estudo do clima. Apesar disso, em nenhum ponto de suas obras manifestam-se contrariamente ao conceito de clima introduzido por J. Hann.

Diversos estudiosos, seguidores da climatologia analítica, produziram trabalhos com essa orientação metodológica na primeira metade do século XX, relacionando os elementos do clima, especialmente precipitação e temperatura, a fim de criar índices climáticos, quase sempre com a finalidade de caracterizar a aridez. KÖPPEN (1948), DE MARTONNE (1926), EMBERGER (1932) etc. são alguns desses estudiosos. Utilizando dados de evapotranspiração, destacou-se, pioneiramente, THORNTWAITE (1948), ao passo que outros empregaram digramas ombrotérmicos, dos quais o mais conhecido é o de GAUSSEN e BAGNOULS (1952) para determinação do mês seco e do índice xerotérmico.

Além dos índices, a climatologia analítica tem contribuído com as chamadas *cartas de fatores limitantes*, especialmente as de temperatura e precipitação mínimas, as quais permitem a elaboração de documentos de síntese, denominados *cartas de aptidão*, muito utilizadas nos planejamentos agrícolas. Além disso, a climatologia de base quantitativa vem evoluindo para a proposição de cálculos de probabilidades e modelos estocásticos, como as cadeias de Markov, para avaliar a alternância de dias chuvosos e secos.

Na Escola Francesa, um dos maiores nomes da climatologia analítica é o de Angot, o primeiro a estabelecer as médias de observações de meio século (1851-1900) para um número grande de postos.

A maior restrição ao método analítico foi feita, contudo, pela própria Escola Francesa, desde Maximilien Sorre, o qual foi responsável pela introdução de um novo conceito de clima: "*sucessão habitual dos tipos de tempo*" (1934). A concepção sorreana, por sua vez, derivou da Teoria da Frente Polar, elaborada pelo estudioso escandinavo Bjerknes, com base em observações feitas nas latitudes médias do hemisfério norte

(BJERKNES, 1923). Essa definição baseava-se, como se vê, numa concepção sintética, enfatizando a importância da dinâmica da atmosfera e das massas de ar, como principais dados para caracterizar os climas, permitindo, ainda, a investigação da gênese dos processos.

Por outro lado, a descoberta das *correntes de jato* (ou "*jet streams*"), situada nos limites da troposfera, por Rossby, em 1947 iria concorrer para aprimorar o entendimento da circulação geral e o amadurecimento definitivo da climatologia dinâmica (ROSSBY, 1947).

Em meados do século XX, o principal pesquisador da climatologia dinâmica, na França, foi Pierre Pédélaborde, insistindo em que se devia tomar, como unidade básica de estudo, o *tipo de tempo*, noção muito mais complexa e abrangente. O estudo da frequência e sucessão dos tipos de tempo constitui a base dessa metodologia de pesquisa, a qual, obviamente, está associada ao movimento das massas de ar.

A mais importante contribuição de Pédélaborde foi sua tese de doutorado "*Le Climat du Bassin Parisien*", publicada em 1957, na qual se encontra ampla análise dos tipos de tempo na bacia parisiense.

Entre nós, o pioneiro foi Ary França com sua tese de doutorado "*Estudo sobre o Clima da Bacia de São Paulo*" publicada em 1946, onde identifica as principais massas de ar atuantes no Sudeste Brasileiro e seu dinamismo no decurso das estações do ano. (FRANÇA, 1946).

O maior divulgador dessa nova proposta, porém, foi Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, que vem produzindo estudos sobre o clima brasileiro, desde o início dos anos 50 (MONTEIRO, 1951). Foi o criador da *análise rítmica*, o que consiste na montagem da representação simultânea dos elementos do clima, em sua variação diária, acoplando a representação gráfica da seqüência da alternância dos diferentes sistemas meteorológicos envolvidos na circulação secundária, sendo, este último dado, obtido em cartas sinóticas de superfície, às quais, posteriormente, se acrescentariam as imagens de satélites. Tal procedi-

mento supõe a escolha de *anos-padrão* que representem os diferentes graus de proximidade dos ritmos considerados habituais, ao lado daqueles que se desviam em virtude das irregularidades da circulação (MONTEIRO, 1971).

Outras metodologias

Todavia, no âmbito das pesquisas climatológicas, outras metodologias costumam ser adotadas, quanto se trata de atingir fins específicos. Por exemplo, o estudo de séries temporais que obedece a escalas de intervalos e constitui um conjunto ordenado de investigações. A tendência que, em termos estatísticos, se define como a função do valor médio de seu processo gerador, expressa-se pela reta de mínimos quadrados, definida pela equação $y = b.x + a$, onde a representa o coeficiente linear da reta e b o coeficiente angular ou taxa de variação anual, segundo a técnica da regressão linear, sendo a significância expressa em milímetro/ano. Poderá se revelar crescente, decrescente ou estacionária, constituindo importante subsídio para se detectar mudanças climáticas, especialmente as de natureza térmica ou pluviométrica.

A análise de séries semperais pode, também, indicar ciclicidades ou outras modalidades de flutuações climáticas relevantes, que poderão ser crescentes, decrescentes ou estacionárias e têm se revelado importantes para a investigação de mudanças climáticas, especialmente as térmicas e pluviométricas.

Os melhores exemplos têm sido os estudos de séries de precipitações em áreas sob risco de desertificação. Entre outros, poderíamos citar os nomes dos pesquisadores HARE (1977) e WARREN (1993) sobre a região do Sahel (África subsaariana) e nossa tese de livre-docência aplicada ao semi-árido brasileiro (CONTI, 1995). No caso do clima do território paulista, é clássico o trabalho de José Setzer que estudou séries de precipitações entre 1900 e 1930, demonstrando mudanças de tendências e na sazonalidade pluviométrica (SETZER, 1946).

Vários outros exemplos poderiam ser enumerados.

Conclusão

Os recursos técnicos postos à disposição dos pesquisadores, tais como o sensoriamento remoto, as imagens orbitais, Sistemas de Informações Geográficas e outros, produzem inovações metodológicas.

A Climatologia Geográfica utiliza-se amplamente dessas contribuições, sem abandonar procedimentos clássicos, como os estatísticos e quantitativos, desde que se mostrem adequados ao tema investigado.

Como em outros setores da Geografia e nas demais ciências, a opção entre as diferentes propostas metodológicas, vincula-se, necessariamente, ao assunto tratado, aos objetivos e às escalas de análise.

Bibliografia

- BJERKNES, J. – 1923 “L’évolution des cyclones et la circulation atmosphérique d’après la théorie du front polaire” *Memorial O. N. M. n° 6*. Paris, 1923.
- CONTI, J. B. – 1995 *Desertificação nos trópicos. Proposta de metodologia de estudo aplicada ao Nordeste Brasileiro*. Tese de Livre-Do-

cência apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, 208 p.

- EMBERGER, L. – 1932 “Sur une formule climatique et ses applications en botanique” *La Météorologie*. Paris, pp. 747-765.

- FRANÇA, A - 1946 "Estudo sobre o clima da bacia de São Paulo" *Boletim n° LXX (Geografia n° 3) da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP*. São Paulo.
- HARE, et alli. - 1977 "The making of desert: climates, ecology and society" *Economic Geography* 53 (4). Worcester (USA), Clark University, pp. 332-346.
- HARTSHORNE, R. 1978 *Propósitos e natureza da Geografia* (2ª ed.). São Paulo, HUCITEC/EDUSP, 204 p.
- GAUSSEN, H. et BAGNOULS, F.- 1952 - "L'indice xerothermique" *Bulletin de l'Association des Géographes Français n° 222/223*. Paris.
- KÖPPEN, W. - 1948 *Climatologia*. México. Fondo de Cultura, 478 p.
- MARTONNE, E. de - 1926 "Aréisme et indice d'aridité" *C. R. Académie des Sciences, tome 182*, pp.1.395-1.398.
- MONTEIRO, C.A F. 1951 "Notas para o estudo do clima do Centro-Oeste Brasileiro" *Revista Brasileira de Geografia, ano XIII*. Rio de Janeiro. IBGE, pp.3-42.
- MONTEIRO, C. A F. - 1971 - Análise rítmica em Climatologia. Problemas de atualidade climática e achegas para um programa de trabalho. *Climatologia*. São Paulo. Instituto de Geografia da USP n° 1, 21 p.
- PEDELABORDE, P. 1957 *Le climat du bassin parisien*. Paris. Librairie de Médicis (2 volumes).
- RAMOS, M. M. - s/d - "Climatologia: una especialidad compartida" In: *Aportaciones en homenaje al profesor Miguel Albentosa*. Universidade de Barcelona, s/d.
- RAMOS, M. M - 1991/1992- Los cambios metodológicos en los actuales estudios climáticos. *Documents d'anàlisi geogràfica 19-20*. Barcelona. Universidade de Barcelona. pp. 195-217
- ROSSBY, C. G. - 1947 "On the general circulation of the atmosphere in middle latitude". *Bulletin of American Meteorological Association*. Boston, pp 255-280.
- SETZER, J. - 1946 - "A distribuição normal das chuvas no Estado de São Paulo" *Revista Brasileira de Geografia., ano VII, n° 1*. Rio de Janeiro: IBGE, pp.3-25.
- SORRE, M.- 1934 "Introduction" in: *Traité de climatologie biologique*, de Piery et alli. Paris.
- THORNTWAITE, C. W. - 1984 - "On approach toward a rational classification of climate" *Geographical Review*, New York, pp.55-94.
- WARREN, A. 1993 - "Desertification as a global environmental issue" *Geo-Journal* 31. Kluwer Academic Publication, pp.11-14.

