

## A CLIMATOLOGIA DINÂMICA NA PERSPECTIVA DA ANÁLISE RÍTMICA

*Prof. Dr. Antonio Giacomini Ribeiro*  
Instituto de Geografia  
Universidade Federal de Uberlândia

**RESUMO:** *Este artigo procura fazer uma reflexão a respeito da Climatologia Dinâmica por meio da discussão do processo da construção das bases teórica e metodológicas da análise rítmica, proposta por Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro e calcada nos preceitos de M. Sorre, o introdutor do conceito revolucionário de clima baseado na sucessão habitual dos tipos de tempo.*

**Palavras-chave:** Análise rítmica, Climatologia Dinâmica. Tipos de tempo.

**ABSTRACT:** *This paper intends to do a considerations about the Dinamic Climatology through a discussion of the construction processes and the theoretical an methodological basis of the rhythmical analysis, proposed by Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro and supported in the precepts of M. Sorre, the introductor of the revolutionary concept of climate based on the usual succession on the weather types.*

**Key-words:** Rhythmical analysis, Dinamic Climatology, Weather types

---

### 1. Introdução

A abordagem da Climatologia Dinâmica busca relacionar os fatos da circulação atmosférica, a atuação dos centros de ação e de sistemas tais como os anticiclones, as depressões, as massas de ar e as frentes, com os fatos do tempo e do clima. Traduz-se em um esforço para apreender a dinâmica, a variabilidade e a gênese dos fenômenos climáticos.

No Brasil, o grande precursor da Climatologia Dinâmica foi, sem dúvida, o geógrafo Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. As proposições desse autor assumiram um caráter eminentemente teórico-metodológico, além da inegável contribuição em termos do entendimento do funcionamento dos sistemas

climáticos que agem no território brasileiro. MONTEIRO (1951; 1962; 1963<sup>a</sup>; 1963<sup>b</sup>; 1964; 1969; 1971; 1973 e 1991) é mentor de uma verdadeira “Escola de Climatologia”, construída através da apresentação de vários trabalhos à comunidade científica, quase todos aplicados ao Brasil Meridional e do Sudeste, cada qual representando um avanço no sentido da construção do que se convencionou chamar “paradigma da análise rítmica”.

A perspectiva da chamada “análise rítmica” encontra fundamento metodológico no conceito de clima formulado por Max Sorre, pois, ao apresentar o termo “ritmo”, Monteiro aponta a importância da sucessão habitual dos tipos de tempo, o que exige um acompanhamento diário ou até mesmo horário das condições atmosféricas no espaço a ser estudado. Trata-se

de uma nova estratégia metodológica que encara o clima como sendo um sistema complexo, dinâmico, com enorme número de variáveis, o que desaconselha o uso de modelos em termos de "estados médios".

A abordagem estabelecida por Monteiro destaca-se pela adoção da ruptura em relação à tradicional e clássica definição de clima, formulada por Hann no início do século. As raízes dessa cisão estão apoiadas nas idéias de Sorre, conforme citado anteriormente, enquanto as propostas de caráter mais pragmático têm o marco inicial nos trabalhos de PEDELABORDE (1957; 1959), tidos como pioneiros no processo de incorporação dos avanços da meteorologia sinótica à climatologia geográfica.

A diferença básica da linha de análise de Pédelaborde, em relação à proposta de Monteiro, está no fato de que o primeiro, apesar de incorporar os "tipos de tempo" como elementos básicos da abordagem dinâmica, insiste na consideração dos mesmos em termos de somatórios. Estes, são encarados como meio para se chegar às caracterizações climáticas. Por outro lado, Monteiro enfatiza o *mecanismo sequencial dos tipos de tempo*, destacando-se as peculiares irregularidades, já que estas constituem-se nos pontos fundamentais da abordagem interativa entre o clima e as demais esferas geográficas.

Em termos cronológicos, as contribuições de Monteiro para a climatologia dinâmica apareceram com maior significância no período de 1951 a 1975<sup>^</sup> partir deste ano o autor opta por uma nova diretriz de investigação ligada à climatologia urbana, à problemática ambiental e, mais tarde, a estudos relacionados à cultura, filosofia e epistemologia geográfica. Apesar de passados cerca de 30 anos, tais

proposições merecem uma reflexão pelo que elas representaram e continuam representando para as pesquisas atinentes à climatologia geográfica brasileira.

## 2. A construção do paradigma da análise rítmica

O primeiro trabalho climatológico do principal mentor da análise rítmica diz respeito ao clima do Centro-Oeste brasileiro (MONTEIRO, 1951). Trata-se de um estudo realizado ainda sob o prisma analítico/tradicional de compreensão climática. Apresenta-se subdividido em três partes.

Na primeira parte, Monteiro analisa a atuação dos principais elementos meteorológicos, destacando a íntima relação entre a temperatura e o relevo da região. Quanto às pressões e ventos, a análise recorre a um estudo da circulação geral atmosférica sul-americana, enfatizando a repercussão da mesma no Centro-Oeste brasileiro. Como resultado, observou-se que a quantidade de chuvas que precipita na região apresenta-se fortemente correlacionada com o relevo, observando-se, ainda, que o comportamento pluviométrico sazonal é tipicamente tropical (verões chuvosos e invernos secos).

A classificação do clima do Centro-Oeste é apresentada na segunda parte da obra quando Monteiro utiliza o modelo de classificação proposto por Köppen para demonstrar que os tipos de clima básicos encontrados na região são Aw e Cw.

Na terceira parte do trabalho reside o motivo pelo qual a obra pode ser citada como precursora no trato das proposições acerca de uma Climatologia Dinâmica verdadeiramente

geográfica. Nela, o autor aborda as relações entre o clima e as demais esferas geográficas, salientando a influência climática sobre o revestimento vegetal, as repercussões sobre as atividades humanas e a importância da fisiografia regional na determinação dos aspectos climáticos.

O trabalho sobre o clima do Centro-Oeste é seguido da produção de uma série de estudos individuais que vão culminar no surgimento da então nova proposta de análise climática.

Em 1962, a questão das classificações climáticas mereceu um tratamento especial no trabalho "Da necessidade de um caráter genético à classificação climática: algumas considerações metodológicas a propósito do estudo do Brasil meridional". Na oportunidade, Monteiro demonstra a insuficiência do método analítico para a busca de compreensão da gênese e, sobretudo, para as classificações climáticas apresentando os principais pontos das cogitações que, naquela época, o preocupavam. Ele destaca a necessidade de avanços em direção à consideração do ritmo diário através do uso de seqüências de cartas sinóticas, correlações com outros fatores do quadro geográfico, aperfeiçoamento da classificação genética dos climas e de um sistema de distinção de climas locais dentro dos quadros regionais, com ênfase na gênese dos mesmos.

Se no trabalho dedicado ao Centro-Oeste MONTEIRO aplica a classificação de Köppen, neste de 1962 ele afirma:

*"Prendendo-se aos valores médios mensais dos principais elementos, esta classificação não tem o menor significado na diversificação dos climas locais dentro do quadro regional. Conhecendo-se a gênese da circulação e o ritmo de sucessão dos tipos de tempo torna-se inadmissível aceitar que Santos tem o*

*mesmo tipo de clima que Belém do Pará. É sabido que causas diferentes conduzem a resultados semelhantes..."*(MONTEIRO, 1962)

Em 1963 foi publicado, pelo IBGE, o quarto volume da série "Geografia do Brasil", este dedicado à Grande Região Sul. O capítulo 3, correspondente ao estudo do clima daquela região, foi elaborado por Monteiro. Nesta obra, ele deixa claro a sua nova maneira de conceber o fenômeno climático, dedicando a maioria das páginas ao estudo da dinâmica atmosférica, buscando as bases para a explicação da gênese do clima regional. É feita uma análise da circulação regional, destacando as seqüências típicas do tempo no decorrer do ano. Grande atenção é destinada à análise geográfica dos elementos climáticos, concebida a partir da consideração da influência dos fatores geográficos na circulação regional e da correlação dos fatos do domínio climático com aqueles de outros domínios.

Ainda no início da década de 60 foram publicados os estudos "Sobre a análise geográfica de seqüências de cartas de tempo" (1963b) e "Sobre um índice de participação das massas de ar e suas possibilidades de aplicação à classificação climática" (1964). O primeiro enfoca questões referentes à utilidade da análise geográfica de cartas de tempo no estudo geográfico do clima, salientando que tal alternativa prende-se aos princípios da metodologia própria da ciência geográfica, constituindo-se em exercício importante na formação superior de um geógrafo, permitindo a explicação para que se chegue à síntese de compreensão. O segundo reforça a questão da classificação genética do clima, procurando demonstrar a eficiência do "índice de participação das massas de ar" na delimitação dos climas zonais. Constatou-se que o

conhecimento das variações desses índices dentro das faixas zonais, combinado à elucidação da influência dos fatores geográficos, pode oferecer subsídios à compreensão do ritmo climático, auxiliando a delimitação dos climas regionais. Na escala local, os índices “não teriam aplicabilidade, devendo-se antes mobilizar as variações quantitativas dos elementos, subordinados à unidade qualitativa do ritmo”. Ao final desse trabalho, Monteiro reforça a necessidade de considerar a dinâmica das massas de ar, não apenas na explicação dos climas mas, também, na sua própria definição.

Alguns autores afirmam que o marco principal da construção da abordagem da análise rítmica deve ser considerado o trabalho “A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo (Estudo Geográfico em forma de Atlas)”, concluído, segundo o autor, em 1964 e publicado somente em 1973. Neste trabalho, Monteiro faz um esquema das feições climáticas individualizadas no território paulista, inserindo-as nas células climáticas regionais que se articulam com as faixas zonais. Na oportunidade, verificou-se que as chuvas no Estado de São Paulo eram de origem predominantemente frontais em todas as estações do ano, principalmente no inverno.

A tese de doutoramento, denominada “A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Fachada Sul-Oriental do Brasil (contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil)”, pode ser considerada como uma ampliação espacial do estudo da “Dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo. Segundo Monteiro, a posição transicional de São Paulo, entre duas faixas climáticas zonais e na encruzilhada de três climas regionais, deixava

em suspenso as variações quantitativas das chuvas ao longo da propagação latitudinal da Frente Polar Atlântica. Assim, ao estender seu estudo, baseando suas observações nos invernos de 1957 e 1963, o autor concluiu que os máximos de pluviosidade realmente estavam intimamente relacionados à participação da Frente Polar e que as variações de intensidade das invasões polares geravam alternâncias de posição da Frente, entre o Prata e o Trópico, condicionando resultados pluviais contrastantes naquelas regiões. No que diz respeito à metodologia, na oportunidade Monteiro recorreu ao uso de transectos, eixos de observação, como forma de superar as dificuldades impostas pela ampla escala espacial adotada. Da mesma forma, quanto à escala temporal, ele propôs o uso de anos-padrão, já que o uso de períodos longos tornava praticamente inviável a escala diária<sup>1</sup>. Com relação à análise rítmica, ao final do trabalho, Monteiro afirma:

...” temos a impressão de que poderemos concluir que a análise rítmica não deve ser apenas uma necessidade motivada pelo fato de encarar a ‘sucessão habitual’ como a essência geográfica do clima, mas porque ela é uma imposição intrínseca ao dinamismo do comportamento atmosférico” (MONTEIRO, 1969).

Ainda na tese de doutoramento, Monteiro salienta que a abordagem dinâmica da “análise rítmica” não pretende invalidar ou substituir completamente a abordagem analítica tradicional, de caráter eminentemente estático. As duas técnicas de análise, apesar de assumirem atitudes diferentes em suas projeções temporais e espaciais, se complementam. O autor apontou as principais diferenças e semelhanças entre as duas propostas metodológicas, as quais podem

<sup>1</sup> Nos trabalhos “Sobre um índice de participação das massas de ar e suas possibilidades de aplicação à classificação climática” e “A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo (estudo geográfico em forma de atlas)” Monteiro já havia sugerido o uso dos anos-padrão.

ser sintetizadas da seguinte forma:

- ✧ O tratamento estático utiliza-se de longos períodos de observação e mensuração dos fenômenos meteorológicos, enquanto o dinâmico deve preferir a amostragem de individualidades do tempo cronológico, mas que sejam expressões reais.
- ✧ Ambas as alternativas estão apoiadas na consideração conjunta do tempo e espaço, premissa básica para a compreensão dos fenômenos naturais numa perspectiva geográfica.
- ✧ O tratamento estático propõe explicitar as variações espaciais e está projetado para generalizações. O segundo apresenta natureza dinâmica, visando compreender as variações no tempo através da ênfase nas particularidades genéticas dos fenômenos.
- ✧ Enquanto a abordagem tradicional possui grande preocupação com os valores quantitativos e com a exigência de uma base espacial mais ampla, a abordagem dinâmica pode se desenvolver ao longo de eixos capazes de refletir os mecanismos da circulação atmosférica regional, apresentando preocupações com as afinidades conferidas pelo ritmo, que são qualitativas.

Finalmente, MONTEIRO (Ibidem: 14) diz acreditar que a verdadeira compreensão da síntese climática de um lugar advirá do equilíbrio entre os dois tratamentos. É salientada a necessidade da análise minuciosa, tanto do ritmo temporal, quanto da distribuição espacial

do fenômeno, via tratamento estatístico convencional, pois representam padrões referenciais importantes, apesar de insuficientes, se tomados isoladamente.

Com relação a esse equilíbrio entre as duas formas de abordagem, RIBEIRO, A. G. (1977) afirmou que "*a utilização paralela das duas abordagens sugere a sua integração, sendo ambas complementares ao estudo e caracterização climatológica de qualquer área, devendo-se enfatizar uma ou outra em função de objetivos específicos a que se propõe cada pesquisador*". Ao estudar o clima do Estado do Acre, o referido autor adotou, paralelamente, as duas abordagens e chamou atenção para o fato de que o termo "*tradicional*", ao ser utilizado para identificar a abordagem analítica, confundese com antigo e atrasado, gerando inclusive, uma conotação pejorativa para com aqueles que aplicam aquela opção metodológica.

Apesar da importância das obras anteriormente citadas, foi o artigo publicado por Monteiro em 1971, "*Análise Rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho*", que definitivamente concluiu o processo de construção do novo programa de análise climática. Neste, o autor reafirmou a necessidade de se considerar o ritmo climático, forneceu as bases metodológicas da abordagem proposta, além de ressaltar a importância das correlações entre o ritmo climático e as outras esferas geográficas. E é exatamente no campo das correlações, visando resolução de problemas geográficos regionais, que surgiu uma série de contribuições advindas das orientações de Monteiro no Laboratório de Climatologia, do antigo Instituto de Geografia da USP. A maioria delas refere-se a correlações entre o ritmo climático e as atividades humanas, tais como as associações propostas para o calendário agrícola

do arroz em São Paulo (GUADARRAMA, 1971), para o balanço hídrico no Oeste Paulista (TARIFA, 1973), para a atividade de extração de sal em Cabo Frio (BARBIERE, 1974), para o consumo de água em Bauru (RIBEIRO, A. G., 1975) e para o calendário agrícola do trigo, no sul do Estado de São Paulo (CAMARA, 1976).

A partir de 1975, Monteiro mudou o centro de suas atenções para uma investigação ligada ao clima urbano e aos estudos ambientais<sup>2</sup>. Em fins da década de 70 e início dos anos 80, dirigiu-se com maior ênfase a reflexões acerca de questões ambientais e da epistemologia da Geografia no contexto da Ciência, Filosofia e Cultura. Em 1991, fazendo um balanço de sua participação nos estudos de climatologia, afirmou que lhe faltou uma elaboração matemática e um tratamento estatístico adequados às elaborações conceituais e ao referencial teórico adotado. Ele transmitiu a responsabilidade da continuação das investigações à nova geração de alunos e de professores em exercício nas instituições brasileiras.

### 3. As bases teóricas e metodológicas da análise rítmica

O paradigma da análise rítmica pode ser considerado como uma das poucas contribuições da geografia brasileira no sentido da inovação quanto à forma de entender e fazer a climatologia geográfica. Conforme já mencionado, a inspiração inicial de Monteiro para o seu desenvolvimento apoia-se nos princípios e no conceito de clima enunciados por Sorre<sup>3</sup> e nos pressupostos da climatologia dinâmica, propostos por Pédelaborde.

No capítulo introdutório do "Traité de Climatologie Biologique et Médicale", ao versar sobre o objeto e método da climatologia, Maximilien Sorre apresenta cinco regras ou princípios gerais para uma abordagem climatológica do ponto de vista da biologia humana:

- **Primeira Regra:** Os valores numéricos que devem ser observados para as escalas diversas são os valores críticos para as principais funções orgânicas;
- **Segunda Regra:** Uma definição climatológica deve abranger a totalidade dos elementos do clima susceptíveis de agir sobre o organismo;
- **Terceira Regra:** Os elementos climáticos devem ser considerados em suas interações;
- **Quarta Regra:** Qualquer classificação climática deve acompanhar de perto a realidade viva;
- **Quinta Regra:** O fator tempo (duração) é essencial na definição dos climas.

A fusão das regras acima citadas resultou na seguinte definição de clima: "**On appelle climat la série des états de l'atmosphère au-dessus d'un lieu dans leur succession habituelle**".

Esta definição de clima foi apresentada por Sorre em três diferentes oportunidades. O enunciado desta definição, associado àqueles das regras anteriormente citadas, conduz à interpretação de que:

<sup>2</sup> Em 1975 foi publicada sua tese de livre docência "Teoria e Clima Urbano", que se transformou em referência obrigatória aos estudos de Climatologia Urbana no Brasil.

<sup>3</sup> Sorre, Maximilien. Geógrafo francês (1880-1962) seguidor da Escola Possibilista, trabalhou no sentido de integrar os estudos de geografia física aos de geografia humana. Interpretou e modernizou, nos quadros de uma filosofia evolucionista, os princípios de sua disciplina (Grande Enciclopédia Larousse Cultural, 1988).

- a) embora o clima de um lugar seja produto de uma abstração, produzida ao longo do tempo, ele define-se a partir de situações verdadeiras e concretas, estados atmosféricos denominados tipos de tempo, produzidos pela interação dos elementos atmosféricos (3ª regra) e influentes na realidade viva (4ª regra) segundo limites estabelecidos a partir de parâmetros críticos assumidos de acordo com a necessidade de sua aplicação (1ª regra);
- b) abarca toda série de estados atmosféricos, não deixando de lado aqueles que raramente ocorrem, mas que são de suma importância para a organização do espaço pelo seu elevado potencial de impacto sobre as paisagens e na sociedade (2ª regra);
- c) a sucessão habitual dos estados atmosféricos induz à noção de ritmo e duração, ambos fundamentais na estruturação dos estados atmosféricos e nas relações com a organização espacial (5ª regra).

Outro importante autor da Climatologia Dinâmica, que também absorveu o conceito de clima de Sorre ao tratar do clima da Bacia Parisiense, foi Pierre Pédelaborde. A respeito da obra deste climatologista, RIBEIRO, C. M. (1982) aponta que

*“o autor expõe as bases do chamado método geográfico da climatologia física:*

*1 - a pesquisa dos caracteres gerais da circulação atmosférica da região;*

*2 - a descrição dos tipos de tempo;*

*3 - a definição do clima, deduzida da totalidade dos tipos de tempo;*

*4 - a pesquisa dos fácies regionais e locais*

*desse clima em função da geografia da bacia. O tipo de tempo constitui a noção fundamental e central do trabalho de Pédelaborde. Na primeira parte ele se propõe a examinar a circulação geral da atmosfera no momento em que explica o clima da Bacia Parisiense. Com esse propósito, o autor situa a bacia em um contexto referencial mais amplo e analisa o fluxo W, suas ondulações e movimentos meridionais. Na segunda parte, as condições geográficas do clima e os efeitos combinados dos fatores geográficos regionais e a circulação planetária. Na terceira parte ele define o clima da bacia pela frequência e variabilidade dos tipos de tempo e das massas de ar, as distribuições anuais e sazonais dessa frequência e dessa variabilidade. A partir deste exame, o autor apresenta um catálogo de tipos de tempo para todas as situações possíveis e daí uma distribuição das variações climáticas regionais. A quarta parte descreve os fácies regionais e locais em função da geografia da Bacia Parisiense” (RIBEIRO, C.M., 1982).*

Ainda Pédelaborde, em “Introduction à l’Étude Scientifique du Climat”, traduz o que Sorre denomina de **estado atmosférico** como **tipo de tempo**, utilizando-se da definição de A. Baldit: “o tempo no sentido que os meteorologistas atribuem a esta palavra é o conjunto de valores que, num dado momento e num lugar determinado, caracterizam o estado atmosférico”. E continua:

*“Três idéias devem ser fixadas nesta definição: 1º - Trata-se de um conjunto de valores. Isto quer dizer que os elementos atuam não de forma isolada, mas pela sua combinação. A sensação fisiológica resulta da natureza da combinação. 2º - A combinação é efêmera e instantânea. Ela existe num dado momento, mas ela é diferente no momento seguinte. Ela é de tal maneira elementar, e tão variável, que uma dada combinação é única. ‘A árvore de meu jardim não florescerá jamais duas vezes nas mesmas condições de temperatura, luminosidade e estado*

*higrométrico*, escreveu Sorre em 1934. 3º - *A combinação está presa a um lugar determinado, isto é, num ponto da superfície da Terra*" (PÉDELABORDE, 1959).

Com base na conceituação apresentada, Pédelaborde busca a definição do clima de um lugar ou região através da catalogação dos tipos de tempo, procurando abarcar a totalidade dos mesmos, suas freqüências durante um longo período e suas gêneses, considerando os sistemas atmosféricos atuantes na área estudada. Em outras palavras, segundo TARIFA (1973),

*"preocupa-se em definir no tempo e no espaço a evolução e a gênese dos tipos de tempo, sem analisar como se articulam esses diferentes tipos e quais os reflexos produzidos no meio geográfico, por estes distintos arranjos de estados atmosféricos"*.

A construção do paradigma da análise rítmica em climatologia por Monteiro, conforme já destacado, foi se dando através da elaboração de um conjunto de trabalhos. Em todos eles, sempre, algum aspecto teórico ou prático foi sendo aprofundado e desenvolvido, culminando com a Tese de Doutorado, de 1969, "A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Fachada Sul-Oriental do Brasil", apresentada no sentido de uma "contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo".

A preocupação com o impacto climático na organização espacial, expressa na tese de Monteiro a respeito da Frente Polar Atlântica e as chuvas no Brasil de Sudeste, é o que diferencia a abordagem da análise rítmica do tratamento dinâmico adotado por Pédelaborde. Esta amarração entre o comportamento do clima e as demais esferas geográficas torna-se possível através da análise do tempo em **seqüência contínua**, isto é, através do encadeamento dos estados atmosféricos, definidor do ritmo e não

como faz o geógrafo francês, apenas catalogando os tipos de tempo.

*"É pela sucessão que se percebem as diferentes combinações dos elementos climáticos entre si e suas relações com os demais elementos do quadro geográfico. É a seqüência que conduz ao ritmo, e o ritmo é a essência da análise dinâmica"* (MONTEIRO, 1969).

A respeito da abordagem adotada por Monteiro, TARIFA (1973) é da opinião de que este autor, "introduzindo a análise geográfica dos tipos de tempo no Brasil, visou sempre não a catalogação de tipos habituais, mas o encadeamento das situações atmosféricas diferenciadas em distintos tipos de tempo e seus efeitos no complexo geográfico".

Ainda sobre a individualidade e, até mesmo, a originalidade do paradigma da análise rítmica em climatologia, RIBEIRO, C.M., (1982) admite que, pela influência de Sorre,

*"criou para a climatologia brasileira (...) uma norma de ação, um verdadeiro paradigma a orientar as pesquisas neste domínio. Monteiro, na condição de pesquisador de méritos reconhecidos, chegou a criar uma 'escola' de climatologia dinâmica, ao seguir as bases estabelecidas pelo geógrafo francês"*.

O artigo denominado "Análise Rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho", Monteiro (1971) representa um marco na produção climatológica brasileira. Seu caráter nitidamente metodológico deu-lhe uma posição singular na literatura científica no campo da climatologia no tempo em que esta disciplina tinha poucos representantes e estava presente em raríssimos centros de pesquisa. Sendo assim, o conteúdo

de tal obra merece uma atenção especial.

Na oportunidade, o autor introduziu o tema da análise rítmica a partir da constatação das conseqüências, no espaço geográfico, das irregularidades do ritmo climático, notadamente aquelas associadas à distribuição das chuvas no território paulista, que ocasionam problemas urbanos relacionados às secas - abastecimento de água e racionamento de energia elétrica - ao lado de problemas derivados de intensos períodos chuvosos, provocadores de inundações e calamitosos deslizamentos na Serra do Mar. Não só o território paulista, segundo o autor, tem sido afetado pela irregularidade do ritmo climático, mas todo o território brasileiro, a ponto de que *"a agressividade do ritmo climático tem que ser, pois, considerada no complexo geográfico brasileiro, como uma realidade vigente nos meados do século XX"* (p.2). A explicação destas irregularidades seria possível através do entendimento *"dos mecanismos de sucessão dos tipos de tempo"* (p.2).

Ao iniciar a parte conceitual e metodológica do artigo, MONTEIRO (1971) indica que o *"conceito de ritmo, expressão da sucessão dos estados atmosféricos, conduz, implicitamente, ao conceito de habitual, pois há variações e desvios que geram diferentes graus de distorções até atingir padrões extremos"* (p.4).

A caracterização do clima de determinado local demanda, antes de tudo, a necessidade da indicação de seu regime pluviométrico, o elemento mais significativo para a configuração das questões climáticas relacionadas com a organização espacial, então vigentes no Estado de São Paulo. *"Uma repetição das variações mensais em vários e sucessivos anos é o fundamento da noção de*

*regime"* (p.6). Assim, o autor coloca a idéia de limite, como ano seco, ano chuvoso, ano normal, mês seco, mês chuvoso ou mês normal. Os critérios para estas definições oscilam entre o estatístico e o empiricamente aceitável. Entretanto,

*"apenas a partir da escala diária é possível associar à variação dos elementos do clima os tipos de tempo que se sucedem segundo os mecanismos da circulação regional. Associando-se, nesta escala, a variação de todos os elementos, concomitantemente, a interpretação é sobremodo enriquecida pelo dinamismo que se reveste"* (p.9).

Do exposto, o autor apresenta uma primeira conclusão importante:

*(...)"o ritmo climático só poderá ser compreendido através da representação concomitante dos elementos fundamentais do clima em unidades de tempo cronológico pelo menos diárias, compatíveis com a representação da circulação atmosférica regional, geradora dos estados atmosféricos que se sucedem e constituem o fundamento do ritmo"* (p.9).

A análise climatológica, assim conduzida, reveste-se de um caráter predominantemente qualitativo; desvantajoso por um lado, mas por outro, possibilita uma correlação mais ampla com os elementos da organização do espaço geográfico. É justamente desta necessidade que deriva uma segunda norma de trabalho, proposta pelo autor:

*"Só a análise rítmica detalhada ao nível de 'tempo', revelando a gênese dos fenômenos climáticos pela interação dos elementos e fatores, dentro de uma realidade regional, é capaz de oferecer parâmetros válidos à consideração dos diferentes e variados problemas geográficos desta região"* (p.12).

A compreensão fundamental do clima tem como ponto de partida a região, pois o

*(...) "ritmo de sucessão dos tipos de tempo se expressa no espaço geográfico na escala regional. Os mecanismos da circulação atmosférica, partindo de centros de ação ou unidades celulares, individualizam-se em 'sistemas' que se definem sob a influência de fatores geográficos continentais e se expressam regionalmente através do ritmo de sucessão dos tipos de tempo. A individualidade regional é assegurada pela maneira na qual os estados do tempo se sucedem ou encadeiam, portanto uma visão qualitativa. As variações locais dentro de quadro regional são respostas de vários fatores, altitude, relevo, expressos numa individualização ecológica, que se revela por variações quantitativas" (p.12).*

Esta afirmação representa uma orientação no sentido da definição da escala espacial dos dois mais importantes níveis da abordagem climatológica em Geografia, o regional e o local. Finalmente, uma terceira norma é assegurada no sentido da relação entre o ritmo climático (qualidade) e a expressão quantitativa dos elementos componentes do tempo:

*"Na análise rítmica as expressões quantitativas dos elementos climáticos estão indissoluvelmente ligadas à gênese ou qualidade dos mesmos e os parâmetros resultantes desta análise devem ser considerados levando em conta a posição do espaço geográfico em que se define. Com isso queremos advertir que, a possível aplicação destas análises deve ser integrada no espaço regional e que os parâmetros admitidos como válidos para uma região, não poderão ser aceitos, a priori, para uma região diferente" (p.13).*

As bases meteorológicas para a identificação dos tipos de tempo são de

fundamental importância. Registros representativos de observações à superfície, gerados por estações de 1ª classe, são essenciais. Cartas sinóticas acompanhadas por imagens de satélites e radares meteorológicos, em diferentes horários, complementam o plano de análise e interpretação. Entretanto, o que está em jogo, segundo o autor, são os dois elementos fundamentais para a energização dos sistemas atmosféricos geradores dos tipos de tempo: a radiação solar e a circulação secundária. Embora sejam elementos que possuem um grau de interação extremamente complexo, pode-se dizer, teoricamente, que a radiação solar é responsável pelo fluxo vertical de energia, enquanto a circulação secundária contribui para acelerar as trocas de energia por advecção, realizando as trocas laterais nos sistemas considerados.

Monteiro lamenta a falta de tradição dos geógrafos climatologistas em relação aos estudos do fenômeno da radiação. Por outro lado, a definição dos sistemas atmosféricos está na dependência do desenvolvimento da meteorologia sinótica. Felizmente, esta tem se desenvolvido satisfatoriamente desde a edição do artigo em análise, possibilitando uma melhor exploração dos modelos sugeridos pelo autor.

Quanto aos gráficos de análise rítmica, baseados na participação dos sistemas atmosféricos, o autor acredita que, para a unidade diária de análise, não é desejável fragmentar em demasia a caracterização dos sistemas atmosféricos. Porém, esta possibilidade ficou em aberto para futuras investigações.

O subtítulo "*achegas para um programa de trabalho*" tem significado prático, já que o autor oferece subsídios para encaminhamentos futuros em três áreas de aplicação dos resultados da análise rítmica, extrapolando a simples

aplicação do paradigma às classificações climáticas.

Para MONTEIRO, os problemas de natureza ecológica relacionados com a evolução das vertentes tropicais, com a dinâmica do escoamento pluvial e fluvial e com a dinâmica da água no solo, através do balanço hídrico, constituem-se em campo privilegiado para a aplicação da análise rítmica. Outro setor de interesse seria a aplicação para o entendimento de problemas rurais, os mais diretamente envolvidos com a estruturação do calendário agrícola e a produtividade das culturas. Problemas urbanos envolvendo a poluição atmosférica também fazem parte das preocupações do autor, no sentido da aplicabilidade da análise rítmica em climatologia.

*“Centralizando em uma preocupação com o ritmo, tomado como essência do fato climático, ele se diversifica sob vários ângulos do prisma geográfico” (p.19). Com esta declaração Monteiro finaliza seu artigo e faz uma espécie de proclamação, convidando, a quantos tiverem interesse, para a construção de uma climatologia brasileira, no sentido de “uma contribuição que, partindo de princípios universais, deve se expressar em termos de investigação calcada na vivência de uma realidade bastante original e com técnicas adequadas”.*

Finalmente, é oportuno e justo considerar, ainda, que a proposta paradigmática da análise rítmica foi elaborada e aplicada a partir dos conhecimentos da circulação atmosférica no Brasil. E, assim sendo, não se pode deixar de considerar a produção científica do meteorologista Adalberto Serra. Suas contribuições, às vezes em cooperação com Leandro Ratisbonna, são inestimáveis para a meteorologia e para a climatologia brasileiras. Dos seus numerosíssimos trabalhos merecem

destaque pelo menos três: “As massas de ar na América do Sul”, “As ondas de frio da Bacia Amazônica” e “Circulação Superior”, os dois primeiros publicados no início dos anos 40 e o terceiro nos anos 50. “As massas de ar na América do Sul” trata das regiões de origem, das características e propriedades das massas de ar e das frentes polares que agem no continente. “As ondas de frio na Bacia Amazônica” focaliza com muita propriedade as frentes polares nas suas três trajetórias pela América do Sul, particularmente no Brasil, enfatizando aquelas que chegam até a Amazônia, onde provocam o fenômeno da friagem. Os autores optaram pela análise de três episódios neste artigo. Outra contribuição indispensável é “Circulação Superior”, minuciosa análise da circulação atmosférica publicada em dois alentados artigos da Revista Brasileira de Geografia.

Muito vasta e minuciosa, a produção de Serra não é, neste momento, objeto de uma revisão. Contudo, é importante destacar que sem estas três obras mencionadas não seria possível o desenvolvimento da climatologia dinâmica no Brasil na sua concepção de análise rítmica. Se Sorre e Pédelaborde forneceram as bases teórico-metodológicas, Serra e Ratisbonna construíram as bases conceituais meteorológicas, aliás, fato reconhecido pelo próprio Monteiro.

#### **4. Comentários e conclusões**

A aplicação do paradigma da análise rítmica em climatologia revelou-se frutífera para a climatologia brasileira, gerando mais de três dezenas de trabalhos de pesquisa original, principalmente aqueles associados ao Laboratório de Climatologia do Instituto de Geografia da USP. Por outro lado, sucessivas avaliações foram empreendidas pelo prof. Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, com destaque

para sua Tese de Livre Docência e para o livro "Clima e Excepcionalismo", publicado em 1991, com a intenção de realizar um "balanço final" em suas atividades relacionadas com a climatologia e com a geografia.

Uma análise do desenvolvimento, progresso e perspectiva da climatologia geográfica brasileira sob o enfoque dinâmico, associado ao paradigma da análise rítmica, foi realizado por ZAVATINI (1992 e 1996), quando reconhece a importância teórica e metodológica deste paradigma, mas lamenta a carência de estudos consequentes gerados pela climatologia geográfica nacional no intento da solução de problemas relativos à organização do espaço nacional, na trilha da análise rítmica.

Embora seja por demais arriscado elaborar uma crítica a uma proposta tão ampla e que já foi exaustivamente revisitada pelo próprio autor, vale a pena tecer algumas considerações.

Em primeiro lugar, aponta-se as dificuldades na utilização do paradigma da análise rítmica para a elaboração cartográfica de classificações climáticas. MONTEIRO (1973), quando da elaboração do "Atlas das chuvas" do Estado de São Paulo, após exaustivo processo manual de tabulação, ordenação e análise de dados sinóticos e de superfície, terminou por propor uma espacialização do clima através de índices de participação dos sistemas atmosféricos. Na oportunidade, os limites entre os principais tipos apresentaram lacunas e faixas transicionais que podem comprometer a aplicabilidade do sistema taxonômico considerado. Enfim, a representação espacial dos elementos da análise rítmica ainda é um problema a ser equacionado.

A questão que se coloca é a seguinte: até que ponto a representação cartográfica da

espacialização da atuação dos sistemas atmosféricos é um instrumento eficaz, diante da possibilidade mais concreta e objetiva de mapear as respostas geradas nos diferentes lugares da superfície da Terra? Neste sentido, importante encaminhamento foi dado por SANT'ANNA NETO (1990), que propõe a construção de um painel tempo-espacial que permite a visualização simultânea da distribuição do fenômeno climático no espaço geográfico e sua variação temporal. Embora este seja um caminho promissor, a representação espacial dos elementos da análise rítmica continua apresentando dificuldades que poderão ser equacionadas através de pesquisas que visem novas soluções para o paradigma da análise rítmica.

O emprego de técnicas da informática pode facilitar a manipulação da grande quantidade de dados envolvida na elaboração tempo-espacial requerida pelos preceitos da análise rítmica. ZAVATINI (1983 e 1990) apresenta interessantes contribuições e com o auxílio da modelagem estatística amplia a espacialização genética do clima do Estado de São Paulo para o vizinho Estado de Mato Grosso do Sul (ZAVATINI, 1990).

A abordagem diária para a determinação das seqüências de tipos de tempo induziu a utilização dos anos-padrão, para que situações significativas, normais ou extremas, pudessem ser analisadas. A escolha do ano-padrão foi feita, inicialmente, através de critérios perceptivos, buscando a sua repercussão na organização do espaço geográfico. Posteriormente, muitos autores passaram a utilizar critérios estatísticos para sua definição, como propõe TAVARES (1976). Seria interessante, agora, o emprego de um critério misto, que não desprezasse os parâmetros estatísticos, mas que estes fossem calibrados segundo os objetivos desejados na

aplicação do estudo. Por exemplo, o "ano seco" tem um significado para os propósitos da agricultura que não será, necessariamente, o mesmo para o sistema de geração hidrelétrica, pois o que está em jogo não são os totais quantitativos de chuvas, mas sim a sua distribuição temporal, interferente, de modo diferenciado, no calendário das atividades agrícolas e nas operações dos reservatórios das usinas hidrelétricas.

Monteiro sempre insistiu na necessidade de uma abordagem energética dos sistemas atmosféricos e, por outro lado, em várias oportunidades lamentou o desinteresse dos pesquisadores em aprofundar o tema. Apenas uma pesquisa foi realizada nesse sentido, limitada à análise de um ano e à localidade de Presidente Prudente - SP, utilizando-se do método de estimativa do balanço de energia que, aliás, na escala diária, "mostrou-se eficiente critério para a diferenciação dos principais tipos de tempo" (TARIFA & MONTEIRO, 1972). Novas pesquisas devem ser conduzidas neste sentido, pois é de fundamental importância a determinação do saldo energético no interior de cada sistema atmosférico, em interação com as diferentes feições da paisagem, para a definição dos ritmos biológicos das comunidades vivas que compõem os diferentes ecossistemas.

Retomar a noção de ritmo implica na discussão do termo habitual, que traz, implicitamente, a idéia de *sucessão de estados médios*. Para confirmar esta expectativa, temos o oposto, ou seja, as arritmias. Estas são representadas pela ocorrência de estados raros, pouco prováveis na sucessão habitual dos estados médios, isto é, do ritmo. Por isso, representam estados para os quais a sociedade e a natureza não possuem defesas satisfatoriamente desenvolvidas, o que significa, durante a sua ocorrência, um desastre ou um azar,

conforme a literatura de língua inglesa, um "hazard". Seria suficiente um paradigma calcado na análise de sucessão habitual de estados atmosféricos para incluir no seu universo analítico os estados não habituais, portanto, fora do ritmo?

Na base da concepção de Sorre está a possibilidade de agregar o conhecimento sobre o comportamento atmosférico àquele dos seres vivos, conforme menciona em sua quarta regra. Numa perspectiva mais ampla, esta oportunidade se estende à análise das paisagens, através da abordagem geossistêmica, como pode-se observar em BEROUTCHACHVILI & BERTRAND, 1978.

*"O geossistema designa um sistema geográfico natural homogêneo associado a um território. Ele se caracteriza por uma morfologia, isto é, pelas estruturas espaciais verticais (os geohorizontes) e horizontais (os geofáceis); um funcionamento, que engloba o conjunto de transformações dependentes de energia solar e gravitacional, dos ciclos da água, dos movimentos das massas de ar e da geomorfogênese; um comportamento específico, isto é, para as mudanças de estado que intervêm no geossistema em uma seqüência temporal".*

A integração do comportamento atmosférico aos demais elementos da paisagem, configurando um conjunto (geossistema) dinamicamente estruturado pode ser compreendida, com êxito, através da utilização do paradigma da análise rítmica, abordando, reciprocamente, a sucessão de estados atmosféricos e a de estados da paisagem. Este pode ser um esperançoso caminho para novas investigações, principalmente no momento em que se exige do profissional geógrafo uma importante participação nos estudos de avaliação de impactos sócio-ambientais.

Enfim, acredita-se que a fecundidade da proposta do paradigma da análise rítmica em climatologia, desenvolvido a partir dos pressupostos conceituais apresentados por Sorre, está nas possibilidades de sua aplicação para a compreensão dos processos próprios da natureza e das relações entre a sociedade e a natureza. Após cerca de 30 anos de sua proposição, verifica-se que existem importantes questões em aberto, à espera de encaminhamentos, o que não invalida a essência de sua perspectiva, pois os pressupostos de Sorre - base da análise rítmica - continuam atuais.

### 5. Referências bibliográficas

- BARBIÉRE, E. B. Ritmo Climático e Extração do Sal em Cabo Frio. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v.37, n.4, p.23-109, out/dez.1975.
- BEROUTCHACHVILI, N. & BERTRAND, G. Le Géosystème ou "Système territorial naturel". Toulouse. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 49(2), p. 167-180. 1978.
- CAMARA, N.S. *Os insumos Climáticos no Sistema de Produção do Trigo no Estado de São Paulo*. 1976 Dissertação ( Mestrado em Geografia) - Universidade de São Paulo, FFLCH/ Departamento de Geografia. São Paulo.
- GUADARRAMA, M.G.M. de. Ritmo Pluvial e Produção de Arroz no Estado de São Paulo no Ano Agrícola de 1967-68, *Climatologia*, São Paulo, n.2, Instituto de Geografia da USP, 1971, 22p.
- MONTEIRO, C. A. de F. Notas para o Estudo do Clima do Centro-Oeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v.13, n.1, p.03-46, 1951.
- \_\_\_\_\_. Da necessidade de um caráter genético à classificação climática: algumas considerações metodológicas a propósito do estudo do Brasil Meridional. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v.31, n.57, 29-44, 1962.
- \_\_\_\_\_. Clima. In: CATALDO, D.M. (Org.). *Grande Região Sul*. Rio de Janeiro: IBGE, 1963. V.4, cap. 3, 117-169.
- \_\_\_\_\_. Sobre a análise geográfica de seqüências de cartas de tempo (Pequeno ensaio metodológico sobre o estudo do clima no escopo da Geografia). *Revista Geográfica*, Rio de Janeiro, v.32, n.58, p.169-179, p.63. 1963b.
- \_\_\_\_\_. Sobre um índice de participação das massa de ar e suas possibilidades de aplicação à classificação climática. *Revista Geográfica*, Rio de Janeiro, v.33, n.61, p.59-69, 1964a.
- \_\_\_\_\_. A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Fachada Sul-Oriental do Brasil. *Teses e Monografias*, São Paulo, n.1, Instituto de Geografia da USP, 1969, 68p.
- \_\_\_\_\_. Análise rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. *Climatologia*, São Paulo, n.1, Instituto de Geografia da USP, 1971, 21p.
- \_\_\_\_\_. A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo (Estudo Geográfico em forma de atlas). São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1973. 129p.

- \_\_\_\_\_. *Clima e Excepcionalismo*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1991, 241p.
- PEDELABORDE, Pierre. *Le Climat du Bassin Parisien: Essai d'une méthode rationnelle de climatologie physique*. Paris: Editions M. T. Leinin, 1957, 2v
- \_\_\_\_\_. *Introduction À L'étude Scientifique Du Climat*. Paris: Publication Policopiée du Centre de Documentation Cartographique de L'Institute de Géographie de la Sorbonne, 1959, 2v, 187p.
- RIBEIRO, A.G. *O Consumo de Água em Bauru, SP (O tempo cronológico e o tempo meteorológico aplicado na elaboração de subsídios à previsão de demanda de água)*. Dissertação ( Mestrado em Geografia). Universidade de São Paulo, F.F.L.C.H./ Departamento de Geografia , 1975, São Paulo:
- \_\_\_\_\_. *O clima do Acre*. *Boletim Geográfico*. Rio de Janeiro, 35(255), P. 112-141, out./dez., 1977.
- RIBEIRO, C. M. *O desenvolvimento da Climatologia Dinâmica no Brasil*. *Revista Geografia e Ensino*. Belo Horizonte, v.1, n.2, p.48-59, 1982.
- SANT'ANNA NETO, J. L. *O ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista*. 1990. Tese ( Doutorado em Geografia) - Universidade de São Paulo, FFLCH/Departamento de Geografia, São Paulo,
- SERRA, A. *Circulação Superior*. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, n. 4/1953, nº 1/1954.
- SERRA, A., RATHSBONNA, L. *Massas de Ar na América do Sul*. Rio de Janeiro, Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura, 1942. 59p.
- \_\_\_\_\_. *Ondas de Frio na Bacia Amazônica*. *Boletim Geográfico*. Rio de Janeiro, v.3, n.36, p.172-207, 1945.
- SORRE, M. *Traité de Climatologie Biologique et Médicale - Introduction*. Paris: P. Masson et Cie Éditeurs, p.01-09, 1934.
- \_\_\_\_\_. *Sur la Conception du Climat*. B.S. Languedoc de Géographie. Montpellier, 1936.
- \_\_\_\_\_. *Les Fondements de la Géographie Humane - Les Fondements Biologiques - Climat*. Paris: Librairie Armand Colin. 1943, tome I.
- TARIFA, J.R. *Sucessão de Tipos de Tempo e Variação do Balanço Hídrico no Extremo Oeste Paulista*. (Ensaio metodológico aplicado ao ano agrícola 1968/69). *Teses e Monografias*, São Paulo, n.8, Instituto de Geografia da USP, 1973, 71p.
- TARIFA, J.R., MONTEIRO, C.A.F. *Balanço de energia em seqüência de tipos de tempo. Uma avaliação do Oeste Paulista (Presidente Prudente) 1968-1969*. *Climatologia*. São Paulo, n.5, Instituto de Geografia da USP, 1972.
- TAVARES, A. C. *Crítérios de escolha de anos padrões para análise rítmica*. *Geografia*, Rio Claro, 1(1), p. 79-87, abril. 1976.
- ZAVATINI, J.A. *Variações do ritmo pluvial no oeste de São Paulo e no norte do Paraná*

(eixo Araçatuba – Presidente Prudente – Londrina). 1983. Dissertação ( Mestrado em Geografia) - Universidade de São Paulo, FFLCH, São Paulo.

\_\_\_\_\_. *A dinâmica atmosférica e a distribuição das chuvas no Mato Grosso do Sul*. 1990. Tese (Doutorado em Geografia).Universidade de São Paulo,FFLCH, São Paulo.

\_\_\_\_\_. O advento do enfoque dinâmico na climatologia brasileira – desenvolvimento, progresso e perspectivas. In: Resumos, Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 1(1):86. UNESP/IGCE, Rio Claro, 1992.

\_\_\_\_\_. A climatologia brasileira, o enfoque dinâmico e a noção de ritmo climático – desenvolvimento, progresso e perspectivas. Presidente Prudente, *Boletim Climatológico* 1(2), p. 11-20, 1996.