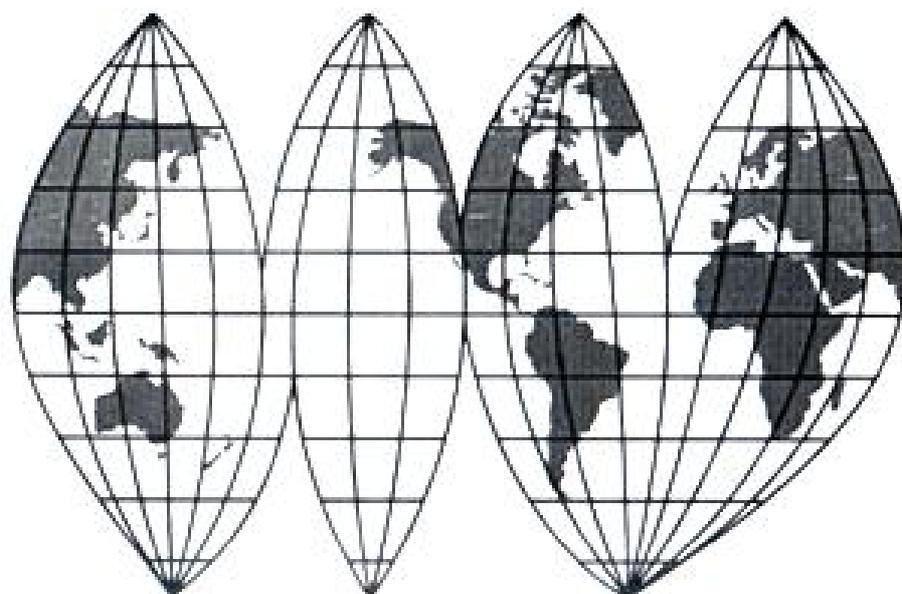


Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Filosofia e Ciências Humanas
Departamento de Geociências



ISSN 1519-4639

História da Climatologia no Brasil

Gênese e paradigmas do clima como
fenômeno geográfico

João Lima Sant'Anna Neto

Florianópolis, Número 7 – Maio 2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Cadernos Geográficos

GCN / CFH / UFSC

ISSN 1519-4639

Cadernos Geográficos	Florianópolis	Nº 7	124p.	Mai 2004
-----------------------------	----------------------	-------------	--------------	-----------------

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Reitor: Lúcio José Botelho
Vice-Reitor: Ariovaldo Bolzan

CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS

Diretor: João Eduardo Pinto Basto Lupi
Vice-Diretor: José Gonçalves Medeiros

DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

Chefe: Ivo Sostizzo
Sub-Chefe: Ewerton Vieira Machado

Cadernos Geográficos é uma publicação editada pelo Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina.

Comissão Editorial / Editorial Comission:

- Ivo Sostizzo
- José Messias Bastos
- Maria Lúcia de Paula Herrmann

Capa: Marcelo Perez Ramos

Diagramação: Valmir Volpato

(Catalogação na fonte por Daurecy Camilo – CRB 14/416)

Cadernos Geográficos / Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Departamento de Geociências. – n.1 (maio 1999)- . –Florianópolis: Imprensa Universitária, 1999 – v.; 23 cm

Irregular
ISSN

1. Geografia 2. Periódico I. Universidade Federal de Santa Catarina.

Endereço para correspondência e assinatura

Mailing address subscriptions

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Filosofia e Ciências Humanas
Departamento de Geociências
Campus Universitário – Trindade
88.040-900 – Florianópolis – SC

E-Mail: cadgeogr@cfh.ufsc.br

NOTA EDITORIAL

No ano de 2004, em que a SEMAgeo – Semana de Geografia da UFSC- comemora a sua 25ª edição, temos a satisfação de lançar nesse 7º número de **Cadernos Geográficos** um artigo inédito do Professor Dr. João Lima Sant’Anna Neto, abordando a História da Climatologia no Brasil. A relevância desse trabalho para a climatologia geográfica esta muito bem destacada na apresentação do autor e de seu tema, elaborada pela Profª Drª Magaly Mendonça dispensando, portanto, maiores comentários. Salientamos, contudo, que se trata de um trabalho que, certamente, será fonte obrigatória de consultas para os alunos de graduação e pós graduação em geografia, especialmente aos interessados pelo estudo do clima como fenômeno geográfico.

Florianópolis, maio de 2004

Comissão Editorial

APRESENTAÇÃO

História da Climatologia no Brasil: gênese e paradigmas do clima como fenômeno geográfico, constitui um importante trabalho para os estudiosos da Climatologia Geográfica. O Prof. João Lima Sant'Anna Neto fez um exaustivo trabalho de levantamento histórico que remonta aos primeiros habitantes do Brasil, passando pelos colonizadores e viajantes naturalistas chegando à fase científica. Situa a Climatologia Brasileira sempre em consonância com o contexto histórico e científico mundial, demonstrando os pressupostos que acompanharam o desenvolvimento da climatologia dentro da ciência geográfica. Este trabalho é fruto de tese de Livre Docência que o Professor defendeu na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP - Presidente Prudente) em 2001, onde atua desde 1989. Seus estudos de Graduação e Pós-Graduação foram realizados na Universidade de São Paulo – USP, onde teve oportunidade de conviver com os grandes mestres. Em sua atuação como professor e pesquisador desenvolveu seus estudos no amplo espectro da Climatologia Geográfica abrangendo análise ambiental urbana, dinâmica climática e produção do espaço, mudanças climáticas, culminando pelo interesse nos paradigmas que marcaram o desenvolvimento deste campo de pesquisa dentro da Geografia. Seu anseio em conhecer a história da Climatologia aparece intimamente associado à sua preocupação de aprimoramento do instrumental geográfico, a partir do domínio do instrumental tecnológico, equipamentos e técnicas de análise da atmosfera, os quais têm colocado em cheque algumas verdades estabelecidas. Propõe vencermos nossas dificuldades com a linguagem matemática, não no sentido de desenvolvê-la, mas de estabelecer canais de diálogo com outros profissionais incorporando a dimensão social na interpretação do clima que é atributo da ciência geográfica. Assim revela também sua militância, em que se apropriando do que considera trunfo metodológico da Geografia, a relação sociedade-natureza, defende o desvelar das desigualdades sociais a partir da Geografia do Clima.

Prof^a. Magaly Mendonça
Coordenadora do Laboratório de Climatologia Aplicada
Departamento de Geociências CFH/UFSC

Sumário

Introdução	7
<i>Weather lore</i> de Pindorama	9
Alegres trópicos	14
De Copérnico a Humboldt	27
Gênese da Climatologia no Brasil: o despertar de uma ciência	51
Os avanços da Meteorologia Sinótica e o paradigma dinâmico	74
A Climatologia dos Geógrafos	86
As matrizes “monterianas” de construção de um paradigma: o ritmo ...	103
Da Climatologia Geográfica à Geografia do Clima: uma nova razão para um novo conhecimento	107
Referências Bibliográficas	115

Introdução

O estudo dos fenômenos atmosféricos, compartilhado entre a Meteorologia e a Climatologia, é caracterizado por uma interface que, nas diversas fases da evolução das ciências, esteve presente em numerosas áreas do conhecimento. Mas, sem dúvida alguma, é no escopo da Geografia, que tem encontrado terreno fértil para o seu desenvolvimento.

A Climatologia no Brasil nasceu no seio das ciências naturais derivada das concepções humboldtianas da “teoria geral da Terra”, como tal, eivada de pressupostos sistemáticos e de natureza regional. Este enfoque esteve presente nas primeiras descrições e no caráter explicativo advindos da preciosa contribuição dos viajantes europeus, como Spix, von Martius, Saint-Hilaire, Langsdorf, entre outros, que percorreram as terras brasileiras na primeira metade do século passado.

No início do século XIX entretanto, com a vinda da família real portuguesa para o Brasil, a urbanização das nascentes vilas e as preocupações com a higiene, a salubridade e com a qualidade de vida, redirecionaram o enfoque especulativo para as questões de saúde pública.

A maioria das cidades e vilas brasileiras apresentava, por essa época, um quadro geral de insalubridade em que a umidade excessiva e as elevadas temperaturas, para os padrões europeus, associada às péssimas condições de higiene eram responsáveis por diversas moléstias e epidemias. A maioria dos estudos climatológicos versava sobre o papel do clima na saúde e no bem estar e foram realizados, principalmente, por médicos e sanitaristas.

Mesmo considerando as primeiras impressões sobre o clima do Brasil, de Hans Staden (1557), e os registros pioneiros de Georg Marcgrave na primeira metade do século XVII no litoral pernambucano, as do padre Sermatoni, em Barcelos na Amazônia e do astrônomo português Sanches Dorta, no Rio de Janeiro e em São Paulo, na segunda metade do século XVIII, não havia nenhum sistema organizado de observação e coleta de dados mais institucionalizado.

É com a ocupação territorial do nascente Império do Brasil, com o advento do telégrafo, das expedições militares e com a expansão econômica, principalmente do café no centro sul, do algodão e da cana-de-açúcar no nordeste, que as primeiras estações meteorológicas são instaladas. Mesmo assim, em sua maior parte, graças à iniciativa de estrangeiros, empresas particulares e *homens de ciências*, que vislumbravam a necessidade de se implantar este serviço para o desenvolvimento do país.

Somente no último quarto do século XIX, com a reorganização do

Observatório Astronômico no Rio de Janeiro, que apesar de ter sido fundado em 1827, funcionou precariamente até 1871, e com a criação da Repartição Central Meteorológica do Ministério da Marinha em 1888, é que se inicia a fase científica das ciências atmosféricas no Brasil.

Mesmo considerando uma série de artigos publicados por diversos autores sobre aspectos do clima do Brasil, podemos considerar como as três obras pioneiras, que vieram a público entre o final do século XIX e início do século XX, a de Henrique Morize em 1891, a do alemão Frederico Draenert em 1896 e a de Delgado de Carvalho em 1917, pelo fato de tratarem o clima do Brasil em toda a sua extensão territorial, em busca de uma síntese e preocupações com uma proposta de classificação, em sintonia com as diretrizes traçadas por Julius Hann.

É neste intervalo de tempo, que o enfoque médico/sanitarista dá lugar a um conjunto de análises mais específicas da distribuição geográfica dos elementos meteorológicos e da sua variabilidade temporal, na perspectiva de explicar os regimes climáticos regionais. Aliás, a obra de Carlos Delgado de Carvalho foi reconhecidamente geográfica, por todos os seus críticos e que teve enorme influência da escola regional francesa, principalmente a partir das concepções de De Martonne.

Com a expansão da rede de superfície e a organização mais sistematizada das séries temporais de dados meteorológicos e com a criação da Diretoria de Meteorologia e Astronomia junto ao Ministério da Agricultura, em 1909, pode-se afirmar que se inicia a fase madura da Climatologia no Brasil.

Nas primeiras décadas deste século várias tentativas de se identificar os sistemas produtores dos tipos de tempo foram realizadas pelos estudos de Sampaio Ferraz, Belfort de Mattos, Margarinos Torres e Américo Silvado. Entretanto, foram as contribuições de Adalberto Serra e Leandro Ratisbona, a partir dos anos trinta, que trouxeram valiosas informações sobre a circulação atmosférica do continente sul-americano, incorporando os novos paradigmas da meteorologia sinótica da escola de Bergen capitaneada por Bergeron e Bjerknes e da escola de Chicago, através de Gustav Rossby.

Nesta mesma época, com a criação do Conselho Nacional de Geografia (IBGE) e mais fortemente nas décadas de 40 e 50, inicia-se uma das fases mais produtivas da climatologia brasileira, com os estudos de Soares Guimarães, Gilberto Osório de Andrade e Salomão Serebrenick que produziram as primeiras obras de síntese, no âmbito da ciência geográfica, cujos estudos foram, mais tarde, continuados por Lysia Bernardes.

A partir dos anos 60, a climatologia brasileira atinge a sua maioridade.

A necessidade de aprofundamento do estudo de seus elementos constituintes e a diversidade temática exigida pelo grau de desenvolvimento científico e tecnológico acarreta um desdobramento de seu conhecimento em três grandes setores da ciência: Geografia, ciências agrônômicas e Meteorologia.

No âmbito da Geografia, o enfoque dinâmico e suas relações com a organização do espaço é tratado nas obras de Linton de Barros, de Edmon Nimer e, principalmente de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, cuja interpretação dos novos paradigmas elaborados por Maximilien Sorre e na crítica da abordagem de Pierre Pédélaborde, propõe um novo paradigma para a Climatologia Geográfica no Brasil, a partir da noção do ritmo.

Com a criação do Instituto de Estudos Espaciais (INPE), já na década de 70, a Meteorologia dá um salto qualitativo com a incorporação de novas tecnologias computacionais e utilização de satélites, radares e sondas. Ao longo das últimas décadas várias instituições de âmbito estadual e federal foram criadas para este fim: IPmet, Funceme, Climerh, Simepar, etc.

Esta rápida descrição histórica da climatologia brasileira, além de muito rica, ainda é pouco conhecida. Neste trabalho, pretendemos trazer à discussão, não a climatologia que está sendo realizada, hoje, e sim, os primórdios e o contexto de sua instalação em nosso país e, principalmente, estabelecer os recortes paradigmáticos e compreender os antecedentes que puderam viabilizar a construção, a partir da década de 60, de uma Climatologia Geográfica, sistematizada e dotada de pressupostos teóricos e metodológicos através da brilhante e criativa produção científica de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro.

Weather-Lore de pindorama

Em que pese a pouca literatura existente sobre o conhecimento que os povos indígenas, que habitavam o Brasil no início da ocupação portuguesa, tinham a respeito dos fenômenos atmosféricos, parece certo que muitos destes povos se preocupavam com o tempo e o clima, na medida de sua importância, não somente mística, como também no que se relaciona à suas atividades agrícolas, de caça e comemorativas.

Este conhecimento, como afirma Ferraz (1980), era constituído de observações empíricas passadas, oralmente, ao longo das gerações, principalmente sobre as posições do firmamento de estrelas e constelações e a incidência das estações do ano.

Ao comentar sobre a vida dos Tupinambás, uma das principais tribos que habitavam as regiões costeiras, Fernandes (1989) esclarece que:

As informações relativas ao conhecimento dos tupinambás sobre o mundo natural circundante permitem inferir que eles desenvolveram respostas eficientes diante de muitos fenômenos naturais. Esses conhecimentos eram muito extensos, indo da especificação de fenômenos meteorológicos, e de vários espécimes animais e vegetais e sua utilização até as tentativas de domínio mágico da natureza. (Fernandes, 1989:78)

O conhecimento do regime pluviométrico, muito útil para se determinar os períodos chuvosos e secos, se devia a interpretação que faziam da direção dos ventos e o movimento aparente do sol, associados à observação cosmográfica. Por suposto que este conjunto de saberes empíricos estava repleto de manifestações místicas e mágicas.

Mesmo considerando que os silvícolas brasileiros se encontravam num estágio cultural e tecnológico muito inferior em relação aos demais povos sul-americanos como os incas, por exemplo, é fato que já haviam constituído o seu *weather-lore* - o conjunto de conhecimentos sobre os tipos de tempo, baseados na experiência coletiva e sistematizado em suas práticas cotidianas.

Num excelente conjunto de relatos sobre a história da missão dos padres Capuchinhos, na ilha do Maranhão, o teólogo francês Claude d'Abbeville, que chegou ao Brasil em 1604, com a comitiva de Daniel de la Touche, Senhor de la Ravardiere, no contexto da segunda tentativa francesa de ocupação de terras americanas para a implantação da França Antártica, descreve um paraíso terrestre em plena zona tórrida. Com os conhecimentos adquiridos a partir dos relatos de seus antecessores (durante a primeira invasão francesa), Andre de Thevet e Jean de Léry, e as de seu contemporâneo Yves d'Evreux, além de sua estada por quase um ano nesta província nos relata, com bastante propriedade, os conhecimentos cosmográficos e meteorológicos dos índios Tupis da província do Maranhão, que já associavam, e se guiavam, pelos movimentos da declinação do sol.

Afirma este autor, na mesma obra, primeiramente publicada em 1614, em Paris, que poucos entre os Tupinambás desconheciam a maioria dos astros e estrelas do hemisfério sul. As Plêiades, denominadas *seichu* começam a ser vistas em meados de janeiro e, mal a enxergam no firmamento, afirmavam que as chuvas iriam chegar, como de fato chegavam pouco depois. Ao descrever como os índios contavam o tempo, dizia que:

Contam perfeitamente os anos com doze meses como os nossos e isso pelo conhecimento do curso do sol de um trópico a outro e vice-versa. Conhecem os meses pela época das chuvas e pela época das secas ou, ainda, pelo tempo dos cajús, assim como nós conhecemos os nossos

pela época da vindima. [...] como a estrela seichu (Plêiades) aparece alguns dias antes das chuvas e desaparece no fim para tornar a reaparecer em igual época, reconhecem os índios, perfeitamente o interstício, ou o tempo, decorrente de um ano a outro. (Abbeville, 1975:250)

Sabiam que quando os raios solares vinham do hemisfério norte, no solstício de inverno, traziam-lhes vento e brisas, mas quando vinham do sentido oposto, havia chuva e ventos mais fortes. Esta noção é bastante correta para a maior parte do Brasil, em que grande parte das precipitações estava associada à penetração dos sistemas polares e das frentes frias provenientes do sul.

Herbert Baldus, conhecido antropólogo alemão, que nas décadas de 30 e 40 deste século conviveu com várias tribos do Brasil central e publicou em 1937 os seus Ensaio de Etnografia Brasileira e, em 1948, trouxe ao público seus estudos sobre os Tapirapés (tribo Tupi do Brasil central), também menciona a importância das Plêiades, como anunciadoras, ao surgirem no horizonte oriental, da estação seca, ou de inverno (Baldus, 1937 e 1970).

Aliás, segundo Mourão (1978), as inscrições rupestres de Pedra Lavrada, no interior da Paraíba, registram os desenhos deste aglomerado de estrelas (Plêiades). Ele afirma que estas eram conhecidas de todos os indígenas brasileiros e, ao que tudo indica, pelo menos para os grupos indígenas que habitavam a região Nordeste do Brasil, quando as Plêiades se tornavam visíveis, ao anoitecer, era motivo de alegria e festejo, pois se iniciava um novo ano (Pimentel, 1980).

Observa-se, portanto, que os indígenas do litoral do nordeste identificavam a chegada das Plêiades no firmamento como prenunciadoras da época das chuvas, enquanto os que habitavam o Brasil central, a identificavam como o início da estação das secas, demonstrando o reconhecimento da diversidade climática de nosso território.

Além das observações de natureza astronômica, muitas tribos também incorporaram em seu repertório o comportamento da fauna e flora tropical, que tanto denunciavam o que havia por vir, quanto davam sinais do que fazer para se beneficiar (ou se proteger) de suas variações. As observações sobre as migrações de aves e animais não escaparam à astúcia dos silvícolas que, inseridos num quadro de uma natureza ainda selvagem, aprenderam seus ciclos e seus significados.

Como elemento que denota a importância atribuída ao conhecimento do tempo e do clima entre os grupos indígenas brasileiros, Yves d'Evreux (*apud* Magalhães, 1968) comenta que para um índio ser guiado à categoria

de Pajé, entre os testes aplicados, verificava-se a sua capacidade de “*curar os doentes com o sopro e prenuciar a chuva*”.

Entretanto, o *wheather-lore* indígena possuía um vínculo mais estreito com suas atividades do que meramente uma ação contemplativa. A este respeito, Fernandes (1948) salienta que:

O que me levou a analisar este aspecto do problema em termos da economia é o fato de associarem a tais conhecimentos, finalidades práticas. Assim, toda a importante cosmografia tupi refere os fenômenos cosmológicos conhecidos empiricamente através de sua regularidade, a variações de estação e de cultura agrícola, aos ventos, à chegada das chuvas, etc. (Fernandes, 1948:78)

É claro que num país de dimensões continentais como é o caso do Brasil, o regime climático é bastante diversificado. Entretanto, como a maior parte de seu território se situa na faixa intertropical, os dois elementos meteorológicos que mais preocupavam os indígenas eram a periodicidade das chuvas e os fenômenos extremos, como as rajadas de ventos, relâmpagos e trovoadas. Também parece certo que atribuíam aos deuses, a ocorrência de tais fenômenos, como sinal de sua ira ou bonança.

Aliás, demonstravam enorme respeito e veneração pelo sol, fonte de todas as coisas e, dos seres viventes tinham forte temor pela lua, pois identificavam-na com os mistérios da noite e como responsável pelos maus espíritos das trevas. Não é a toa que nunca dormiam, na maloca ou em áreas externas, sem que acendessem fogueira mantida viva durante a noite inteira.

O fim da estação chuvosa marcava de maneira significativa o cotidiano da vida na tribo. A maior parte dos grupos indígenas esperava ansiosa e impacientemente que as chuvas diminuíssem, o que ocorre entre abril e maio, na região centro sul do Brasil, para iniciarem as cerimônias – a maior de todas – que marcavam o início da estação seca. Para os Carajá e outras tribos do centro oeste, quando as águas dos rios baixavam, iniciava-se um novo ano. Este fato também se associava ao período de maior abundância de caça, pesca e outros alimentos (mandioca e milho).

Isto de se deve ao fato de que, tanto as atividades sociais quanto aquelas relacionadas às guerras contra tribos rivais, estavam associadas às cerimônias e rituais, quando se consumiam grandes quantidades de *cauim*, bebida preparada à base de mandioca, milho ou caju. Nestas ocasiões, os índios bebiam e festejavam por vários dias, como um ritual de preparação para estas empreitadas. Caso não houvesse uma quantidade suficiente dos produtos usados para a fabricação do *cauim*, as cerimônias não se realizavam e os ataques aos inimigos eram abortados. Isto demonstra a importância dada

ao conhecimento da sazonalidade do clima e ao significado do curso anual do período das águas.

Sobre este aspecto, há uma interessante passagem na obra “Duas Viagens ao Brasil” escrita por Hans Staden, que teve enorme repercussão na Europa no século XVI e que foi primeiramente publicada em língua portuguesa em 1892, na Revista do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro. Este mercenário alemão, ao desembarcar na região de Bertioga, no litoral norte de São Paulo, ao lado dos portugueses e seus aliados, os Tupiniquins, sofreram violento ataque de seus maiores inimigos, os Tupinambás e, caindo prisioneiro destes, permaneceu cativo por quase um ano. Pode assim observar cuidadosamente os hábitos e o cotidiano dos indígenas. Ao relatar sobre a importância da sazonalidade do clima nos rituais tribais e nos preparativos das guerras, descreve:

Tínhamos que nos acautelar especialmente contra os tupinambás duas vezes por ano, épocas em que, com violência, penetram na região dos tupiniquins. Uma destas épocas é em novembro, quando amadurece o milho, que chamam **abatí**, e com o qual preparam uma bebida chamada **cauim**. Empregam também aí a raiz de mandioca, de que misturam um pouco. Logo que voltam de sua excursão guerreira com abatí maduro, preparam a bebida e devoram nesta ocasião os seus inimigos, se conseguirem aprisionar alguns. Já um ano inteiro antes esperam com alegria o tempo do abatí. (Staden, 1974:77)

Se no início da estação chuvosa, em meados de novembro, os Tupinambás invadiam as terras Tupiniquins para colher o milho, ao final da estiagem, em agosto, retornavam para esta região litorânea, para obter mais víveres, a partir da pesca, por ocasião da desova dos peixes nos estuários abundantes que se encontram na baixada. A este respeito, completa o autor:

Além disto, devíamos contar com eles em agosto. Neste tempo procuram uma espécie de peixe que emigram do mar para as correntes de água doce, para aí desovar. Esses peixes se chamam paratí. Nessa época empreendem eles em geral uma excursão guerreira a fim de melhor poderem aprovisionar-se de víveres. Pescam grande número de peixes com pequenas redes. Também os atiram com flechas e trazem muitos assados para casa. (Staden, 1974:77-78)

Infelizmente, o rápido extermínio e a implacável assimilação cultural de numerosas tribos não permitiu que se pudesse aprofundar o conhecimento sobre suas culturas materiais e espirituais. Porém, durante quase três séculos de convívio, quase sempre conflituoso, com os portugueses colonizadores, muitas de suas tradições, crenças e conhecimentos sobre o tempo, o clima, a agricultura e outros aspectos da vida cotidiana foram incorporados como

valores culturais do povo brasileiro. A sua contribuição à meteorologia e a climatologia foi bastante incipiente, muito inferior não só à dos portugueses, como à africana. Porém, este período pré-científico foi responsável pelas primeiras informações e, durante séculos, as únicas, sobre o clima do Brasil.

Alegres trópicos: impressões dos cronistas sobre o tempo e o clima no Brasil colônia

Os primeiros viajantes europeus a percorrerem as terras brasileiras, navegantes, comerciantes, religiosos e aventureiros de todos os tipos tinham em comum, e não poderia ter sido de outra forma, a visão de um mundo desconhecido, de uma paisagem natural estranha e selvagem, repleta de simbologia, mitos e fábulas, que permearam as primeiras impressões e descrições, carregadas de representações que evidenciavam mais as visões do que os fatos.

Ao tratar esta questão, Belluzzo (1996) comenta que estas primeiras visões deste novo mundo podem ser interpretadas como [...] *as primeiras imagens das terras brasileiras correspondem a dois impulsos. De um lado, a projeção sobre o desconhecido, os símbolos e mitos, os contos maravilhosos e as fábulas. De outra, a observação direta e o cálculo, que proporcionaram descrições geográficas na forma cartográfica.* (Belluzzo, 1996:15).

Com muita frequência, estes primeiros viajantes mencionavam o mundo natural e se sentiam particularmente atraídos pelos animais e pela vegetação estranha e exótica. Não faltaram as idealizações sobre a vida na floresta e o bom selvagem, em perfeita harmonia com o universo. Portanto, não se pode deixar de considerar nos relatos dos cronistas dos séculos XVI e XVII, tanto o contexto histórico, como toda a carga de conceitos éticos, morais, religiosos e estéticos, com que descreveram suas primeiras impressões e, que será tratado no capítulo seguinte.

Sergio Buarque de Holanda (1969), ao abordar as controvérsias sobre o mundo natural – e o clima – entre os pensadores do século XVI, a respeito do legado de Aristóteles/Estrabão e a experiência adquirida nas viagens, comenta:

O vigor, porém, dessas razões, ainda quando não se leve em conta a fragilidade dos supostos fundamentos científicos em que se amparam, é claramente alimentado pelo empenho de mostrar o erro dos destratores obstinados do mundo tropical. No argumento de fundo polêmico pode vislumbrar-se alguma coisa daquela mesma emoção que deve ter possuído os cosmógrafos quando, ao circularem as primeiras notícias

de viagens efetuadas às terras outrora ignoradas, se foram dissipando ou desbotando noções que, durante longos séculos, passaram quase por artigos de fé: a noção, por exemplo, de que em nosso globo a terra tem extensão muito maior do que as águas; a da existência dos antípodas, de que até os santos duvidaram, e não faltou quem o lembrasse; ou ainda a de que a cor da pele, nos seres humanos, nada tem a ver com a intensidade do calor, de modo que num mesmo clima e à mesma distância da equinocial, podem existir brancos e pretos, e por fim a de que mesmo os sítios mais quentes, ou tidos como tais, são perfeitamente habitáveis. (Holanda, 1969:277-278)

No início da colonização, enquanto os portugueses, indecisos, se convenciam das vantagens em investir na ocupação do Brasil, os franceses, que não aceitavam a divisão da América estabelecida pelo Tratado de Tordesilhas, entre os reinos ibéricos, desde 1503, já perambulavam pela costa brasileira, comercializando com várias tribos indígenas e, por duas vezes, tentaram fundar colônias em nosso território.

Além disto, os holandeses, que por esta época lutavam por sua independência contra os espanhóis, trouxeram esta guerra para o novo mundo, invadindo o litoral do nordeste brasileiro que, pela união das coroas entre Portugal e Espanha, a esta última seu território passou a pertencer entre 1580 e 1640.

Consideramos três conjuntos de informações que se identificam tanto cronologicamente, quanto pela natureza das descrições realizadas. O primeiro conjunto se refere à visão dos portugueses, a partir do conteúdo da carta de Pero Vaz de Caminha ao Rei Dom Manuel e, em especial, às observações dos religiosos da Companhia de Jesus, como as dos padres José de Anchieta, Manuel da Nóbrega e Fernão Cardim.

No segundo conjunto, analisamos o que consideramos serem as mais preciosas e significativas contribuições sobre o mundo tropical para a época, que foram aquelas realizadas pelos religiosos franceses presentes nas duas tentativas de implementação de colônias em território brasileiro, em especial, os relatos de Andre Thevet, Jean de Léry, Claude d'Abbeville e Yves d'Evreaux que, de certa forma, se constituíram nos principais documentos que fundamentaram a visão dos "alegres trópicos", que tanto influenciou a cultura européia, notadamente francesa, produzindo as teorias (ou mitos?) do bom selvagem e da sociedade primitiva perfeita, como aquelas propagadas por Rousseau e enciclopedistas do Iluminismo francês.

Para finalizar, o terceiro conjunto se refere ao período do domínio holandês no nordeste brasileiro, marcado pela primeira tentativa de se tratar

a natureza de forma mais científica, a partir dos estudos realizados por Georg Marcgrave, Johann de Laet e Gaspar Barleus, naturalistas e cientistas que vieram com a comitiva de Maurício de Nassau, no século XVII, quando o racionalismo científico toma corpo e dita as regras.

A carta de Caminha e os relatos de Fernão Cardim

A ocupação efêmera do Brasil por parte de Portugal no início da colonização foi responsável pelo pouco interesse despertado sobre nossa terra e nossa gente. Os poucos relatos encontrados na literatura, à exceção do primeiro documento enviado à metrópole, a carta do escrivão da armada de Cabral, Pero Vaz de Caminha, vieram dos padres da Companhia de Jesus, José de Anchieta, Manuel da Nóbrega e Fernão Cardim.

Destes, Cardim é o único que descreve, de forma mais aprofundada, as características do clima do Brasil. Nascido em 1548, foi dirigente da Companhia de Jesus por várias décadas, posto este que o obrigava a percorrer, como padre visitador, as paróquias e capelas distribuídas ao longo de nosso território, para cuidar do andamento dos serviços religiosos aos cristãos e da catequese dos indígenas. Antes de morrer, em 1625, deixou excelentes relatos, condensado na obra “Tratados da Terra e Gente do Brasil”, preparada por Capistrano de Abreu e publicado, pela primeira vez, em 1939, pela série Brasileira. Apesar de seus escritos estarem mais dedicados a oferecer à Companhia de Jesus uma visão geral da “empresa jesuítica”, Cardim organizou um conjunto de informações sobre a natureza (fauna e flora) e, particularmente, em seu primeiro capítulo, descreve as características do clima. Logo no início da narrativa, oferecendo uma visão geral dos climas da porção litorânea do Brasil, escreve o autor:

O clima do Brasil geralmente he de bons, delicados e salutíferos ares, donde homens vivem até noventa, cento e mais annos; geralmente não tem frios, nem calores, ainda que no Rio de Janeiro até São Vicente há frios e calores, mas não muito grandes. Os céus são muito puros e claros, principalmente à noite. O inverno começa em março e acaba em agosto, o verão começa em setembro e acaba em fevereiro. (Cardim, 1978:25)

De suas impressões sobre o clima, invariavelmente comparava as condições daqui e de Portugal da época merecendo destaque duas observações sobre as características da capitania do Rio de Janeiro e da Vila de Piratininga (atual São Paulo). Na primeira, sobre o Rio de Janeiro, escreve o autor que o clima é bastante temperado, o que, em seu modo de

dizer, significa que não há calor nem frio exagerado e o ar [...] *é muito sadio e de muita boa água.* (Cardim, 1978:209).

Não podemos deixar de constatar, como veremos em outros capítulos, que neste período (séculos XV ao XIX), a Europa experimentava um rigor climático muito mais intenso do que hoje, período este denominado de Pequena Idade do Gelo (ou Glacial), que apresentava invernos muito rigorosos que castigavam as populações urbanas e comprometiam as safras agrícolas. Assim, o que Cardim considerava como clima temperado, na verdade significa mais a ausência de inverno, do que verões brandos. A este respeito, afirma: *O inverno se parece com a primavera de Portugal: tem uns dias formosíssimos tão aprazíveis e salutíferos que parece os corpos bebendo vida.* (Cardim, 1978:209)

A Segunda observação se refere a São Paulo. Além de retratar o clima como muito sadio, informa que no inverno o clima é muito frio, com a ocorrência de geadas e dias muito límpidos. Acrescenta que as terras são muito férteis, onde há grandes pinheiros, cujas pinhas são maiores do que as de Portugal e são tão abundantes, que há índios que se alimentam quase exclusivamente delas e, ainda, que se plantava trigo e cevada (Cardim, 1978:213-214).

Mas a descrição que Fernão Cardim realiza sobre o clima do Brasil não se limita a observações genéricas. Comenta alguns episódios bastante calamitosos, que já naquela época, provocavam flagelos e reconhecia que se tratava de fatos excepcionais. Num destes relatos, se refere a uma grande seca no nordeste, especificamente na capitania de Pernambuco, ocorrida em 1583, que atingiu inclusive o litoral, onde se encontravam os engenhos de açúcar, e tece o seguinte comentário:

Houve tão grande seca (em 1583) que os engenhos d'água não moeram muito tempo. Houve grande fome, principalmente no sertão de Pernambuco, pelo que desceram do sertão apertados pela fome socorrendo-se aos brancos, quatro ou cinco mil índios. Porém passado aquele trabalho da fome, os que puderam se tornaram ao sertão, excepto os que ficaram em casa dos brancos ou por sua, ou sem sua vontade. (Cardim, 1978:199)

Desde esta época, portanto, já se encontram relatos que tratam da problemática da seca nordestina, e o caráter do movimento migratório das populações locais entre o sertão e o litoral, mesmo antes de uma ocupação mais intensiva. Este fato, de certa forma, confirma a existência deste problema crônico (de ordem genética do clima) sobre as anomalias da distribuição das chuvas da região.

Retomando as primeiras impressões dos portugueses sobre a natureza e o clima do Brasil, em abril de 1500, na célebre carta de Pero Vaz de Caminha, enviada ao Rei de Portugal, Dom Manuel, o escrivão da armada de Pedro Álvares Cabral, descrevendo os nativos do litoral baiano, conclui: *Porquê os corpos seus são tão limpos e tão gordos e tão formosos, que não se pode mais ser. Isto me faz presumir que não tem casas nem moradas em que se acolhem, e o ar, a que se criam, os faz tais.* (Caminha, 1981:53)

O que Caminha denominava como “ar” é o que hoje definimos como clima. Mesmo considerando que ao contrário de suas palavras, os indígenas habitavam malocas de madeira e palha, e não ao relento, descreve um clima como sendo muito salutar e temperado e, a seguir, comenta: *[...] até agora não pudemos saber que há ouro, nem prata, nem nenhuma cousa de metal, nem de ferro, nem lho vimos. Porém, a terra em si é de muitos bons ares, assim frios e temperados, como o de Douro-e-Minho, porque neste tempo de agora os achamos como os de lá.* (Caminha, 1981:87)

Tanto Hans Staden, quanto Gabriel Soares de Souza, também deixaram impressões valiosas sobre as características gerais do clima do Brasil. O primeiro, que permaneceu no Brasil entre 1553 e 1554, publicou em 1557 suas *Duas Viagens ao Brasil* e, referindo-se ao território Atlântico, escreveu: *[...] o país do Brasil está em parte entre os dois trópicos a gente anda nua e em estação nenhuma do ano faz tanto frio como aqui em Michaelis, mas a parte da terra mais ao sul do Capricórnio é um pouco mais fria.* (Staden, 1974:12). O segundo, Gabriel de Souza, ao comentar o clima da Bahia, em 1587, registra os seguintes fatos:

Os dias em todo o ano são quase iguais com as noites e a diferença que tem os dias de verão e os do inverno é uma hora até hora e meia. Começa-se o inverno desta província no mês de abril e acaba-se por todo o julho, em o qual tempo não faz frio que obrigue aos homens se chegarem ao fogo, senão o gentio, por que andam despídos. Nesta comarca da Bahia, em rompendo a luz da manhã, nasce com ela juntamente o Sol, assim no inverno como no verão. E em se recolhendo o Sol à tarde, escurece juntamente o dia e cerra-se a noite. Começa o verão em agosto, durando até o mês de março, no qual tempo reinam os ventos nordeste e leste-nordeste e correm as águas na costa ao som dos ventos da parte norte para o sul, pela qual razão se não navega ao longo desta costa senão com as monções ordinárias. (Souza, 1587, apud Ab’Saber, 1979:126)

Nesta passagem se observa o estranhamento dos europeus quanto ao fato de que não haja crepúsculos como os que ocorrem nas latitudes médias da Europa. Notam que o dia nasce com o sol e se encerra com o por do sol,

tendo os dias e as noites quase igual duração. Conclui-se que, de modo geral, as primeiras impressões sobre os “ares”, ou seja, os climas do território brasileiro, eram bastante positivas e suscitavam uma excelente perspectiva de aclimatação dos portugueses.

Alegres trópicos: a França “descobre o Brasil”

O Brasil dos primeiros viajantes franceses é uma terra de beleza, fertilidade e alegria. A opinião sobre os “bons ares”, a riqueza e o colorido da flora e da fauna, assim como a boa impressão sobre os habitantes é quase unânime. (Perrone-Moysés, 1996)

Desde 1503, navios franceses estiveram abordando o nosso litoral em busca do pau brasil, e outras riquezas nativas. Ao contrário dos portugueses, estes conseguiram se relacionar melhor com os indígenas brasileiros, pois estabeleceram um sistema de trocas justas de mercadorias e não se interessaram em dominar as terras nem escravizar os nativos. Em 1505, Binot Palmier de Gonneville, comerciante francês, aporta no litoral de Santa Catarina e inicia um intercâmbio comercial, que duraria quase dois séculos, e que marcaria de forma profunda até mesmo, a própria sociedade francesa.

Meio século depois, chega ao Rio de Janeiro, em 1555, a armada de Nicolas Durand de Villegagnon, que em nome da coroa francesa, funda a França Antártica em terras brasileiras. Em sua companhia, vieram dois religiosos, que deixaram extensos relatos e crônicas sobre nosso país.

O franciscano Andre Thevet e o calvinista Jean de Léry, não tinham posições doutrinárias contrárias somente por suas convicções religiosas, mas também por suas impressões sobre o modo de vida dos povos indígenas e as peculiaridades da nova terra. Enquanto Léry, assim como seus conterrâneos capuchinhos Abbeville e Evreux, meio século mais tarde, defendia a existência de um quadro natural puro, sadio e paradisíaco, Thevet descrevia uma natureza perigosa e corrompida, mesmo que mais tarde tenha mudado de opinião, como veremos adiante.

Numa obra de vulto para a época, Thevet escreveu (entre 1555 e 1558) sobre as singularidades da França Antártica, depois de ter estado por quase três anos no Brasil e outros tantos em diversas regiões do continente americano. Nesta obra, republicada pela Editora da Universidade de São Paulo em 1978, inserida na coleção Reconquista do Brasil, Thevet, ao contrário da visão de paraíso de Fernão Cardim, comenta sobre o Rio de Janeiro que, além da chuva incessante (abril de 1556) e do calor insuportável: [...] *a água da chuva nesta região é corrompida, por causa da*

infecção do ar pelo qual passa e da matéria igualmente corrompida que se encontra nas partes onde se formam estas chuvas. (Thevet, 1978:221).

Esta descrição, entretanto, não condiz com os relatos de todos os outros cronistas da época (primeira metade do século XVI), que foram unânimes em declarações positivas da natureza, da pureza do ar e das delícias do clima. Aliás, esta controvérsia se estendeu por mais de um século, no início da colonização, quando os cronistas da época se debateram entre os preconceitos atribuídos às zonas tórridas e as características reais do clima do Brasil Atlântico. Esta controvérsia encontrou em Thevet seu principal interlocutor. Se em sua chegada via uma natureza corrompida, após sua permanência no Brasil, muda de opinião e assume uma postura crítica, ao discutir este conceito. Declarava que os antigos falavam mais por conjecturas do que por experiência, e que reproduziam a conceituação tradicional de que a zona inserida entre os trópicos é chamada de tórrida por causa da ardência dos raios solares. Entretanto, esclarecia o religioso francês, a sua experiência de vida no Brasil não lhe deixava dúvidas sobre a superioridade das regiões quentes e úmidas para a sobrevivência e habitabilidade humanas. (Ab'Saber, 1979)

Uma suposição que poderia ser inferida é a de que em sua curta estada na baía de Guanabara, a despeito de suas idéias pré-concebidas, tenha vivenciado um episódio destes que são bem conhecidos dos habitantes dos trópicos, que se refere ao domínio do ar tropical continental. Quando este avança sobre o litoral, provoca as temperaturas mais elevadas, acompanhada de baixa pressão do ar e de calmarias. Este quadro sinótico sobre uma área de manguezais, típica do entorno da cidade do Rio de Janeiro, pode provocar a existência de odores fortes que ocasionam mal estar, pela exalação de gases como o metano e enxofre.

De qualquer forma, a descrição de Thevet não deve ser desconsiderada, mesmo sendo contrária a dos outros cronistas da época, uma vez que, em geral, tais viajantes não permaneciam muito tempo em cada lugar. Desta maneira, tinham uma possibilidade parcial de avaliar o comportamento do clima, limitando-se a descrever os tipos de tempo dominantes na época do ano que aí permaneciam.

Mesmo sem mencionar diretamente sobre o clima da nova terra, Jean de Léry, que chegou ao Rio de Janeiro em 1557, e publicou suas narrativas sobre a experiência vivida no Brasil em 1578, denominadas “*Viagem à terra do Brasil*”, tinha uma visão muito mais aberta e de respeito às diferenças, se comparada com seu compatriota Thevet. Enquanto este, mais moralista, condenava nos índios a preguiça e a luxúria, Léry se mostrou mais fascinado

pela natureza tropical, pela cultura, pela ética e pelo modelo de vida dos indígenas brasileiros, a ponto de retratar esta terra como os “alegres trópicos”. (Perrone-Moysés, 1996)

Expulsos do Rio de Janeiro em 1567, pelas forças de Mem de Sá, os franceses voltam ao Brasil meio século mais tarde e, ao invadirem as terras maranhenses, implantam a França Equinocial em São Luis, em 1612. A armada de Daniel de la Touche traz, entre outros, dois padres capuchinhos: Claude d’Abbeville e Yves d’Evreux.

Além da impressionante descrição que faz sobre os Tupinambás, Abbeville foi aquele que mais observou o tempo e o clima, deixando através de sua grande obra “A Missão dos Padres Capuchinhos na Ilha do Maranhão”, um importante conjunto de informações sobre as características climáticas da região.

Era opinião reinante nos círculos cultos da Europa do século XVI, a concepção aristotélica de que na então denominada “zona tórrida”, o calor seria tão extremado, que a vida se tornaria impossível de adaptação. Contrariando este conceito, Abbeville descreve, entre espantado e maravilhado o clima da Ilha do Maranhão, da seguinte forma:

Passando o sol continuamente sobre essa zona tórrida, de um trópico a outro, como em sua morada eterna ou magnífico palácio contempla seus súditos diretamente e de frente, e seus raios sendo perpendiculares e ortogonos, e a reverberação dos mesmos intensos, deve o calor ser extremado a ponto de terem pensado autores acatados (e ainda o pensarem) que somente com grandes dificuldades pode o homem adaptar-se. Mas por merce de Deus, observa-se o contrário na Ilha do Maranhão e terras adjacentes do Brasil, situadas precisamente sob a zona tórrida, a dois e meio graus do Equador, onde passando o sol duas vezes pelo seu zênite, seria de fato o calor insuportável não fosse a incomensurável providência divina atenuar e temperar tal ardor por meios muitas vêzes maravilhosos. (Abbeville, 1975:152).

Observa-se que, apesar da constatação da existência de um clima muito mais ameno do que se poderia imaginar para essas latitudes, o autor (e todos os autores de sua época) ainda desconheciam a gênese de tais fatos, ou melhor, atribuíam suas causas à vontade e providência divina, como era corrente durante o período em que o pensamento escolástico predominou no contexto da filosofia cristã.

Mesmo considerando as explicações teológicas para a compreensão das amenidades do clima desta região, Claude d’Abbeville já atentava para o fato de que, vindo as correntes de ar que chegavam ao litoral brasileiro, pelo

quadrante oriental, atravessando o Oceano Atlântico, este ar era temperado pelos vapores das águas oceânicas, que o tornavam puros e “sadios”. Tal foi o impacto destas sensações na percepção do clima local, que o autor descreveu estas sensações, e arriscou uma explicação:

Se a temperatura, ou o clima, de uma região depende tão somente da pureza e da doçura do ar, julgo (o que há de parecer paradoxal a muitos) que não existe lugar no mundo mais temperado e delicioso do que este. Passando o sol da Guiné, a leste, para o Brasil, a oeste, atravessa grande extensão de mar e se impregna de vapores puros e limpos que o temperam admiravelmente. Por esta razão é o Brasil salubre e temperado, enquanto a Guiné não o é, por não se achar sob a cobertura de idênticos vapores. (Abbeville, 1975:153-154).

Trata-se, naturalmente, dos ventos alísios. Em todo o litoral norte e nordeste do Brasil, os ventos que sopram do mar efetivamente amenizam as condições do clima, pela ação do calor latente. Abbeville, observador atento, já constataria que além do papel regulador da temperatura promovida pela ação destes ventos, quando do solstício de verão para o hemisfério sul, a região se tornava palco de abundantes precipitações, principalmente no período equinocial de março. A terminologia empregada como “doçura do ar” e “vapores puros” ou “salutíferos” pode ser interpretada no contexto das grandes epidemias e da insalubridade das cidades européias do início do Renascimento.

É interessante notar que estas informações sobre o curso anual da sazonalidade do clima, também eram de conhecimento dos Tupinambás, com a única diferença de que, enquanto Abbeville associava as estações secas e chuvosas pelas situações da movimentação do sol (do trópico de Capricórnio para o de Câncer – solstícios e equinócios), os índios maranhenses observavam pela movimentação das estrelas – as Plêiades.

Ao caracterizar a variabilidade do clima, Abbeville descreve tanto a sazonalidade diuturna quanto estacional. Sobre as variações ao longo do dia, comenta que: “*O frescor da noite, dos rios e regatos, banha os vapores do sol, formados durante o dia e mesmo depois do ocaso, e os condensa tanto mais depressa quanto sutis, e os transforma rapidamente em abundantes e frescos orvalhos que regam e refrescam toda a região, tornando as noites belas e serenas, agradáveis e deliciosas*” (Abbeville, 1975:155).

Sobre o curso anual – sucessão dos períodos chuvosos e de estiagem – explica da seguinte maneira:

Além disto a providência divina, que tudo dispõe com sabedoria, tempera o ardor do sol em toda essa região, por meios muito mais

extraordinário. Manda à frente do sol, na sua trajetória do trópico de Capricórnio para o trópico de Câncer, grandes chuvas que principiam mais ou menos seis semanas antes de encontrar ele na linha vertical e continuam por dois meses e meio depois de ter ele passado pelo zênite. Duram assim as chuvas de 4 a 4 e meio meses regando abundantemente o ar e a terra, temperando o ardor do sol e fecundando a terra. Estas chuvas começam na Ilha do Maranhão, mais ou menos em fevereiro, e duram até fins de maio ou meados de junho. (Abbeville, 1975:155).

Ao terminar suas impressões sobre o clima do Maranhão, Abbeville está tão convencido da pureza do ar e da salubridade das condições atmosféricas, ao longo do ano todo, que não resiste ao comentário de que, na falta de doenças e outras moléstias tão correntes no continente europeu, a esta época – como a lepra e a tuberculose – os nativos brasileiros são muito mais sadios e fortes e finaliza (sobre os Tupinambás): *Tão saudável é o clima, que só morrem de velhice* (Abbeville, 1975:211).

De qualquer forma, os relatos dos cronistas que por estas terras estiveram nos séculos XVI e XVII, traçaram as primeiras linhas gerais dos tipos de tempo e conseguiram com muita e atenta observação, caracterizar as condições habituais do clima da costa brasileira. A maior parte destas constatações foi muito útil para que se modificassem os conceitos do significado da zona tórrida e, estabelecessem uma nova visão dos trópicos.

Esta boa imagem do Brasil persistiu através dos séculos seguintes, principalmente no imaginário francês, a ponto de introduzir na Europa a teoria do “bom selvagem” abordada por Jean de Léry e Michel Montaigne e que tão relevante papel exerceu no iluminismo e no próprio ideário da Revolução Francesa. Segundo Perrone-Moysés (1996:90), [...] *a França talvez tenha sido o país mais profundamente marcado pela descoberta do Brasil e dos brasileiros, já que esta transformou seus conceitos éticos, políticos, pedagógicos e higiênicos.*

Os primeiros registros meteorológicos no Brasil holandês

Se os cronistas do primeiro século da colonização do Brasil puderam apenas realizar constatações a partir da observação e da experiência vivida em nosso território, no século XVII, por ocasião da presença holandesa no nordeste brasileiro, foram realizadas as primeiras pesquisas científicas baseadas nos registros das condições do tempo e caracterização do clima.

Assim, os europeus que estiveram no Brasil no início do século XVI eram representantes de um conhecimento científico que ainda se pautava no sistema aristotélico-tomista, proveniente do pensamento clássico helênico e

da época cristã, que dominou toda a Idade Média. Este conhecimento se caracterizava pela exploração especulativa dos fatos e pelos axiomas cristãos. Entretanto, com o Renascimento europeu estabelecem-se novas visões de mundo quando a experimentação toma o lugar da especulação, como veremos no capítulo 4. É neste contexto, que os sábios holandeses que vieram com Maurício de Nassau procuraram entender a terra e a gente do Brasil.

Apesar da Holanda ter sido velha parceira comercial de Portugal, atacou o Brasil, a maior colônia lusa, porque travava com a Espanha a guerra por sua independência. Desde 1580, a coroa portuguesa passa para o domínio espanhol e, consigo, toda a vastidão do império colonial lusitano. É neste contexto que, em 1630, os holandeses invadem Pernambuco (e mais outras 6 das 19 capitanias existentes àquela época), então a maior zona produtora de açúcar do Brasil e do mundo, com cerca de 130 engenhos produzindo mais de mil toneladas deste produto, anualmente (Bueno, 1997).

Em 1637, chega ao Recife o novo governador geral mandado pela Companhia das Índias Ocidentais, o nobre Johann Mauritius van Nassau-Siegen, Príncipe de Orange, alemão de nascimento, mas a serviço da Holanda. Demonstrando o enorme poderio econômico da empresa patrocinadora desta aventura ultramar e da formação humanística e intelectual de Nassau, com ele vem uma numerosa comitiva incluindo artistas, naturalistas e homens de ciências, como Franz Post, Willen Piso, Zacharias Wegener e Georg Marcgrave (ou Marcgraf).

Enquanto Post, primeiro europeu a pintar os esplendores da natureza dos trópicos, retratava de forma brilhante os animais e plantas, além das paisagens naturais, Piso, médico pessoal de Nassau, estudou profundamente as ervas medicinais e realizou os primeiros estudos de medicina tropical. Já Marcgrave (astrônomo, matemático e cartógrafo) trouxe consigo um observatório astronômico completo da Holanda, empreendendo as primeiras medições científicas sobre os céus e o clima de Recife e arredores.

Marcgrave, que viveu no Brasil por 6 anos (1637 a 1642), obteve uma série temporal diária entre 1640 e 1642, em Recife (então denominada de cidade Maurícia, em alusão ao príncipe holandês Maurício de Nassau, encarregado da administração local), registrando as condições do tempo, os ventos e as chuvas. Seu companheiro de missão, o médico holandês Willem (Guilherme) Piso, pode descrever o regime climático e detalhou o terrível episódio pluviométrico de 1641, quando o rio Capibaribe transbordou ocasionando muitas perdas de animais e vidas humanas.

Johannes de Laet, que foi uma espécie de escritor dos feitos de Marcgrave, pois este faleceu precocemente em 1648, na África, aos 34 anos, deixando seus manuscritos inacabados, descreve outro evento bastante atípico para aquela latitude quase equatorial (cerca de 8° sul), quando da penetração de um anticiclone polar atlântico no inverno daquele mesmo ano. As temperaturas baixaram tanto, principalmente na região serrana de Garanhuns, que um frio inédito e intenso nevoeiro, pouco comuns para esta parte do Brasil, atingiram a região inesperadamente.

Sobre este episódio, comenta que choveu muito no inverno de 1641. Além dos densos nevoeiros que se formavam, os ventos fortes e frios ocasionaram temperaturas excepcionalmente baixas mesmo ao meio dia. No alto do monte Itapuameru (provavelmente na atual região de Garanhuns), o frio era tão intenso que os cabelos e barbas ficavam cobertos de gotas de água e as mãos “enregelavam” à comparação do gelo.

Segundo Sampaio Ferraz (1980) isto parece bastante plausível, pois, afirma o autor: [...] *do ponto de vista da climatologia de todo o globo, esta quadra excepcional se enquadra bem no primeiro período da chamada Pequena Era Glacial, de 1550 a 1650, em que se registrou o avanço geral das geleiras nos Alpes, Escandinávia e Islândia, e que, segundo autoridades no assunto, repercutira igualmente no Hemisfério Sul* (Ferraz, 1980:211).

Dos registros de Marcgrave, merecem especial atenção as direções do vento, os dias com relâmpagos e trovoadas e, mais especificamente, o número de dias com chuva. Como não havia ainda como quantificar a pluviosidade, anotou os dias em que ocorreram chuvas e comenta sobre os episódios de chuvas mais intensas. Esclarece que, na maior parte das vezes, tratava-se de chuvas curtas, rápidas e de pequena intensidade.

Sem dúvida alguma, os registros e observações desta pioneira dupla de naturalistas, Marcgrave e Piso, são as primeiras de que se tem notícia em todo o território brasileiro. Foram condensadas na *Historia Naturalis Brasiliae*, que é o verdadeiro marco histórico de uma análise mais conjuntiva da climatologia brasileira, despojada da física rudimentar aristotélica, ainda tão em voga no velho continente. Outras observações interessantes de Marcgrave referem-se ao que podemos considerar como as pioneiras considerações bioclimatológicas, ao tratar da paisagem pernambucana. Isto pode ser notado no trecho:

O importuno ardor do verão obriga os habitantes a não cultivarem a terra. Os próprios outeiros, por esses meses, por causa do ardor do sol, são infrutíferos e secam no interior, de sorte que não só toda erva, mas também as árvores morrem de tempos em tempos e o capim incendiado

uma vez, principalmente pelo vento rápido, prossegue o incêndio em grande área, assim elas que reverdecem soberbamente nos meses de chuva, no estio morrem nos montes. (Marcgrave, 1942:261).

Comenta também que os incêndios acabam sendo benéficos para a cultura da mandioca e que fazem parte do ciclo natural. Além disto, citando informações orais passadas pelos indígenas locais e pelos portugueses, que aí já estavam há muitas décadas, aponta a existência de uma ciclicidade entre os anos mais chuvosos e secos, em torno de sete anos, mas sem saber as causas, justifica que isto ocorre por “alguma oculta provação”.

Comparando os cursos de água que desembocam no litoral, Marcgrave salienta que, como é longo o período de estiagem do verão no interior, onde estão as nascentes destes rios, o volume de água é pequeno, apesar de suas extensas larguras quando chegam ao mar. Isto se deve mais à influência das correntes marítimas do que à vazão verificada. Quando se refere ao Rio São Francisco, entretanto, após analisar o material carregado pelas suas águas, infere que este rio deveria nascer muito ao sul, no interior, cuja região apresenta estação chuvosa mais longa e intensa (Marcgrave, 1942).

Serebrenick, geógrafo do IBGE, que comentou a obra de Marcgrave na primeira edição brasileira, numa apreciação crítica sobre os estudos climatológicos contidos na “História Natural do Brasil”, aponta uma série de fatos relevantes, como:

Os dois elementos climáticos que foram objeto das observações de Marcgrave são o estado do tempo e o vento, sendo o primeiro representado pelos elementos parciais: número de dias de chuva, épocas chuvosas, meses mais chuvosos, trovoadas, relâmpagos e nevoeiro. As observações de Marcgrave sobre a região costeira do nordeste oriental foram particularmente felizes, já que nas regiões tropicais, como hoje sabemos, existe estreita correlação entre a dinâmica das massas de ar e os tipos de tempo, sendo indispensável o conhecimento do regime pluviométrico para caracterizar as verdadeiras estações do ano, porque as variações sazonais de temperatura, via de regra, são restritas ou muito pequenas. (Serebrenick, in: Marcgrave, 1942:101).

Percebe-se, pois, que as observações e análises de Georg Marcgrave eram surpreendentes mesmo para o seu tempo. As preocupações com os tipos de tempo e as explicações causais e relacionadas aos aspectos cotidianos da população e da economia agrícola de Pernambuco, aproximam estes propósitos, com os da própria Climatologia Geográfica. Infelizmente, parte dos estudos de Marcgrave se perdeu, com a sua morte prematura, e a

despeito do esforço de Johannes de Laet, que organizou seus escritos, mas que jamais esteve no Brasil, não pode terminar alguns dos documentos por falta de informações.

O legado científico deixado pelos holandeses, como afirma Belluzzo (1996), fornece as primeiras evidências do momento de construção histórica do observador ocorrido no século XVII, quando se buscava apreender a estrutura visível da natureza. Esta nova abordagem da ciência da natureza desenvolve-se em oposição à crença religiosa e sem preocupações morais.

De qualquer forma, em 1640, o Brasil e as demais colônias voltam ao domínio português, com a restauração de sua coroa, após 60 anos de domínio espanhol. Em 1644, após desentendimentos com a Companhia das Índias Ocidentais, Nassau renuncia a seu cargo e retorna à Holanda. Junto com ele, voltam também os pintores, médicos e naturalistas. A partir daí, inicia-se a decadência da ocupação holandesa no Brasil. Dez anos depois, foram definitivamente expulsos, em 1654.

De Copérnico a Humboldt: da concepção física do universo ao sentimento do mundo

No exato momento em que Portugal e Espanha se lançaram à aventura ultramarina, uma outra aventura toma corpo na Europa, capaz de abalar todo o alicerce sobre o qual o conhecimento científico se sustentara durante séculos. Ao mesmo tempo em que o horizonte geográfico se expandia com a descoberta do novo mundo, uma nova concepção de mundo surge da crítica aos conceitos de Aristóteles e Ptolomeu, formuladas por Nicolau Copérnico (1473-1543), culminando com a publicação, em 1543, do “*De Revolutionibus orbium celestium*”. Nossa velha Terra, não só não está imóvel como, também, não é o centro do universo. Nasce a teoria heliocêntrica no mesmo ano em que Copérnico morre.

Brody e Brody (2000) resumem este momento histórico com as seguintes palavras:

As filosofias antigas morreram lenta e relutantemente durante a Renascença. À medida que Copérnico, Tycho e Kepler gradualmente provaram que as teorias de Aristóteles e Ptolomeu sobre o universo estavam erradas, as pessoas perceberam que a Terra não era o centro do universo e que ela se move ao redor do Sol. Mas as forças da razão defrontaram-se com as forças da política e do poder – desafiar os ensinamentos rigorosamente aristotélicos da Igreja católica romana custou a Giordano Bruno a vida, e a Galileu, a liberdade. (Brody e Brody, 2000:27).

A despeito de alguns graves equívocos astronômicos, não se pode deixar de considerar Nicolau Copérnico como o marco do nascimento de uma nova ciência. Se, antes dele, tanto o inglês Roger Bacon, quanto o suíço Von Hohenheim (mais conhecido pelo seu nome de crisma, Paracelso) e o italiano Leonardo da Vinci, já haviam adiantado as novas possibilidades de leitura deste novo mundo, é com Copérnico que esta se materializa.

Durante toda a Idade Média, o universo físico era explicado a partir dos princípios elaborados pelo filósofo grego Aristóteles e pelo astrônomo e geógrafo alexandrino Ptolomeu. Ao longo dos séculos, como esclarece Brody e Brody (2000),

[...] esses princípios haviam sido mesclados à interpretação medieval adotada pela igreja: Deus criara o céu em movimento circular perfeito e eterno. Nosso mundo, composto dos quatro elementos (terra, ar, fogo e água), encontrava-se no centro. Oito esferas cristalinas concêntricas feitas de uma substância imutável, e os demais corpos celestes que eram carregados ou sustentados por essas esferas, compunham o céu. Uma esfera continha o Sol, outra, a Lua, cinco esferas distintas continham cada uma um dos planetas (exceto a Terra) conhecidos na época (Marte, Mercúrio, Júpiter, Vênus e Saturno), e a oitava esfera continha todas as estrelas. Na Terra a matéria se deteriorava e morria, enquanto o resto do universo era perfeito e imutável. (Brody e Brody, 2000:32).

O cientista polonês Nicolau Copérnico, ao colocar em xeque toda a concepção astronômica e física da Idade Média, refutou a tese geocêntrica de Claudio Ptolomeu e estabeleceu, tanto a partir de observações, quanto de cálculos matemáticos, a teoria heliocêntrica, em que revelava ser o Sol o centro de um sistema do qual a Terra é apenas um planeta. Desde 1514, suas teorias já começaram a ser divulgadas num círculo restrito de amigos e astrônomos. Copérnico sabia do perigo que suas teses representavam para os axiomas cristãos. Sobre este aspecto Verdet (1991), ao comentar a obra copernicana, nos relata:

No prefácio, depois de ter proclamado que: ‘a Terra se move, com o risco de chocar os que sabem estar confirmada pelo julgamento de numerosos séculos a opinião de que a Terra está imóvel no meio do céu como se ela fosse o seu centro’. Copérnico roga ao papa Paulo III que: ‘impeça os caluniadores de morder, mesmo se, como diz o provérbio, não haja remédio contra a mordida de um sicofanta’ e, termina tornando pública a sua determinação, sejam quais forem as consequências: ‘Se por acaso argumentadores vão que, sendo inteiramente ignorantes das matemáticas, pretendem, não obstante

julgar tais matérias e que, em razão de alguma passagem da Escritura malignamente deturpada para se acomodar às suas opiniões, ousam censurar e atacar a minha obra, muito bem! Não me preocupo absolutamente com eles; ou melhor, desprezo o seu julgamento como temerário. (Verdet, 1991:64).

Mesmo considerando que o heliocentrismo de Copérnico não modificou totalmente a teoria de Ptolomeu, como o movimento dos planetas, em termos da Astronomia o ganho parece pequeno. No entanto, deixa para os seus sucessores, Galileu e Kepler, enormes possibilidades de conhecimento que marcariam um profundo avanço da ciência, pois se constituiu de um desafio aberto ao sistema monolítico de Aristóteles e Ptolomeu.

Muitos pontos da Astronomia de Copérnico estavam ainda para ser esclarecidos e disto se incumbiu o jovem dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601). Segundo Carvalho (1974), Brahe começou sua carreira construindo instrumentos para observações astronômicas e, em 1580, com o apoio financeiro do rei Frederico II, da Dinamarca, construiu um observatório astronômico. Pode então elaborar um sistemático estudo dos planetas, tentando provar, entre outras teorias, que as órbitas planetárias e a translação da Terra descreviam um movimento oval.

Contemporâneo de Galileu, Tycho Brahe, na verdade, nunca seguiu Copérnico totalmente. Elaborou sua própria concepção de universo, aceitando o heliocentrismo, no entanto, concordava com a tese dos epiciclos de Ptolomeu. Como afirma Brody e Brody (2000), Tycho não era um gênio criativo, embora tenha sido a primeira pessoa a aplicar a matemática superior à observação astronômica. Com seus cálculos precisos, um novo mapeamento das estrelas e dos planetas foi realizado, auxiliando decisivamente as cartas náuticas e o aperfeiçoamento do calendário vigente.

Discípulo direto de Tycho Brahe, Johannes Kepler (1571-1630) revelou a harmonia geométrica do sistema solar. Sobre o cientista alemão, Brody e Brody (2000) afirmam:

Embora As Revoluções de Copérnico, uma obra escrita meio século antes, houvesse começado a convencer as pessoas de um universo heliocêntrico, as demais crenças astronômicas antigas persistiam quando o mundo adentrava a última década do século XVI: céu imutável, círculos perfeitos, harmonia celeste, harmonia matemática e movimento uniforme. Kepler em breve desempenharia um papel fundamental na erradicação dessas crenças. (Brody e Brody, 2000:46)

Entre 1609 e 1618, Kepler divulgaria suas teses sobre o que mais tarde ficou conhecido como as Leis do Movimento Planetário (o foco, as áreas e o tempo dos planetas ao redor do Sol). O avanço que suas descobertas proporcionaram à ciência da época foi formidável, pois a linguagem matemática permitia uma comprovação dos fatos, sem o inconveniente do discurso que, diante de uma Igreja tirânica, dominada pela Santa Inquisição, significava a condenação e a morte.

A mesma sorte não teve Giordano Bruno (1548-1600) que acusado de heresia e excomungado pela Igreja, foi morto, queimado vivo na fogueira da Inquisição pela defesa das teses de Copérnico.

Entre 1580 e 1585, segundo Brody e Brody (2000), Bruno divulgou suas idéias sobre filosofia, astronomia e teologia em Londres e Paris. Neste período, escreveu e defendeu efusivamente a teoria heliocêntrica de Copérnico e apresentou a hipótese de que o universo era infinito.

A contestação das doutrinas de Aristóteles encontrou em Galileu Galilei (1564-1642) um de seus mais obstinados defensores. Estudante de medicina em Florença, já aos 17 anos não aceitava o modelo de universo preconizado pelo filósofo grego.

Apesar da sua contribuição científica ter sido muito mais significativa no campo da física, Galileu também se destacou como astrônomo, meteorologista e inventor. Suas descobertas a respeito dos movimentos da Terra, como a rotação axial, em 1591, e a explicação das marés oceânicas, a partir da concepção copernicana do movimento da Terra, foram fundamentais para o avanço dos conhecimentos do clima do século XVII.

Como meteorologista, construiu o primeiro termômetro, em 1597, e cinco anos mais tarde realizou estudos sobre o magnetismo e demonstrou a existência das manchas solares.

Assim como Giordano Bruno, Galileu também foi perseguido pela Santa Inquisição, porém, durante anos, viu-se diante da escolha entre renunciar totalmente às suas convicções, ou demonstrar que a Bíblia podia ser compatível com a teoria copernicana, pois nunca acreditara verdadeiramente que as duas fossem incompatíveis (Brody e Brody, 2000).

Mesmo tendo renunciado às teses heliocêntricas, em 1633, para escapar da acusação de heresia e, conseqüentemente, da sentença de morte, viveu seus últimos anos em prisão domiciliar, continuando a escrever, mesmo estando cego, até sua morte em 1642.

Neste período de um século, desde as proposições de Copérnico, passando por Tycho, Bruno, Kepler até Galileu, o universo aristotélico tornou-se uma imagem melancólica. O método científico de investigação,

bem como a concepção moderna de experimentação, projetam uma nova razão para um novo conhecimento, que introduziria na Europa dos séculos XVII e XVIII, principalmente com Isaac Newton e Immanuel Kant, o conceito moderno de ciência.

Do triunfo de Aristóteles ao século das luzes

Se na perspectiva da análise das descobertas e dos primeiros inventos é possível estabelecer uma linearidade bem clara e definida, no campo das idéias e da evolução do pensamento filosófico há uma complexidade maior que, entretanto, fundamenta, explica e coexiste com a perspectiva da evolução tecnológica. Ou seja, o discurso filosófico e a técnica são duas faces do mesmo processo. Quando, num dado contexto histórico, uma destas faces impulsiona a outra, esta acaba por ser influenciada e se desenvolve a partir das novas concepções estabelecidas. Assim, não é possível compreender a evolução das técnicas e dos procedimentos científicos, sem considerar a evolução do discurso filosófico.

Desta maneira, se principiarmos esta análise a partir da Idade Média, é no contexto do pensamento eminentemente cristão que se dá a elaboração do conhecimento científico e filosófico. Pensamento este que se prolonga até o século XV, quando o sistema aristotélico se estabelece como hegemônico, a partir de uma concepção lógico-dialética e, portanto, formal. O conteúdo racional, filosófico, dá um sentido à fé e aos mistérios revelados.

Com o surgimento das universidades, grandemente vinculadas às ordens religiosas como Oxford e a de Paris, estabelece-se a “escolástica”, como corrente de pensamento que aceitara e valorizara o sistema aristotélico como método crítico e racional sem, contudo, desconsiderar as razões da fé.

Pode-se considerar a escolástica como o último período da história do pensamento cristão e, portanto, o início do pensamento moderno. Caracterizada por interesses especulativos, partia de uma elaboração racional, consciente e crítica da filosofia cristã de Tomás de Aquino.

Roger Bacon (1210-1294), é considerado como a maior expressão deste período, que marca uma transição para o pensamento renascentista. Franciscano e professor em Oxford, Bacon preconizava que três seriam as grandes fontes do saber: a autoridade, a razão e a experiência. Segundo Padovani e Castagnola (1993:251), para Bacon “*a autoridade se relaciona à fé, à crença, mas não à ciência. A razão produz a ciência, mas esta não é eficaz sem a experiência. A ciência experimental constitui, portanto, a fonte mais sólida da certeza.*”

Na passagem do século XV para o XVI, a interpretação cristã do pensamento aristotélico dá lugar, ainda de forma difusa, à incorporação de elementos humanísticos e naturalistas. Neste período, conhecido como o Renascimento, a história humana e a ciência natural adquirem enorme valor sem, contudo, desprezar os sentimentos cristãos.

Tratava-se, em realidade, de um retorno às concepções do pensamento clássico grego – humanista e pagão – do mundo e da vida. Era a aceitação da existência de Deus e do mundo separados entre si. Portanto, a Renascença tem a fé na natureza, na razão e nas atividades do homem, contrastando com a ciência medieval, que considerava a natureza imperfeita e fantástica.

Os principais pensadores deste período foram Nicolau Maquiavel, Michel Montaigne, Giordano Bruno e Galileu Galilei. Para Maquiavel (1469-1527), o Estado deve ser o fim último da existência e, a ele, devem estar subordinados tanto os indivíduos, quanto os valores éticos e religiosos. Bruno, que foi grande defensor da teoria heliocêntrica de Copérnico, discutiu a existência de um Deus transcendente e de uma razão e uma moral humanista. Sem negar os valores cristãos, estabelecia dois princípios fundamentais, opostos e complementares: a matéria e a alma do mundo.

Nesta perspectiva, Galileu fundamentou o método científico, estabelecendo os princípios gerais da ciência, que seriam a indução – a importância da experiência – os fenômenos – busca das leis científicas dos fenômenos e não as leis de sua essência – e a matemática – como linguagem científica. Para tanto, Galileu propôs três estratégias para alcançar o conhecimento científico: a observação, a hipótese e a experimentação.

Foi a partir desta concepção que, do século XVII em diante, produziu-se uma gama cada vez maior de cientistas que, em busca do conhecimento da natureza, iniciaram o processo de construção de instrumentos e invenções, procurando estabelecer as formas e as características dos fenômenos naturais.

Após a Renascença, entre os séculos XVI e XVII, floresceram o empirismo (particularmente na Inglaterra) e o racionalismo (principalmente na França). Duas vertentes do pensamento moderno que apresentavam, como características comuns, o fenomenismo e o subjetivismo, segundo o qual o homem não conhece as coisas, mas o conhecimento das coisas, ou seja, as impressões subjetivas que as coisas exercem sobre ele, sobre o seu intelecto – racionalismo – e sobre seus sentidos – empirismo. O mundo não era mais concebido como um grande ser animado, próprio da Renascença, mas como uma grande máquina (Padovani e Castagnola, 1993).

Como antíteses, entretanto, estas duas concepções, empirista e racionalista, apresentavam contradições profundas pois, enquanto o primeiro é fenomenista sensista, propondo que tudo deriva da subjetividade dos sentidos, o segundo é intelectualista, propondo que tudo deriva da razão humana. Estas concepções filosóficas floresceram no contexto de uma Europa reorganizada após os conflitos religiosos oriundos da perda de poder da Igreja Católica, a partir da Reforma (o protestantismo de Martinho Lutero e João Calvino), da Contra Reforma (reação católica de Inácio de Loyola com a criação da Companhia de Jesus) e com o término da Guerra dos trinta anos (1618-1648).

O grande Império francês se reduz a apenas um estado a mais, entre tantos outros. A Suécia, protestante, surge como nova potência, enquanto a Holanda e a Suíça são reconhecidas como Estados independentes.

Este novo equilíbrio na Europa representa, antes de, mais nada, a consolidação da burguesia. Segundo Abrão (1999),

A Holanda torna-se uma poderosa república de burgueses comerciantes e financistas, que organizam sólidas empresas – a Companhia das Índias Orientais e a Companhia das Índias Ocidentais – que após a decadência da Espanha, passam a monopolizar o comércio marítimo. Contra este poderio holandês, a Inglaterra, em plena revolução iniciada em 1640, promulga o Ato de Navegação (1651), proibindo o transporte de importações inglesas em navios que não sejam os seus ou de países produtores. É um indício do capitalismo na Inglaterra: a burguesia lança as bases da indústria moderna, enquanto setores da nobreza se aburguesam, passando a explorar as terras de modo capitalista. (Abrão, 1999:185)

É nesse contexto que nasce e se desenvolve o pensamento moderno, caracterizado pela confiança na razão. Desde a Grécia antiga, a razão pretendia abarcar o mundo porque, de certa forma, o próprio mundo era concebido como racionalmente ordenado e unificado. Nos tempos modernos, entretanto, esta imagem já não existe mais. Segundo Abrão (1999), não há mais a pólis, o Império ou uma igreja única. A realidade apresenta-se dispersa, múltipla e relativa, cabendo à razão a tarefa de reunificar o mundo, reproduzi-lo e representá-lo. Esta representação nega e ultrapassa a realidade visível e sensível, e reproduz um outro mundo, racionalmente compreensível porque reordenado pela própria razão.

René Descartes (1596-1649) pode ser considerado o fundador do racionalismo moderno. O método cartesiano pressupõe quatro etapas: intuição, análise, síntese e enumeração completa. Seu método é crítico e subjetivo, dedutivo e matemático. A obra capital de Descartes – Discurso

sobre o Método – representa a quase obsessão dos filósofos modernos em estabelecerem procedimentos precisos na busca de um método racional. Esta insistência no problema do método é crucial, porque o mundo exterior não mais oferece a garantia de certeza do conhecimento.

O empirismo é fundamentalmente inglês, típico de uma índole positiva e prática da mentalidade anglo-saxônica. Francis Bacon (1561-1626) é a maior expressão do pensamento empirista e sua obra *Novum Organum*, a que mais enaltece a experiência e o método indutivo. Segundo Padovani e Castagnola (1993):

O **Novum Organum** deveria conter as regras para a construção da ciência da natureza, compreendidas no método indutivo. Segundo Bacon, o verdadeiro método da indução científica compreende uma parte negativa e crítica, e uma parte positiva e construtiva. A parte negativa consiste em desembaraçar a mente dos erros comuns, que Bacon chama **idola**, e distingue em quatro grupos: **idola tribus**, **idola specus**, **idola fori**, **idola theatri**. A parte positiva visa uma genuína interpretação da natureza, para dominá-la. Para conhecer as leis dos fenômenos, Bacon determina um método preciso, que se resume nas três famosas **tabulae** baconianas, esquema de metodologia experimental. (Padovani e Castagnola, 1993:333).

Para Bacon, estes quatro *idola*, ou ídolos, seriam os responsáveis pelo fracasso da ciência de sua época. Recorrendo a Platão e outros filósofos gregos, elaborou uma crítica ao velho *Organon* de Aristóteles:

Os *idola tribus* – ídolos da tribo – referem-se às imperfeições do intelecto, que levam os homens a acreditar ingenuamente nos dados dos sentidos ou em aspectos da realidade que lhes são convenientes. Os *idola specus* – ídolos da caverna – correspondem à predisposição do intelecto de cada indivíduo, que, como os prisioneiros da alegoria da caverna de Platão, toma seu mundo particular pela verdadeira realidade. Os *idola fori* – ídolos do foro – mostram os problemas de comunicação entre os homens: as palavras são tidas como idênticas às coisas que designam e, além disso, raramente há um acordo sobre o que significam. Por fim, os *idola theatri* – ídolos do teatro – apontam as doutrinas filosóficas que, como o teatro, não passam de invencionices especulativas. (Abrão, 1999:189)

Ao criticar estes ídolos, Bacon propõe o método experimental, rigoroso. Assim, não basta descrever todas as circunstâncias em que um fenômeno ocorre. É necessário avaliar os casos em que o fenômeno não ocorre. Segundo Abrão (1999), para Bacon, além deste aprimoramento do conhecimento, a experiência é sobretudo a possibilidade de utilizar as forças da natureza em proveito do homem. (p. 190)

Este é o cenário em que, entre os séculos XVI e XVII, a ciência moderna começou a ser construída e o método experimental a ser estabelecido. Um trecho da peça do dramaturgo alemão Bertolt Brecht (1898-1956), chamada “A Vida de Galileu Galileu”, retrata de modo preciso, o que foi o grande embate entre as concepções aristotélicas que perduraram até a Renascença, e o novo pensamento científico baseado na razão. Numa cena desta peça, o personagem que representa Galileu convida os doutores da corte de Florença para observarem o céu através do telescópio, a fim de verificarem com seus próprios olhos os satélites de Júpiter, que ele havia recentemente descoberto. Todos, porém, se recusam a fazê-lo, e um deles argumentava: “*não seria o caso de dizer que é duvidoso um telescópio no qual se vê o que não pode existir?*” (Abrão, 1999:188).

Brecht, nesta peça, faz eco à idéia muito comum de que o nascimento da ciência moderna se fez contra o aristotelismo que, de especulação em especulação, teria se afastado completamente da realidade. Observar os fatos sem idéias preconcebidas era a palavra de ordem do novo pensamento científico.

A era das invenções

O Renascimento europeu propiciou, entre outras façanhas, uma nova maneira de se investigar a natureza. A metafísica dá lugar ao racionalismo das experimentações e da necessidade de matematizar os fenômenos naturais. É no decorrer dos séculos XVII e XVIII, que a capacidade e a engenhosidade dos homens de ciência floresce.

Depois da construção do primeiro termômetro por Galileu, em 1597, houve uma sucessão de inventos, que passaram a medir, com alguma precisão, a maioria dos fenômenos atmosféricos. A Meteorologia se instrumentaliza e a Climatologia passa a contar com informações mais sólidas para descrever e explicar a distribuição dos climas pelo planeta.

A primeira rede de estações meteorológicas de que se tem registro foi criada pela destacada Academia dos Experimentos de Florença, na Itália, por Fernando de Médicis, em 1654, quando várias estações foram construídas em cidades italianas, além de Paris, Varsóvia e algumas cidades austríacas.

Estas primeiras estações foram equipadas com instrumentos meteorológicos idênticos, para permitir uma comparação, registrando dados de pressão atmosférica, direção dos ventos, temperatura, umidade e condições gerais do tempo. Com estas observações, pode-se pela primeira vez, realizar estudos mais sistemáticos, comparativos e de previsão.

Mesmo tendo desaparecido em 1667, quando a academia encerrou suas atividades, os resultados alcançados e a divulgação de suas atividades alcançaram um enorme prestígio, influenciando o aparecimento de outras associações na Inglaterra e Alemanha, que décadas mais tarde instalaram suas redes meteorológicas oficiais. O quadro 1 demonstra a cronologia dos instrumentos meteorológicos e seus respectivos inventores.

QUADRO 1 – Cronologia das principais descobertas e invenções durante os séculos XVI e XVIII no ocidente

Ano	Cientista	Invento/Descoberta	Descrição
1597	Galileu Galilei	Termômetro	primeiro termômetro de mercúrio
1639	Castilli	Pluviômetro	1º pluviômetro com reservatório de água
1640	Fernando II	Higrômetro	primeiro higrômetro
1640	Descartes		pressão do ar relacionada à previsão do tempo
1643	Toricelli	Barômetro de mercúrio	Mede a pressão do ar
1654	Fernando II	Rede meteorológicas	primeira rede de estações: Pisa, Milão, Paris
1660	Blaise Pascal	Barômetro de mercúrio	mudanças do tempo/pressão/altitude do relevo
1660	Gueriche		queda da pressão/tempestade e tormentas
1660	Robert Boyle	Barômetro	Inventa o barômetro de água e o de sifão
1662	Wren	Pluviômetro	primeiro pluviômetro com reservatório de água
1664	Robert Hooke	Anemômetro	Inventa o anemômetro de placas
1683	Edmond Halley		carta dos fluxos de vento. Relação entre pressão e vento. Associa circulação da atmosfera/energia na superfície. Origem dos alíseos/monções
1687	Isaac Newton	Lei da gravitação universal	Estabelece as leis da gravitação e cria o prisma para decompor a luz solar
1739	La Condamine	Coordenadas geográficas	Mede as latitudes e longitudes da Terra, suas dimensões e forma.
1742	Anders Celsius	Escala termométrica	Elabora a primeira graduação termométrica
1743	Jean-Pierre Christen	Escala Celsius	Elabora a escala Celsius (de 0° até 100°). Temperatura (congelamento até ebulição da água)
1743	B. Franklin	Sistema frontal	Analisa o movimento dos sistemas frontais
1749	Pierre Laplace		Estuda os fluxos e refluxos das marés, a precessão do equinócio e a nutação do eixo terrestre
1749	Richamann	Evaporímetro	Inventa um atmômetro para medir evaporação
1755	Leonard Euler	Leis da termodinâmica	Desenvolveu as leis gerais da termodinâmica
1757	Cavendish	Termômetro de max/mín	primeiro termômetro de Max/min.
1775	Saussure	Higrômetro	uso do fio de cabelo como elemento sensível
1778	Jefferson	Obs. meteorológica	primeiras observações meteorológicas EUA
1780	Jean Andre de Luc	Barômetro	Determina a correção da pressão atmosférica à temperatura de 0°
1785	Henry Cavendish		Descobre a composição do ar
1788	Horace Saussure	Diafanômetro	Constrói um aparelho para medir a visibilidade da atmosfera

Os grandes experimentos científicos verificados entre os séculos XVI e XVIII, obviamente, só foram possíveis graças ao espírito empreendedor que se inicia na antiguidade clássica desde que, em meados do século III antes de Cristo, o grego Arquimedes já proclamava ao mundo helênico a importância da experimentação científica, quando exclamou “*se me derem uma alavanca, moverei o mundo*” (Chassot, 1997:48).

Mas foi na Renascença europeia e, principalmente, no Iluminismo, que a experimentação se tornou uma atitude científica. Em 1638, Galileu já enunciava a lei das quedas dos corpos, demonstrando fisicamente o movimento uniformemente acelerado, que iria ser fundamental, décadas mais tarde, para a que Newton estabelecesse a lei da gravitação universal.

Toricelli, discípulo de Galileu, construía em 1643, o primeiro barômetro e demonstrava fisicamente o peso do ar. Quatro anos mais tarde, Blaise Pascal iria comprovar a inexistência de vácuo no ar e elaborar as medidas da pressão atmosférica. Estava dada a largada para as primeiras tentativas de se compreender o movimento do ar – os ventos.

Robert Boyle, em 1660, comprovou a elasticidade do ar e deduziu que a sua pressão era de tal força, que preencheria todo e qualquer interstício na atmosfera. Demonstrou a expansividade do ar e sua propriedade de dilatação e contração quando submetido à variações de temperatura (Rival, 1997).

Em 1643, Isaac Newton nasce na Inglaterra. Ao ingressar na Universidade de Cambridge em 1660, seu espírito crítico aguçado o impingiu a formular duras críticas à matemática de Euclides, à geometria de Descartes e à astronomia de Galileu. Apesar de sua pouca idade, já demonstrava excelentes conhecimentos de física e de matemática, que foram fundamentais para que, durante seu auto-exílio na aldeia natal, por conta da peste negra que assolava o continente europeu, já lançava os fundamentos da ótica, da mecânica e os preceitos gerais da teoria da gravitação universal. Tais descobertas só seriam divulgadas 20 anos mais tarde.

Seus conceitos sobre o axioma da ação e reação e a aceleração dos corpos em movimento circular, foram imprescindíveis para a elaboração das definições sobre as forças centrífugas e centrípetas, que mais tarde auxiliariam na formulação das leis da termodinâmica, ponto de partida para o entendimento da dinâmica atmosférica (Brody e Brody, 2000:144).

Não é o caso, aqui, de tratar de toda a vasta obra de Newton sobre a física, mas as teorias newtonianas nortearam as ciências naturais, principalmente no campo da eletricidade, do magnetismo, da cinética do calor, entre outras, por mais de duzentos anos, até a primeira metade do

século XX, quando Einstein demonstrou que a física precisava crescer para além da estrutura elaborada por Newton.

Assim, até meados do século XVIII, experiências variadas em busca das características, propriedades e explicações científicas com base em experimentação, já estavam em curso. O ar, a água, a matéria e a energia, ganhavam novas definições, leis gerais e universais, que iriam fundamentar o nascimento da ciência contemporânea e, especificamente, provocar já no século XIX, um enorme avanço nas ciências da atmosfera.

Do iluminismo francês ao idealismo alemão - Ciência e Razão

Retomando a questão do pensamento filosófico deste período (séculos XVI e XVII), em que predominaram as concepções racionalistas e empiristas, se estas foram capazes de destruir as bases especulativas aristotélicas do pensamento medieval durante o Renascimento, todavia, limitavam-se aos segmentos cultos das universidades nascentes. Mas com as posições críticas de Locke (1632-1704), que sustentava a completa autonomia do pensamento racional das influências teológicas, morais e éticas, construindo assim uma “*Religião Natural*”, nasce, na Inglaterra, o Iluminismo, ou, Idade das Luzes. Segundo Padovani e Castagnola o Iluminismo pode ser definido como:

[...] um movimento cultural europeu que se desenvolveu no século que medeia a Revolução Inglesa (1688) e a Revolução Francesa (1789). O nome deriva do seu intento de iluminar o povo mediante a razão, contra o obscurantismo da história, da tradição, da sociedade política e religiosa. As fontes do iluminismo encontram-se na filosofia crítica do racionalismo e na simplista do empirismo. Entretanto, determina o maior movimento social, econômico, político do tempo moderno: a Revolução Francesa. (Padovani e Castagnola, 1993:349)

Mesmo tendo surgido na Inglaterra, é na França que o Iluminismo atinge a sua expressão mais extremada de culto à razão e trava uma guerra total contra toda e qualquer instituição ou atividade que não seja racional ou racionalista. Neste contexto, nasce a corrente filosófica dos Enciclopedistas dirigida por Jacques D’Alembert (1717-1783) e Denis Diderot (1713-1784) e que contou com outros colaboradores importantes, desta que foi a maior obra do iluminismo – a Enciclopédia – como Voltaire (1694-1778), Jean Jacques Rousseau (1712-1778) e Montesquieu (1689-1755).

Destes, Rousseau talvez tenha sido o que mais procurou interpretar o mundo natural e seus significados. Muito influenciado pelas narrativas de Jean de Léry, religioso francês que, em sua estada no Brasil no século XVI,

descreveu um paraíso tropical habitado por povos que se organizavam de modo igualitário e em equilíbrio, e por Montaigne, filósofo que proclamava, pela primeira vez, a superioridade da vida dos “selvagens” em relação ao europeu, Rousseau aprofunda o mito do bom selvagem na obra de 1755, o Discurso sobre a Origem e Fundamentos da Desigualdade entre os Homens.

Para Montesquieu, entretanto, as religiões, os valores morais e os costumes não devem ser analisados em si mesmos, mas na sua relação com os diversos modos de organização das sociedades e como estas se relacionam com a natureza, como o clima e o solo. A este respeito, Montesquieu afirmava:

Nas regiões frias, por exemplo, as fibras do corpo comprimem-se, aumentando a força e a energia do homem; nas regiões quentes ocorre o inverso, e por isso seus habitantes são mais fracos e covardes. O clima frio da Europa é propício para a formação de Estados livres, enquanto a Ásia, mais quente, só os grandes impérios despóticos, como o da China, podem assegurar a estabilidade e a unidade da população ‘efeminada’ e ‘indolente’. (Abrão, 1999:279)

Desta forma, Montesquieu considera o clima como um importante elemento, no mesmo nível que a religião e as leis, na determinação das sociedades, o que hoje, obviamente, soa bastante absurdo e preconceituoso. Mas não se pode ignorar que para esta análise, ele se baseava nos relatos dos viajantes, cujas análises eram impregnadas de falsas premissas e de fortes preconceitos. Com relação ao desenvolvimento da ciência e das técnicas, o Iluminismo significou uma evolução bastante considerável da física, que possibilitou, de forma concomitante, a evolução da meteorologia e da climatologia. A coerência e precisão das observações meteorológicas melhoraram de forma constante durante os séculos XVII e XVIII, como consequência da criação de novos instrumentos e do enorme desenvolvimento das redes de observação (Burroughs, 1998).

Além dos inventos (tabela da página ...), e da primeira rede de observação meteorológica implementada pela Academia de Experimentos, na Itália, no início do século XVIII, são criadas as sociedades científicas e acadêmicas como a Real Sociedade na Grã-Bretanha, a Academia de Ciências, na França e a Sociedade Meteorológica, na Alemanha.

Esta última, criada em 1781, foi a mais importante pois, além de instalar 39 estações meteorológicas desde a Rússia, passando pela Europa, Groelândia até a América do Norte. Apesar de ter encerrado suas atividades em 1799, esta academia alemã implantou procedimentos e rotinas que

marcaram, já no século XIX, o estabelecimento de critérios técnicos fundamentais para o início das previsões sinóticas.

Retomando a questão do Iluminismo, como pensamento filosófico, a Idade das Luzes foi responsável pela enorme disseminação do conhecimento para todas as camadas da população, principalmente na França, quando o ensino básico foi implantado e se tornou obrigatório, a partir da Revolução Francesa. Com o fracasso da Revolução e as disputas entre revolucionários e “filósofos iluministas”, iniciou-se um período de crítica aos fundamentos do Iluminismo, que culminaria com as concepções críticas da própria “razão”. Em outras palavras, o movimento iniciado com Immanuel Kant colocaria a “razão” em julgamento, quando a crítica assumiu um sentido preciso e se tornou uma atitude sistemática.

Do Criticismo Kantiano ao Idealismo Romântico

Immanuel Kant (1724-1804) nasceu em Königsberg, onde praticamente viveu toda a sua vida. Por quase 50 anos lecionou Filosofia e Geografia na universidade de sua cidade natal. Para Kant, as diversas doutrinas estabeleceram raciocínios sobre idéias produzidas apenas pela razão, sem indagar se a própria razão tinha capacidade para isso. Ele argumentava, segundo Abrão, que: “*É incontornavelmente necessário por de lado provisoriamente seu trabalho, considerar tudo o que aconteceu até agora como não acontecido e antes de todas as coisas formular a pergunta: - se algo como a metafísica é simplesmente possível*” (Abrão, 1999:306).

As duras críticas contra o dogmatismo e o ceticismo foram formuladas como uma estratégia para a superação destas doutrinas. De um lado, o dogmatismo tem a certeza das coisas, de outro, o ceticismo faz dela o resultado da crença baseada no hábito.

Porém, para Kant, o fundamental é que em vez de se procurar conhecer as coisas, é preciso examinar antes o próprio conhecimento e suas possibilidades. Ao propor um novo campo de investigação, baseado na crítica da razão, Kant formulou a lógica transcendental que, parte da intuição para o conceito, e do conceito à experiência.

Como centro da filosofia moderna, resgatando o pensamento de Spinoza e do criticismo de Kant, nasceu o idealismo alemão, que: “*desenvolve o conceito de criatividade do sujeito, de síntese a priori, de autonomia do espírito, para uma forma de monismo imanentista, em que, toda a realidade se resolve nos limites da experiência, e esta é totalmente produzida pelo espírito*” (Padovani e Castagnola, 1993:399).

Paralelamente ao movimento filosófico do idealismo, surgiu o romantismo como fenômeno artístico e literário (também dominado pelo conceito de criatividade e de liberdade de espírito). Tanto o idealismo quanto o romantismo têm em comum o historicismo, o conceito de desenvolvimento e a valorização da nacionalidade. No contexto da fragmentação dos estados alemães, a procura de uma “alma” alemã volta a produzir um sentimento de nacionalidade, do qual Goethe, Herder, Schiller e Schelling, se tornam os maiores representantes.

Destes, Friedrich Schelling (1775-1854) foi o que melhor incorporou o movimento romântico a partir do idealismo kantiano. O conceito artístico e literário da natureza assume uma dimensão filosófica, concebendo-a não como mera oposição ao espírito, mas como coisa antecedente ao espírito. A natureza é o espírito adormecido, assim como o espírito é a natureza tornada consciente. Este é o princípio da doutrina romântica alemã.

O pensamento de Schelling influenciou toda uma geração de cientistas e naturalistas tanto na Alemanha como em outras partes do mundo. Entre estes, destacou-se Humboldt, considerado o pai da geografia moderna.

Alexander von Humboldt (1769-1859) nasceu em Berlim e, desde cedo, recebeu uma esmerada educação através de preceptores. Além disto, foi muito influenciado pelos círculos cosmopolitas judeus que freqüentou em Berlim e pelo viajante Georg Foster, que acompanhou o capitão Cook, em sua segunda viagem através do mundo. Estas experiências contribuíram decisivamente em sua formação pois, adquiriu uma visão humanista e mundializada além de um espírito empreendedor e expedicionário.

Com Foster, realizou seu primeiro grande projeto, uma expedição científica pela Europa quando buscou um estudo sistemático da natureza. Por esta época, acompanhou os desdobramentos da revolução francesa, que o marcou profundamente. Aliás, pode-se afirmar que a origem do projeto intelectual e científico de Humboldt, deriva da interposição de três correntes de pensamento: duas delas científicas – a botânica e a geognosia - e uma terceira de caráter filosófico e literário – o idealismo e o romantismo alemão. A este respeito, Capel (1988) diz que:

Desde 1793, al menos, Humboldt tenía ya bien definida su preocupación por una restauración total de las ciencias, en la que acentuaba la integración de los diversos conocimientos, o – como él mismo escribía – el intento de introducir unidad en todo afán humano. Se interesaba por la influencia de la naturaleza física sobre el hombre y afirmaba la necesidad y enlazar el estudio de la naturaleza física com el

de la naturaleza moral y emprezar en realidad por llevar al universo tal como lo conocemos la verdadera armonía. (Capel, 1988:7)

Parece evidente que quando Humboldt partiu de La Coruña, em 5 de junho de 1799, para sua grande viagem rumo ao continente americano, ele já tinha muito clara em sua mente toda a formulação teórica e os princípios gerais da “física da Terra”, ou seja, toda a complexidade das relações entre os diversos fenômenos de nosso planeta.

Segundo Capel (1988), mais do que realizar uma expedição científica clássica, com instrumentos astronômicos de primeira ordem, os objetivos principais de Humboldt eram desvendar a ação combinada das forças, a influência da criação inanimada sobre o mundo natural e sua harmonia.

Desta forma, o naturalista alemão deixa claro que, em seu projeto científico só se encontra o que se busca, o que previamente já se intuiu, ou seja, o objeto de uma formulação antecipada que permite selecionar e organizar os conhecimentos posteriores em função de uma primeira idéia.

Estas concepções demonstram sua total aceitação e solidariedade com os fundamentos do pensamento idealista e do movimento romântico alemão. Suas relações com Schiller e sobretudo com Goethe, expoentes idealistas românticos, eram muito estreitas, principalmente neste período, em que este último elaborava um projeto de romance que tratava da concepção harmônica da natureza. Em uma de suas correspondências com Schiller, Humboldt comenta suas preocupações com as questões de perspectiva histórica, como as mudanças e a evolução. Nesta carta, critica a maneira como se tem tratado a ciência da natureza, que só se interessava pelas diferenças de forma e de fisiologia. Capel trata de forma excelente esta relação, argumentando que:

El proyecto científico de Humboldt trataba de demostrar empíricamente esa concepción idealista de la armonía universal de la naturaleza concebida como un todo de partes íntimamente relacionadas, un todo armonioso movido por fuerzas internas, como él mismo dirá en alguna ocasión. Este fué el grandioso proyecto científico que Humboldt acarició durante toda su vida, el que le condujo a su empresa de fundar la ‘Física del Globo’ y culminaría más tarde en esa obra de madurez que es el Cosmos. (Capel, 1988:8)

Assim, no final do século XVIII, Humboldt já considerava como insatisfatório o sistema científico praticado até então, que se baseava na realização de classificações, considerando mais a estrutura do que a dinâmica. Criticou as propostas de classificação da natureza de Linneo e Buffon, por considerá-las imóveis, estáticas. A partir desta crítica, elaborou

os primeiros conceitos de paisagem naturais, como expressão de áreas homogêneas. Além disto, como fruto das influências do idealismo alemão, a paisagem natural adquire um sentido, que só a sensibilidade estética e artística do romantismo poderia exaltar: o gozo obtido pela contemplação da natureza. Esta perspectiva está bem delineada em uma de suas mais conhecidas obras: *Quadros da Natureza*, publicada em 1808.

A descrição física do mundo que Humboldt propôs, necessita do auxílio de outras ciências, não somente da física e da história natural, mas também de uma visão contemplativa das coisas criadas e entrelaçadas, formando um todo animado de forças interiores. Segundo Capel (1988),

Como buen romántico, para Humboldt la contemplación de la naturaleza produce ante todo un goce. Goce que es en primer lugar, una impreción estética independiente del conocimiento de los fenómenos. Así, el sentimiento de la naturaleza, grande y libre, arroba nuestra lama y nos revela como por una misteriosa inspiración que las fuerzas del Universo están sometidas a leyes. Otro goce más íntimo es el producido por el carácter individual del paisaje, la configuración de la superficie del globo en una región determinada, y que producen exaltación, tristeza u otros sentimientos. (Capel, 1988:34)

O naturalista alemão produziu uma enorme gama de estudos e introduziu uma variedade de experimentações cujas análises, pioneiras, revestem-se de um profundo significado no desenvolvimento das ciências do século XIX. Nesse contexto, sua viagem à América, entre 1799 e 1804, influenciou diretamente as concepções de natureza e paisagem, sob o pensamento idealista romântico.

Estes estudos contemplavam a análise articulada e interrelacionada da distribuição espacial dos fenômenos. As técnicas cartográficas empregadas foram inovadoras, como o uso das isolinhas, das seções de relevo e da construção de perfis. Do ponto de vista da contribuição de Humboldt no âmbito da climatologia, é clássico o trabalho sobre as linhas isotérmicas e a espacialização do calor no globo, em que analisa a distribuição da temperatura, considerando a amplitude térmica e suas interações com a vegetação e a hidrologia. Também correlacionou os aspectos geográficos como a topografia, a continentalidade, as correntes marítimas e a disposição do relevo, com as características dos climas regionais, que somente um século mais tarde, Köppen, com o uso dos mesmos atributos, pode espacializar na forma de uma proposta de classificação climática.

Mais do que trazer informações e descobertas sobre as paisagens naturais e sua caracterização, Humboldt propôs uma nova forma de se

produzir o conhecimento. As concepções de paisagem natural, de uma natureza viva e dinâmica e de sua dimensão estética, sensitiva e unitária, transformaram e influenciaram o pensamento contemporâneo das ciências naturais e, particularmente, da geografia. Praticamente toda a ciência da natureza produzida no Brasil a partir do Império (início do século XIX) demonstra a importância da obra humboldtiana. Não só a geografia física, mas também a biogeografia e a climatologia regional, foram fundadas a partir de seus postulados.

Os primeiros viajantes europeus que chegaram em terras brasileiras nos séculos XVI e XVII, aqui aportaram com toda a carga de conceitos medievais baseados no sistema aristotélico-tomista, e trouxeram em suas bagagens a visão de uma natureza dominadora, fantástica, mística, opressiva e luxuriante, produzindo assim, os conceitos determinísticos, teológicos e especulativos sobre a terra e o clima do Brasil. A partir do século XIX, uma nova geração de viajantes naturalistas desembarca em nosso país trazendo consigo toda a carga acumulada pelo pensamento moderno, desde o Renascimento passando pelo Iluminismo e pelo criticismo, culminando com o idealismo, que está nas origens de nossa modernidade e que produziu o nascimento das ciências no Brasil.

Visões do paraíso, mal dos trópicos e o determinismo do clima

Muito já se escreveu sobre a obra e o papel de Alexander von Humboldt e sua importância, não somente no contexto das ciências naturais, mas também como um dos grandes cientistas e intelectuais da humanidade. Apesar de suas várias viagens ao continente sul-americano, o então jovem cientista alemão jamais colocou os pés em solos brasileiros.

Na única tentativa, depois de quase dois meses de expedição pelo vale do rio Orenoco, atingiu o espigão divisor desta com a bacia amazônica. Daí, pretendia alcançar o oceano Atlântico, descendo pelos rios Negro e Amazonas. No dia 7 de maio de 1800, num pequeno posto militar chamado, à época, de San Carlos, na fronteira entre Brasil e Venezuela, Humboldt foi detido pelas autoridades portuguesas, acusado de “espionagem” a serviço da coroa espanhola e, três dias depois, deportado (Botting, 1973).

Mesmo sem ter estado no Brasil, o pensamento humboldtiano influenciou toda uma geração de naturalistas, que incorporaram sua visão de mundo proveniente do idealismo romântico alemão de Schelling, Goethe e Schiller, e da filosofia da natureza de Forster. Até o final do século XVIII, com Buffon, Raynal e, principalmente com De Pauw, prevalecia uma

tradição que primava pelas visões difamatórias da natureza e dos habitantes originais americanos, como nos relata Lisboa (1997). Mas esta concepção detratora foi amplamente discutida e questionada a partir da grande polêmica sobre o novo mundo. Herder, Rousseau e, principalmente Humboldt, contribuíram para a ruptura desta visão.

Desde as primeiras observações meteorológicas registradas pelo cientista alemão Georg Marcgrave em Pernambuco, na metade do século XVII, até a primeira metade do século XVIII, não se tem notícia alguma de qualquer outro estudo sobre o tempo e o clima do Brasil. Este período de quase um século foi marcado pela proibição da entrada de estrangeiros e, entre os habitantes da colônia, a preocupação maior se relacionava à busca de pedras preciosas e às entradas e bandeiras paulistas.

Somente em 1754, surgem os registros meteorológicos do padre Sermatoni que, entre os anos de 1754 e 1756, na cidade de Barcelos, no estado do Amazonas, descreveu as variações do tempo, mais baseado em sensações do que na experimentação. Na década de 80, deste mesmo século, o astrônomo português Sánches Dorta registrou as temperaturas do ar do Rio de Janeiro (1781 a 1788) e a de São Paulo (1788 e 1789), que foram publicadas nas Memórias da Academia de Ciências de Lisboa.

Com a obra de Humboldt, não só se inaugurou a moderna ciência geográfica, mais ainda, foram elaboradas as bases da geografia física, além de se estabelecerem as primeiras abordagens geográficas do clima.

O nascimento da climatologia no Brasil foi marcado, de um lado, pelo aporte tecnológico dos aparelhos e instrumentos construídos ao longo dos séculos XVII e XVIII, que serviram para se observar e registrar os primeiros dados dos elementos do clima, utilizados por viajantes e naturalistas. De outro lado, os estudos do clima foram fortemente influenciados pela corrente filosófica do idealismo romântico alemão, baseado numa visão unitária, holística e integrativa do clima com os demais domínios da paisagem natural. É evidente que ainda perduravam conceitos deterministas que detravam as características dos climas (e do mundo) tropicais.

Desta forma, os primeiros estudos sobre o clima do Brasil se dividiam em duas correntes de pensamento. Aqueles estudos realizados pelos adeptos da concepção humboldtiana de paisagem natural, buscavam a análise das características fundamentais do quadro natural, a partir da correlação entre os domínios – e o zoneamento – da fauna e da flora com a distribuição dos tipos climáticos, como Saint-Hilaire, von Martius, von Spix, e Langsdorf, entre outros. Entretanto, esta prática científica ainda coexistia com a visão determinista das fatalidades do clima tropical, cujas análises eram permeada

por uma série de preconceitos que todavia estavam presentes em centros da aristocracia européia e norte americana. Thomas Buckle, Ewbank, De Pawl e Buffon insistiam nas correlações entre o calor dos trópicos e a preguiça, a lassidão e a inércia dos habitantes, assim como a umidade excessiva combinada com um clima opressivo era responsabilizada pela ociosidade e, portanto, pela inferioridade das raças que habitavam estas regiões.

No início do século XIX, a invasão francesa em terras lusitanas liderada por Napoleão Bonaparte provocou a transferência da corte real portuguesa para o Brasil colonial, no ano de 1808. Uma das primeiras providências de D. João VI foi a abertura dos portos às nações amigas. Com a nobreza instalada no Rio de Janeiro, inicia-se um intenso movimento científico e intelectual, até então praticamente ausente no país.

Não tardou a chegada de várias missões estrangeiras, principalmente alemãs e francesas, que percorreram milhares de quilômetros em território brasileiro, descrevendo as paisagens e, a partir do legado de Humboldt, produziram excelentes análises sistemáticas da organicidade da natureza. Como bem observou Ab'Saber (1979):

A autorização para a vinda de missões científicas foi uma oportunidade para tentar compensar o grande vexame internacional criado pelas autoridades portuguesas à expedição de Alexandre von Humboldt, impedido de ingressar no país através de sua fronteira norte. Por outro lado, essa nova mentalidade para com a ciência e os cientistas criou condições para um notável acréscimo de conhecimentos, ora mais descritivos e pluralistas (relatos de viagens), ora tangentes a uma especialização mais nítida e segregativa (mineralogia, geologia, botânica). (Ab'Saber, 1979:122)

Elemento comum em quase todas estas missões de viajantes, era o numeroso aporte de instrumentos destinados a mensurar e registrar a dinâmica natural. Os naturalistas alemães von Martius e von Spix realizaram várias medições da temperatura, pressão e características das chuvas tropicais, no primeiro quarto do século XIX. Entretanto, o caráter itinerante das investigações não propiciava mensurações mais longas, que pudessem abranger todo o ciclo anual do comportamento do clima (como Marcgrave, dois séculos antes, que realizou observações meteorológicas por três anos).

De qualquer forma, na falta de registros históricos extensivos ao território nacional, os relatos de viagens, mesmo que fragmentários, oferecem um bom diagnóstico das condições do tempo e características climáticas gerais, colhidas tanto ao longo das expedições, como a partir das informações dos habitantes locais.

Mesmo considerando que vários estrangeiros, pelos mais variados motivos, aportaram em terras brasileiras nas duas primeiras décadas do século XIX, como John Mawe (1807-1810), John Luccock (1808-1818), Von Eschwege (1811-1821), Emanuel Pohl (1820-1821), foi com as expedições de Langsdorff, Spix e Martius e Saint Hilaire, que se inicia uma nova era de estudos sobre a natureza de nosso país.

O botânico Auguste Saint-Hilaire esteve por vários anos percorrendo as terras do centro-sul brasileiro. Entre 1816 e 1822, este naturalista francês observou e anotou de forma extremamente detalhada, a fauna, a flora e as condições do tempo por todos os lugares por onde passou. Deixou descrições e arriscou explicações geniais para o quadro natural brasileiro, fruto de sua inegável formação científica. Em seus relatos sobre o tempo e o clima, Saint-Hilaire descreveu com muitos detalhes os episódios extremos relacionados às chuvas (intensidade, ocorrência de granizo, de neve), à temperatura (ondas de calor e geadas), aos vendavais e às tormentas.

Assumindo como ponto de referência as características do clima da França, foram inevitáveis as comparações, ora exaltando a salubridade dos climas tropicais, ora considerando-os insuportáveis e, de forma determinista, qualificando-os como responsáveis pela “apatia”, “preguiça” e “idiotice” de seus habitantes. De qualquer forma, os relatos de Saint-Hilaire são muito relevantes e constituem-se numa importante fonte histórica da evolução dos climas regionais, como pode-se notar pelas passagens transcritas de sua obra.

Em sua viagem da província de São Paulo ao Rio Grande do Sul entre 1820 e 1821, comenta que de julho até setembro, o inverno foi rigorosíssimo, quando as temperaturas estiveram abaixo de zero grau por vários dias. As geadas ocorriam quase todas as noites, e o volume de gelo era tal que a população juntava para fazer sorvete (Saint-Hilaire, 1974).

Relata um impressionante “furacão” que assolou a região das missões gaúchas em abril de 1821, quando por mais de 10 minutos destruiu tudo o que havia pela frente, causando enormes prejuízos. É evidente que se tratava de um tornado, de ocorrência freqüente naquela região e no nordeste da Argentina. Quanto ao clima de São Paulo, sugere ser o que mais convém a “nossa espécie” (se referindo aos europeus), pois os invernos, além de muito úmidos, eram bastante temperados. Destaca a existência de dois tipos climáticos, o da planície e o do planalto, que seria mais saudável, inclusive porque propicia uma boa adaptação dos cultivos de frutas temperadas (Saint-Hilaire, 1976).

Descreve a vegetação dos arredores da cidade de São Paulo, comentando sobre a formação das araucárias, que se distinguem pelas copas

simétricas e altas. Também menciona o fato da planície do Tietê permanecer alagada por dois a três meses, o que para aquela época trazia enormes benefícios para os agricultores, além de deixar a paisagem muito “formosa”.

É muito interessante seu comentário sobre os picos mais altos da região serrana entre São Paulo e o Rio de Janeiro, pois afirma que se podia observar uma capa branca de neve, nos meses de inverno, que poderia substituir as importações de gelo de Portugal.

Se analisarmos que estas afirmações vieram de um europeu, isto sugere que o clima àquela época era mais frio que o atual. Parece bastante provável que os rigores climáticos registrados na Europa durante a pequena idade do gelo (entre os séculos XV e XIX), de alguma forma, também influenciaram o clima do Brasil. São inúmeras as passagens em que Saint-Hilaire comentou e descreveu os tipos de tempo no Brasil, entretanto, como sua maior atenção estava voltada para a botânica, não se preocupou em tentar sistematizar estas observações meteorológicas, o que teria sido uma enorme contribuição ao clima do Brasil. O mesmo, aliás, pode ser atribuído aos naturalistas von Spix e von Martius, contemporâneos de Saint-Hilaire.

O único a realizar observações mais sistemáticas sobre o clima regional foi Emanuel Pohl que, nos anos de 1820 e 1821, registrou em três horários diários as temperaturas na região de Goiás. Realizou também interessantes estudos bioclimáticos e fitogeográficos dos cerrados centrais, tecendo comentários sobre um certo caráter “monçônico” desta área, que apresentava duas estações bem nítidas, alternadas entre as chuvas intensas de verão e as secas prolongadas no inverno (Ab’Saber, 1979).

Duas décadas mais tarde, o americano Thomas Ewbank esteve no Brasil por 2 anos (1845-1846), a maior parte do tempo no Rio de Janeiro. Suas observações sobre o clima, apesar de contribuírem para a compreensão das características pretéritas, ainda estavam carregadas de preconceitos a respeito do mundo tropical.

No Rio de Janeiro, relatou que dos quase dois meses em que lá esteve, choveu mais de 40 dias (fevereiro e março), com a ocorrência de fortes tempestades e trovoadas. Mesmo assim, o forte calor, uniforme ao longo do dia e da noite, acompanhado de muita “lassidão”, fazia com que as pessoas procurassem o repouso no período da manhã. Comenta também sobre a “opressiva” temperatura, mesmo quando os termômetros oscilavam entre 25 e 30° C, pois as noites não traziam alívio. Assim, afirmava o autor, [...] *não é, portanto, a alta temperatura que causa perturbação, mas, sim, sua invariabilidade*” (Ewbank, 1976:65). Ao final de seus relatos sobre a vida no Brasil, Ewbank estava convencido de que apesar da salubridade dos climas

tropicais, este gera uma “inferioridade” nos povos que habitam as regiões tropicais, explicando que:

Essa invariabilidade do calor tropical pode ser propícia à saúde e permitir a vida até elevada idade, mas creio que também provoca certa lentidão intelectual. Existe uma relação evidente entre a meteorologia e o cérebro; os espíritos energéticos medram melhor onde se alternam o calor e o frio; as calmarias e as tempestades. Senti uma crescente tendência à ociosidade, tanto mental, quanto física e posso compreender facilmente por que as pessoas que visitam os trópicos se cansam da verdura invariável e anseiam pela neve e o gelo, assim como pela renovadora influência da primavera setentrional. (Ewbank, 1976:66)

Aliás, este pensamento detrator do mundo natural iria perdurar até o início do século XX, quando o determinismo geográfico, finalmente, não mais se sustentou, em função dos acontecimentos do mundo contemporâneo, traduzidos nas concepções da teoria do desenvolvimento econômico.

O grande legado desta saga de viajantes e naturalistas, sem dúvida alguma, foi o de registrar de maneira perceptiva o comportamento do clima nas mais remotas regiões do Brasil. Também se deve destacar que a análise de episódios extremos relatados ao longo das jornadas expeditas mereceu toda a consideração, pelo caráter científico das análises, e que podem contribuir para a reconstituição de climas pretéritos, na perspectiva da climatologia histórica.

Em toda a primeira metade do século XIX, as poucas séries temporais com registros meteorológicos encontradas em território brasileiro foram de iniciativa particular e, principalmente, de estrangeiros. Alguns anos após a independência (1822), foi criado no Rio de Janeiro, em 1827, o Observatório Imperial, que passou a sistematizar a produção de informações sobre o clima do Brasil. Mesmo assim, foi na antiga Revista Médica que os poucos trabalhos que se propunham a caracterizar e explicar o regime climático foram publicados. Fica bastante evidente, nesta época, que a climatologia brasileira estava sendo produzida por profissionais de medicina.

Num contexto histórico mais amplo, isto pode ser explicado pelas discussões que desde a ocupação e colonização do continente americano, tomaram efeito na Europa, sobre a insalubridade natural dos climas tropicais e equatoriais (zona tórrida) e as dificuldades de se estabelecer um povoamento no novo mundo. Segundo se acreditava, e era opinião majoritária nos círculos cultos e da aristocracia européia, o mundo tropical estava fadado a produzir uma sub-raça. Este clima seria responsável por

numerosas doenças, pela insalubridade generalizada e, além de tudo, por um povo apático, preguiçoso e ignorante. Tudo em função de um “determinismo climático”, cujas raízes teóricas remetem à antiguidade clássica.

Os conceitos equivocados elaborados por Aristóteles (364 aC) pregavam que na zona tórrida, ao sul do Mediterrâneo, a aumento progressivo da temperatura provocava um calor tal, que a vida seria inatingível. A história do pensamento clássico está repleta de exemplos de como o clima determinava as qualidades e defeitos dos povos, como Heródoto, (454 aC) que preconizava “países quentes, povos indolentes; países frios, povos robustos”.

Em toda a idade média, Aristóteles foi eleito o filósofo preferido das elites européias por seus conceitos que agradavam o poder eclesiástico, entre eles o do geocentrismo. Mesmo com o rompimento do antigo regime e o estabelecimento da idade da razão, o renascimento e o período das luzes, estes conceitos sobreviveram por séculos.

Tanto Montesquieu, quanto Rousseau, em pleno século XVIII, afirmavam que os costumes e a jurisprudência eram imposições climáticas e que, nos países quentes, haveria uma tendência natural ao despotismo.

Num excelente estudo sobre o clima e a saúde no Brasil, Afrânio Peixoto (1938), ao abordar esta questão, afirma que este pensamento, ainda dominante em meados do século XIX, tinha em Tomas Buckle, filósofo e historiador inglês, um de seus interlocutores e este autor sentenciava:

O Brasil, que é quase tão grande como toda a Europa, está coberto com vegetação de incrível profusão. Com efeito, o crescimento neste país é tão fecundo e tão vigoroso que a natureza parece entregar-se à orgia desregrada da pujança. No meio desta pompa, deste esplendor da natureza, não há lugar para o homem. Ele é reduzido à insignificância pela majestade que o cerca. As forças que se lhe opõem são tão formidáveis, que não pode resistir-lhes à imensa pressão. E a razão é que no Brasil o calor do clima é acompanhado por farta irrigação além de abundante umidade. (Peixoto, 1938:8)

Todo este conjunto de (pré) conceitos ainda sobrevivia, mesmo após o surgimento da magnífica obra de Humboldt (Quadros da Natureza e Cosmos), que desmistificava o “inferno dos trópicos”, a visão dominante dos pensadores europeus, segundo a qual os países ali situados estavam fadados a submergir pelo determinismo geográfico (climático).

Além disto, as chamadas doenças tropicais, segundo a visão européia, pareciam ser o maior entrave para a ocupação do território e o

desenvolvimento econômico, mesmo considerando que a maior parte destas doenças tenha vindo com os colonizadores, durante o processo de ocupação.

Desde a vinda da família imperial e da corte portuguesa para o Brasil, uma das primeiras questões a serem tratadas foi a da reurbanização do Rio de Janeiro (sede da corte), que implicava em aspectos de salubridade, dada a posição geográfica da cidade, de higiene, em função das características e modo de vida até então dominantes, e da adaptação dos europeus ao clima tropical – a aclimação. Durante grande parte do século XIX, os estudos climatológicos tiveram, preferencialmente, este enfoque médico-sanitarista, tanto pelos motivos já descritos, como por uma necessidade de “marketing” do governo no intuito de demonstrar, aos europeus, que o clima tropical do Brasil era salubre e perfeitamente adequado para a habitação dos residentes do mundo temperado, numa estratégia de convencimento para os novos colonos que quisessem imigrar.

Mesmo com toda a propaganda contrária de setores europeus a respeito dos malefícios dos climas tropicais, a elite brasileira apoiara-se nas concepções de Humboldt que afirmara, segundo Peixoto (1938);

Do equador aos círculos polares, das praias do mar ao âmago dos continentes, nas planícies ou nas altitudes, vivem os homens, perduravelmente, ou de passagem, sem prejuízo de saúde, se todavia sabem adaptar-se às condições diversas, a que foram chamados. Só a ignorância ou descuido fizeram juízos errôneos em contrário. Só os povos que não emigram, só os indivíduos sedentários, supõem diferentemente. (Peixoto, 1938:56)

Esta noção de que na latitude dos trópicos o clima constitui ameaça constante à saúde e à vida foi responsável, pelo conceito de “insalubridade” desta parte do novo mundo, portanto, haveria a necessidade premente da profilaxia. É neste contexto que os estudos climáticos deste período, no Brasil, se voltaram para a questão da higiene e saúde pública e, assim, foram conduzidos por médicos e sanitaristas.

Gênese da Climatologia no Brasil: o despertar de uma ciência

Apesar da dificuldade de se estabelecer um marco histórico para o nascimento de uma ciência, parece apropriado supor que com a criação do Observatório Astronômico Imperial do Rio de Janeiro, em 1827, iniciam-se os procedimentos científicos que algumas décadas mais tarde propiciariam o nascimento da climatologia no Brasil.

Mesmo considerando que apenas em 1844, como nos aponta Ferraz (1934), as primeiras observações meteorológicas aparecem nos arquivos do

Observatório, quando da direção de Soulier de Sauve, já se prenunciava o avanço desta área do conhecimento no meio científico e intelectual da capital do Império. Além disto, desde a década de 30 do século XIX, vários artigos sobre a climatologia da cidade do Rio de Janeiro são publicados na Revista Médica carioca.

Por outro lado, segundo Neira (2000), desde 1862, na Marinha brasileira os navios hidrográficos, por necessidade de ofício, já faziam observações meteorológicas regulares, tanto na zona costeira, quanto nas bacias hidrográficas navegáveis. Todo o acervo de dados, assim como o acúmulo de conhecimento adquirido nestas navegações, convergia para a criação da Repartição Meteorológica da Marinha, décadas mais tarde.

De 1851 a 1867, o Observatório Imperial, que desde 1844 havia passado para a administração do Ministério da Guerra, publicou regularmente os seus “Anais Meteorológicos”, fruto dos registros diários dos elementos atmosféricos registrados naquela instituição.

A reorganização do Observatório do Rio de Janeiro durante o II Império, em 1871, com a contratação do astrônomo francês Emmanuel Liais, é o marco histórico que caracteriza a implantação das bases teóricas da climatologia no Brasil, a despeito do fato de que o meteorologista e astrônomo tenha basicamente se interessado pelos estudos sobre geodésia e sobre o magnetismo, pouco se dedicando às questões da Meteorologia (Ferraz, 1980)

Com os dados meteorológicos coletados neste instituto, o geógrafo alemão Wappaus, pode realizar uma das primeiras análises climáticas, ainda que parciais e relativas somente ao Rio de Janeiro, de caráter mais científico, em 1875, quando publica “Geographia do Império do Brasil”. Aliás, estes dados foram avidamente recebidos por Julius Hann, meteorologista austríaco e maior autoridade de seu tempo, que à esta época, preparava o seu pioneiro trabalho *Handbuch der Klimatologie*, publicado em 1883.

Com as observações e coletas de dados esparsamente distribuídas pelo imenso território brasileiro, como as do Senador Pompeu no Ceará (1877), as de Émile Beringer em Pernambuco, as de Milnor Roberts sobre o vale do rio São Francisco (1880) e as do Dr. Henry Lange em Santa Catarina e Rio Grande do Sul (1874), além daquelas do Observatório do Rio de Janeiro, é que o climatólogo Henrique Morize, num esforço realmente notável para a época, pode elaborar o primeiro estudo sobre o clima de nosso país, publicado em 1889 com o título de “Esboço da Climatologia do Brazil”

Este trabalho pioneiro, além de divulgar as séries temporais, distribuídas geograficamente, analisa o regime climático e estabelece a primeira abordagem sobre a variabilidade climática, sem contudo, como já

era corrente na Europa e Estados Unidos, dar maiores atenções, aos grandes mecanismos de circulação atmosférica.

Sete anos depois, em 1896, o engenheiro alemão Frederico Draenert, que residiu por muitos anos no Brasil, publica seu “O clima do Brazil”. Obra ampliada da de Morize, que com uma excelente análise de conjunto sobre nossas características climáticas, deve ser considerado, nosso primeiro climatólogo e Luís Crulls, diretor do Observatório, que publica uma excelente monografia sobre “O clima do Rio de Janeiro”.

Tanto Morize quanto Draenert, assim como o grupo de pesquisadores do Observatório Imperial do Rio de Janeiro, oriundos de escolas politécnicas, direcionaram seus estudos mais para a climatologia (com forte uso da estatística) do que para a meteorologia. Em São Paulo, entretanto, é no campo das geociências que a climatologia surge. Com a criação da seção de meteorologia da Comissão Geográfica e Geológica, Orville Derby e Alberto Loefgren, num trabalho pioneiro, realizaram um enorme esforço de instalar uma rede de estações meteorológicas por todo o estado, a partir de 1886, e já em 1900, contava com cerca de 40 postos e estações.

Ao findar o século XIX, praticamente todos os estados brasileiros já haviam organizado seus respectivos serviços de meteorologia e climatologia. Estações e postos já estavam instalados e muitas séries temporais se encontravam em pleno registro. Entretanto, segundo Ferraz (1980), a maior parte destes se encontrava em órgãos governamentais estranhos às ciências atmosféricas. Alguns pertenciam a departamentos de obras públicas, outros à da agricultura. Isto provocava, além de observações díspares, o uso de instrumentos e normas distintas, o que , não raras vezes, ocasionavam problemas de ajustes dos dados.

Há que se ressaltar também a importante contribuição da antiga Repartição dos Telégrafos, estão dirigida pelo barão de Capanema. Através de sua Seção Técnica, chefiada por Weiss, instalaram-se várias estações meteorológicas pelo Brasil dotadas de instrumentos de alta qualidade (os meteorógrafos Theorell), a partir de 1886.

Se considerarmos que praticamente todo o desenvolvimento da meteorologia e da climatologia mundial se deu, basicamente, a partir do século XIX, estas primeiras iniciativas brasileiras e os esforços iniciais da implantação das ciências atmosféricas em nosso país, não estavam tão defasadas como se poderia supor, a despeito da rarefeita rede meteorológica.

Foi necessário pouco mais de meio século, de 1820 à 1880, para que as bases científicas iniciais fossem se acumulando até potencializarem a construção dos conceitos e teorias fundamentais para o nascimento das

ciências atmosféricas. E isto só foi possível, a partir das novas concepções da física newtoniana e de seus desdobramentos ocorridas nos séculos XVII e XVIII, particularmente no continente europeu.

Num ligeiro resgate histórico da evolução das técnicas e métodos da climatologia no decorrer do século XIX, até a publicação da grande síntese dos conhecimentos do clima daquela época, o pioneiro trabalho do eminente cientista Julius Hann, *Handuch der Klimatologie*, em 1883, pode-se observar, conforme mostramos no quadro 2, o seu desenvolvimento, a partir das informações de Stringer (1972) e Ferraz (1951).

QUADRO 2 – Evolução dos principais conceitos climáticos e meteorológicos do século XIX

ANO	AUTOR	DESCRIÇÃO
1816	Brandes	primeiros conceitos dos mapas meteorológicos sinóticos
1820	Buch	demonstra que são os ventos que trazem os tipos de tempo
	Howard	Estudo pioneiro sobre o clima de Londres, a partir da alternância das massas de ar quentes e frias, ao nível do solo
1827	Dove	Propõe os conceitos sinóticos para explicar o tempo local em termos de um modelo ideal
1841	Espy	Formula a primeira teoria da energia de um ciclone
1845	Berghaus	primeiro mapa mundial com a distribuição da precipitação
1848	Dove	primeiro mapa com a distribuição das temp. médias mensais
1849	Henry	Fundação da primeira rede meteorológica norte-americana, interligada pelo telégrafo
1862	Mühry	primeiro mapa da distribuição sazonal das chuvas
1860/ 1865	Serviço Met. Britânico	primeiro modelo (cartas sinóticas) baseados nas descobertas de Buys-Ballot, sobre as relações entre vento e pressão
1869/ 1880	Serviço Meteorológic o Britânico	primeiros meteogramas (gráficos com as variações temporais detalhadas dos elementos do tempo), obtidas através de instrumentos registradores em 7 estações do Reino Unido
1870	Köppen	Primeiro trabalho de climatologia sinótica, realizado em São Petersburgo, Rússia, com uma análise diária dos padrões de temperatura, agrupadas em tipos de tempo.
1873	OMM	Criação da Organização Meteorológica Mundial em Bruxelas
1876	Coffin	Elabora a primeira carta mundial dos padrões do vento
1878	Ley	Estabelece um modelo empírico de ciclone e formula a estrutura tridimensional de uma baixa frontal
1879	Köppen	Propõe a conceituação de frente fria
1883	Teisserenc de Bort	primeiro mapa de pressão média dos ciclones e anticiclones sazonais que forneceu as bases conceituais para a elaboração do primeiro modelo geral de circulação atmosférica

Se até o século XIX, tanto a climatologia como a meteorologia, no contexto mundial tiveram uma evolução paralela e, as vezes, inclusive, se confundindo, pouco se distinguindo em seus métodos de análise, a partir da década de 60 do século XIX, com o extraordinário avanço da física e com o aparecimento das primeiras cartas sinóticas, a meteorologia dá um enorme salto quali-quantitativo, passando a se diferenciar e a se distanciar da climatologia, tanto em termos metodológicos, quanto em técnicas de análise.

No campo mais específico da climatologia, desde as primeiras concepções “climatográficas” de Humboldt, pode-se considerar Köppen e Hann como os dois cientistas mais relevantes no que concerne à sistematização e construção das bases teóricas e metodológicas do estudo moderno do clima.

Desde os anos 70 do século XIX, o cientista russo Wladimir Köppen, realizando as primeiras observações meteorológicas em São Petersburgo, a partir da associação entre direção dos ventos e pressão do ar, elabora os pioneiros ensaios de climatologia sinótica (dinâmica), utilizando uma série temporal diária de dois anos dos elementos atmosféricos. (Stringer, 1972)

Desde que foram publicados estes primeiros ensaios até 1901, quando sua proposta de classificação climática (atualizada e reformulada várias vezes até a versão final, em 1931) foi divulgada, Köppen produziu um expressivo conjunto de trabalhos, sempre com a intenção de caracterizar os climas regionais, sem desconsiderar a análise dos tipos de tempo.

No que pese a concepção de clima de Köppen, que até os dias atuais está vinculado ao uso (e abuso) dos valores médios no estudo dos tipos climáticos, o cientista russo sempre considerou que o emprego das médias aritméticas era a forma possível de se comparar os dados dos elementos meteorológicos, na ausência de uma substancial rede de estações espalhadas pelo mundo. Na verdade, nunca considerou que seria possível compreender a dinâmica climática através de valores médios.

Julius Hann foi quem primeiramente produziu uma obra de caráter mais didático, pretendendo condensar todo o conhecimento sobre as ciências atmosféricas de sua época, na obra pioneira “*Handbuch der Klimatologie*”, e que se consagrou como a mais completa e valiosa contribuição do final do século XIX. Composta por 3 volumes, contemplava a climatologia geral e a descrição dos climas regionais.

Desta obra advém a primeira definição de tempo e clima, que por décadas, foi utilizada como a conceituação dominante nos meios científicos mundiais. Hann assim as definia: *Pela palavra clima queremos significar a sumula dos fenômenos meteorológicos que caracterizam a condição média*

da atmosfera em qualquer lugar da superfície terrestre. E por tempo, apresentava a seguinte definição O que chamamos tempo é somente uma fase da sucessão dos fenômenos, cujo ciclo completo, reproduzindo-se com maior ou menor regularidade em cada ano, constitui o clima de qualquer localidade (citados por Morize, 1927:7).

Os conceitos de tempo, clima e toda a síntese dos conhecimentos da época elaborados por Hann, a proposta metodológica de caracterização dos climas regionais de Köppen e os ensaios teóricos de Napier Shaw, em resumo, formavam a base de todo o conhecimento científico da climatologia e da meteorologia no Brasil, presentes no final do século XIX.

Este conjunto de saberes alicerçou os estudos pioneiros de nossos primeiros climatólogos, como Louis Cruls, Henrique Morize, Frederico Draenert, Carlos Delgado de Carvalho e Arrojado Lisboa. A este respeito, Ferraz (1934) comenta:

No Brasil, as primeiras actividades meteorologicas, como seria de esperar, restringiram-se às observações climatológicas fundamentaes. Pequenas series aqui e acolá, sem grande uniformidade de methods e de equipamentos, porém, conduzidas, algumas, com notável esmero e carinho. No último quartel do século passado e no começo do actual, apontam as primeiras organizações meteorologicas, sempre com o mesmo objectivo limitado da climatologia, cujas séries maiores já são manipuladas pelos grandes mestres estrangeiros, interessados nos estudos mundiaes”. E acrescenta em seguida “A não ser uma ou outra pesquisa especial conduzida no Observatório Astronômico do Castello, a cuja brilhante pleiade de cientistas muito deve a meteorologia brasileira, todas as atenções estavam viradas para a climatologia. (Ferraz, 1934:20)

Assim, em nosso país, a climatologia é anterior à meteorologia. Mesmo considerando que o Observatório do Rio de Janeiro tenha iniciado sua seção de meteorologia, assim como a Marinha através de sua Repartição Central de Meteorologia, na segunda metade do século XIX, praticamente todos os estudos realizados versavam sobre tópicos e análises eminentemente climatológicas. De qualquer forma, as condições iniciais para o desenvolvimento da climatologia em nosso país já estavam dadas, de um lado haviam sido criadas as primeiras instituições de pesquisa composta por um seletto grupo de pesquisadores competentes e, que, municiados das informações e metodologias provenientes dos centros de saber da época, principalmente através do geógrafo brasileiro radicado em Paris, Carlos Delgado de Carvalho, e de outro lado, começam a ser produzidos os primeiros trabalhos, mais sistemáticos, sobre o clima do Brasil.

O pioneirismo de Frederico Draenert

Ao apagar das luzes do século XIX, veio a público as duas primeiras obras mais completas e de caráter mais sistemático sobre o clima do Brasil. Em 1889, Morize publica no Rio de Janeiro, o seu “Esboço da Climatologia do Brazil” e, sete anos mais tarde, em 1896, surge a obra de Draenert “O Clima do Brazil”. Ambas, tem em comum o objetivo de apresentar um quadro geral das características climáticas de nosso país e propor uma primeira tentativa de classificação dos climas regionais.

Além deste acervo, muitos artigos que analisavam as variações dos elementos atmosféricos e suas relações com o ambiente natural e humano foram publicados, principalmente, nos periódicos das associações científicas e de classe, como na Revista de Engenharia, na Revista Médica, na Revista da Sociedade Geográfica do Rio de Janeiro, no Arquivo Médico Brasileiro e nos Annaes Brasileiros de Medicina. Também foi possível identificar algumas teses de cátedra apresentadas às faculdades de medicina do Rio de Janeiro e de Salvador, sobre a relação clima e saúde, como a do baiano Jeronymo Pereira.

Há que se destacar, que desde 1851, o Observatório Imperial do Rio de Janeiro, passou a publicar com bastante regularidade, não apenas os dados meteorológicos em seus boletins e anais, como também artigos que pretendiam dar conta de suas análises, na Revista do Observatório. A partir de 1886, a recém criada Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo, também inicia a sua publicação dos dados meteorológicos das primeiras estações implementadas no estado, em seus Boletins mensais.

A contribuição de Frederico Draenert à climatologia do Brasil é exemplar. A sua principal obra, aquela de 1896, demonstrava uma perfeita sintonia com o estado da arte no contexto mundial, presentes em poucos intelectuais de sua época. Na introdução desta obra, escrevia o autor sobre o que constituiria o campo de estudo da climatologia:

Demonstrar como o período de um anno se revela nos phenomenos da vida sobre a terra, sob as formas do movimento e repouso, da evolução prodigiosa e do retrahimento acanhado, do nascimento e da morte; como az zonas de latitude se distinguem nas suas multiplas subdivisões pela evolução peculiar das mesmas e de diversas formas de vida, constitue o assumpto da climatologia. (Draenert, 1896:5)

QUADRO 3 – Séries temporais de dados meteorológicos conhecidos no Brasil nos Séculos XVIII e XIX

Período	Local	Autor	Descrição
1754-1756	Barcelos – AM	Padre Ignacio Sermatoni	Descrição (sensorial) das variações do tempo
1781-1788	Rio de Janeiro – RJ	Sanches Dorta	Registrou as temperaturas diárias (diurnas)
1788-1789	São Paulo – SP	Sanches Dorta	
1820-1821	Goiás - GO	Emanuel Pohl	Dados diários de temperatura
1845-1858	São Paulo – SP	Brigadeiro Machado	Dados horários (6:00, 15:00 hs) da temperatura do ar
1849-	Fortaleza - CE	Comissão provincial	Dados diários de chuvas
1851-	Rio de Janeiro - RJ	Observ. Astronômico	Dados meteorológicos
1855-	Sabará - MG	Janot Pacheco	Dados diários de temperat.
1861-1868	Manaus - AM	Barão de Ladário	Dados diários de temperat.
1861-1879	Litoral - PE	Emile Beringer	Dados diários de chuvas
1869-	Rio Grande do Sul	Max Beschoren	Dados diários de temperat.
1870-1875	São Paulo - SP	Germano D'Annecy	Dados diários de temperat.
1872-1892	S. B. das Lages/BA	Rosendo Guimarães	Dados diários de chuvas, temper., ventos e pressão
1874	SC e RS	Henry Lange	Dados meteorológicos
1876-1896	Recife - PE	Otávio de Freitas	Dados diários de chuvas
1877-	Fortaleza	Senador Pompeu	
1879-1881	Cuiaba - MT	Gardis	Dados diários de temper.
1879-1882	São Paulo - SP	Henry Joiner	Dados diários de temper.
1880	Vale do S Francisco	Milnor Roberts	Dados diários de temperatura e chuvas
1882-1887	Uberaba - MG	Frederico Draenert	Dados diários de temperatura e chuvas
1884-	Curitiba - PR	Observatório de Curitiba	Dados meteorológicos
1885-1898	Rio Grande do Sul	Anuário da Província	Dados meteorológicos
1886-	Estado de São Paulo	IGG	Dados meteorológicos
1889-	Campinas - SP	IAC	Dados meteorológicos
1890-1900	Blumenau - SC	Otto von Blumenau	Dados diários de chuvas, temperat., ventos pressão

Após tecer uma série de considerações sobre a utilização da estatística em busca de valores médios e extremos (periódico e não periódico, em suas

palavras), reconhece a grande variabilidade dos fenômenos atmosféricos ao afirmar que tão importante quanto determinar o que é freqüente no tempo, é a busca do que é extraordinário, aquilo que pela pouca freqüência, se torna incomum, porém real. Desta forma, a ênfase nos estudos climatológicos deveria estar em torno dos tipos de tempo, que o autor define como:

É a circunstância de tornar-se o efeito sempre de novo momento causal, que até a arbitrariedade humana influe, é verdade, de um modo insignificante, mas também incalculável, torna compreensível, como aquilo, que existe simultanea e collateralmente e que se dá consecutivamente no mesmo lugar, se perturbe tanto e torne tão difícil de perceber distintamente, sempre e em toda parte, a imutabilidade e a constancia das ultimas causas na mudança caprichosa do turbilhão atmosferico, que se chama tempo. (Draenert, 1896: 6)

Também foram analisadas as generalidades do clima do Brasil, a partir das influências geográficas (relevo, altitude, latitude), além da caracterização termo-pluviométrica das três zonas que compunham a sua classificação climática: a zona tórrida, a sub-tropical e a temperada.

Utilizando-se de dados diários de temperatura e precipitação de cerca de 60 estações meteorológicas, cujas séries temporais, bastante limitadas àquela época, tinham em média entre 5 e 10 anos, muitas das quais com apenas 1 ou 2 anos. Apenas as estações do Rio de Janeiro, São Paulo, Santos, Sabará, Recife, Fortaleza, Salvador e Blumenau apresentavam mais de 10 anos consecutivos de dados meteorológicos.

Mesmo assim, com a possibilidade de contar apenas com estes dados, Draenert conseguiu extrair um excelente conjunto de informações, muitas inéditas, no sentido de caracterizar a variabilidade dos fenômenos atmosféricos na perspectiva de climatologia regional.

Nesta concepção, Draenert classifica os climas do Brasil em três grandes zonas. A primeira, a zona tórrida, compreendia a Amazônia, o nordeste e o centro oeste do Brasil, além do norte de Minas Gerais. A zona sub-tropical compreenderia o tipo tropical de altitude – MG, RJ e SP com temperaturas mais baixas e pluviosidade mais ou menos elevada. Na fachada Atlântica, com temperaturas menores e maior pluviosidade, reconhecia a existência de um Clima Litorâneo e no interior, o Clima Continental, com temperaturas mais elevadas. A terceira zona climática corresponde ao tipo temperado, abrangendo os estados do sul (RS, SC e PR) e porção meridional de SP, com invernos bastante frios e a presença de geadas constantes.

Nesta obra, Draenert dedica grande espaço ao estudo dos “meteoros aquosos”, ou seja, as precipitações pluviométricas. Lamenta a falta de

informações meteorológicas de grande parte do território brasileiro (que segundo o autor é mais precária aqui do que no continente africano) mas, mesmo assim, procede a uma excelente análise com os poucos dados obtidos à época.

O mais interessante na abordagem que realiza sobre a pluviometria, são as análises da distribuição das chuvas associadas à disposição do relevo e altimetria do território brasileiro. Chama a atenção para os totais extremados de chuvas na vertente atlântica da Serra do Mar (com mais de 3.500 mm anuais) e as relaciona com a direção predominante dos ventos provenientes do oceano.

Não descuida da associação dos regimes pluviais com os sistemas atmosféricos atuantes, análises estas pouco comuns nos demais autores brasileiros de sua época, e descreve com muita propriedade os tipos de tempos mais frequentes. Numa destas descrições evidencia-se a influência humboldtiana – o idealismo romântico – na análise dos movimentos dos fenômenos da natureza, quando, de forma poética e emocional, apresenta uma narrativa a respeito do encadeamento dos tipos de tempo quando da entrada do conhecido vento sulino denominado pampeiro pelas paragens de Mato Grosso, envolvendo a situação pré-frontal. Apesar de longa, é de tal beleza a narrativa que me permito a sua transcrição integral:

A aproximação das tempestades é de ordinário presentida. A temperatura se eleva, o ar parece fogo: não sopra a menor aragem. A natureza como que se abate, extática e assustada. Os animais perdem o animo, murcham as orelhas, abatem as caudas; os selvagens embrenham-se nas florestas, os anphibios precipitam-se nas aguas. Os domesticos aproximam-se dos homens, confiados na proteção d'elle. Nem as grimpas das arvores: as mattas, n'uma quietude medonha, parecem solidos inteiriços. As aves se achegam aos ninhos, suspendem os vôos e se escondem; algumas, como as gaivotas, enchem os ares de suas vozes assustadas e quasi que lamentosas, prenunciando a tormenta: mas logo se calam. O ambiente cada vez se achumba mais, e a respiração se torna mais difficil. Há uma especie de dureza em tudo que nos cerca, um torpor gradativo, um silencio especial, só quebrado pelo rumor das correntezas, que augmentam de estrepito e fazem ainda maior a anciedade do homem. Entretanto, nem uma nuvem no céu: - sómente o sol havia amortecido seus raios occultos sob um véo espesso e achumbado. D'ahi a pouco denso nimbus surgia do horizonte, elevando-se de S ou de SW; fazendo-se já ouvir o longinquo e surdo reboar do trovão. Em breve scintillam os relampagos, amiudam-se, e amiuda-se o trovão já com estridor medonho.

O ambiente modifica-se extraordinariamente e a temperatura decresce com rapidez. Sopra uma brisa, de ordinario do quadrante austral, que em breve se converte em violento tufão. Um grosso pingo d'agua, outro e outros, isolados, grandes e gelidos, cahem a grandes espaços no chão. São as avançadas de um aguaceiro diluvial, que traz por atiradores um chuva de granizos e açoita a natureza por alguns minutos. Meia hora depois o sol replande fulgurante. O céu está limpido e sereno: a brisa murmura suave; as arvores curvam-se levemente ao sopro fagueiro, a natureza sorri; os pássaros saccodem das azas as gottas d'agua, que tiveram força de embeber-lhes as plumas, e cantam; os animaes todos mostram-se contentes, e o homem sente-se reanimado e feliz. Tudo respira com mais vida: sómente guardam por algum tempo o signal do cataclysmo a relva abatida dos campos, as folhas despidas e os galhos lascados das arvores das florestas, e as correntes que, mais tumidas e tumultuosas, vão, contudo, pouco a pouco perdendo a sua soberbia e entrando de novo nos limites que a natureza lhes demarcou. Poucas horas depois só saberia do acontecido que o houvesse presenciado. (Draenert, 1896: 23-24)

Além de descrições tão completas como esta, o autor também não se exime da tentativa de explicação, sempre perseguindo uma abordagem tão dinâmica quanto possível para sua época, de outros fenômenos importantes da climatologia brasileira. Baseando-se em Julius Hann, caracteriza as secas do nordeste, distingue aquela do Maranhão e do Piauí da seca no nordeste oriental, pela direção dos ventos, disposição geográfica das serras e da linha de costa e pela sazonalidade das estações chuvosas, explicadas por diferentes correntes de ar. Ao final de sua obra, Draenert propõe um conjunto de regras para a previsão do tempo, tomando como ponto fundamental as variações barométricas e a direção dos ventos.

Trata-se, sem dúvida, de uma obra extraordinária para sua época, pois não se limita às descrições e análises simplistas, mas sim, ousado e criativo, busca as associações entre tempo e clima, entre a atmosfera e o ambiente terrestre, entre as leis físicas e a distribuição dos fenômenos junto à superfície. Ao contrário de Henrique Morize, Draenert apresenta uma análise genética, dinâmica e rica em relações e interrelações geográficas e atmosféricas. Talvez, sua obra tenha sido a mais ousada e geográfica do período inicial da climatologia brasileira.

A sistematização da climatologia no Brasil: as contribuições de Henrique Morize e Carlos Delgado de Carvalho

Se, coube a Frederico Draenert o pioneirismo de uma abordagem mais geográfica da Climatologia no Brasil, sem dúvida há que se destacar o importante papel representado por dois grandes cientistas, que procederam à sistematização da Climatologia em nosso País.

Henrique Morize, engenheiro que se dedicou a Geografia, por muitos anos dirigiu o Observatório Nacional, além de lecionar Física e Meteorologia na Escola Politécnica do Rio de Janeiro. Divulgou por primeira vez seus estudos de climatologia em 1889, quando publicou “Esboço da Climatologia do Brasil”, obra que, infelizmente, não pudemos localizar e, por isso mesmo, temos apenas informações indiretas deste trabalho, citados por outros autores. Entretanto, esta obra primeira, com poucas alterações, foi republicada em 1922, no Dicionário Histórico, Geográfico e Etnográfico do Brasil, por ocasião das comemorações do centenário da Independência do Brasil. Tivemos acesso apenas a sua 2ª edição, que veio a público cinco anos depois, em 1927.

Carlos Delgado de Carvalho foi um dos mais brilhantes geógrafos de seu tempo e, talvez, o primeiro geógrafo brasileiro, responsável pela mais densa e completa análise do clima do Brasil do início do século XX. Autor de uma vasta obra que inclui variada gama de temas geográficos, Delgado de Carvalho viveu a maior parte de sua vida na Europa tendo publicado seus trabalhos em francês, quase todos (ainda) inéditos em língua portuguesa, como “*Un centre économique au Brésil*” de 1908, “*Le Brésil Meridional*”, de 1910 e “*Climatologie du Brésil*” de 1916. Mas, sua principal contribuição veio com a publicação, em Londres, da obra “*Météorologie du Brésil*” editada em 1917.

É interessante observar que por esta época, fins do século XIX e início do século XX, não havia cursos superiores de Geografia no Brasil, que somente seriam implantados em 1934, nas universidades de São Paulo e na do então Distrito Federal, do Rio de Janeiro. Entretanto, havia de forma mais ou menos estabelecida, o que eram considerados como estudos geográficos, a partir dos modelos norte-americanos e europeus.. E deste ponto de vista, tanto Henrique Morize, quanto Frederico Draenert, podem ser chamados de geógrafos, pois realizaram análises geográficas do clima, uma vez que estabeleceram relações entre os fenômenos atmosféricos e a sociedade, além das preocupações relacionadas à distribuição espacial dos tipos climáticos.

Mesmo considerando que seu primeiro trabalho de fôlego veio a público em 1889, quando Morize publica o “Esboço da Climatologia do Brasil”, somente na edição de 1922, por ocasião das comemorações do centenário da Independência do Brasil, é que seu projeto científico assume corpo e método

Três aspectos merecem a atenção nesta obra de Morize (1927), as relações do clima com os aspectos humanos, a proposta de classificação climática e o expressivo conjunto de dados meteorológicos que o autor pode contar. Quanto ao primeiro aspecto, Morize se distingue de Draenert, pois, enquanto este último relaciona os elementos do clima com a paisagem e com as sensações humanas, o primeiro, recorrendo ao conhecido geógrafo e meteorologista norteamericano Ellsworth Huntington, tece uma série de considerações a respeito da influência do clima na sociedade, de forma bastante ambígua, ora afirmando o caráter determinista do clima no comportamento humano, ora minimizando estes aspectos quando se refere ao Brasil.

Huntington (1915), desde o início do século XX, ficou bastante conhecido por suas concepções polêmicas sobre a influência dos climas nas características dos povos. Reproduzindo os velhos preconceitos do “mal dos trópicos” e da natural “superioridade” do homem do mundo temperado, o autor afirma, em sua mais importante obra “*Civilization and Climate*”, que o mundo tropical não favorece o desenvolvimento econômico, e argumenta com o seguinte exemplo:

[...] na época da Revolução Americana, considerável numero de legalistas foram tão fiéis à Inglaterra que sacrificaram tudo para escapar à nova bandeira estrelada. Deixando suas casas na Georgia e nos outros estados do sul eles procuraram o território britânico das Ilhas Bahamas, onde se lhes vieram reunir imigrantes da Grã Bretanha. Em nenhum outro lugar do mundo homens de raça inglesa viveram como puros colonos por diversas gerações em um clima tão tropical. E qual foi o resultado? Não há senão uma resposta: foi desastroso. E, entretanto, o clima parece excelente; não há moléstia alguma endêmica e a fertilidade do solo é admirável. Entretanto, pessoas dizem que a vida é ali muito fácil. (Huntington, 1915: 26)

Idéias como estas eram bastante difundidas nos meios acadêmicos da Europa e Estados Unidos, até meados do século passado e, por mais paradoxal que possa parecer, tinha seus seguidores mesmo em terras tropicais como a do território brasileiro. Henrique Morize, apesar de aceitá-las, em tese, demonstra que no caso brasileiro, ao contrário da África e

partes da Ásia, as condições climáticas de grande parte de nosso país podem, com certo esforço, serem ocupadas com sucesso.

Para isto, mesmo reconhecendo que as zonas reputadas como impróprias ao implante da civilização européia podem progredir, argumenta que as primeiras civilizações do planeta se desenvolveram em zonas tórridas como no Egito e na Índia, época em que os germanos, celtas e saxônicos não passavam de bandos selvagens. Depois de tecer uma série de considerações sobre as influências da temperatura e umidade nos casos de criminalidade, suicídios e eficiência no trabalho conclui:

Estes valores conduzem a duas conclusões importantes: a primeira, que a temperatura optima depende do clima da região habitada pelo observador, e a segunda que o organismo humano tem grande elasticidade e pôde progressivamente se adaptar a condições térmicas, que, no começo, parecem intoleráveis. (Morize, 1927: 4)

É interessante notar que mesmo por esta época, já haviam vozes contrárias a esta visão deturpada do mundo tropical, mesmo no Brasil. Uma destas vozes mais lúcidas e radicais, foi a de Afrânio Peixoto, médico carioca que sempre foi intransigente contra esta postura preconceituosa em relação aos trópicos. Em uma de suas obras “*Les Maladies Mentales dans les Climats Tropicaux*”, publicada em 1905, em co-autoria com Juliano Moreira, demonstra a inexistência de qualquer dependência entre as variações meteorológicas e os números de casos de alienação e demência, como se afirmava na Europa e nos Estados Unidos, considerando os aspectos sazonais do clima do Rio de Janeiro.

Henrique Morize, ao longo das páginas iniciais de sua principal obra, parece ser mais tolerante com as proposições dos autores europeus quanto as influências climáticas no comportamento humano. Tanto isto é verdade, que se esforça para demonstrar, como poderá ser averiguado mais adiante, que a maior parte do território brasileiro se encontraria nas faixas subtropicais e temperadas, para justificar as possibilidades de adaptação do europeu em nosso território.

O segundo importante aspecto da obra de Morize é a sua proposta de classificação climática, primeiramente divulgada em 1889 e reformulada em 1922, toma como ponto de partida os conceitos adotados por Köppen, no que se refere às médias térmicas, sazonalidade e totais pluviométricos. Utilizando 106 estações meteorológicas, o autor se apóia nos climogramas para determinar os tipos climáticos. De forma resumida, a proposta de classificação climática de Morize pode ser esquematizada da seguinte maneira:

TABELA 2 – Classificação climática de Henrique Morize (1889/1922)

Clima	Temperatura média	Tipo	Localização
Equatorial	> 25° C	Super-úmido	Amazônia
		Úmido continental	Interior do Norte
		Semi-árido	Nordeste
Sub-Tropical	Entre 20° C e 25° C	Semi-úmido marítimo	Litoral oriental
		Semi-úmido de altitude	Altiplanos centrais
		Semi-úmido continental	Interior do Brasil
Temperado	Entre 10° C e 20° C	Super-úmido marítimo	Litoral meridional
		Semi-úmido/latitudes médias	Planícies do interior do Sul
		Semi-úmido das altitudes	Locais de alta altitude

É de tal modo evidente a preocupação do autor em demonstrar que os climas do Brasil são mais propícios do que o de outras regiões de mesma latitude, que além de considerar grande parte do Nordeste e do Brasil central como sub-tropicais, argumenta: “*Essa questão da inclusão de vasta região do Estado de Minas na zona tropical ou na temperada tem grande importância econômica, especialmente do ponto de vista imigratório*” (Morize, 1927:6).

Desta forma, Morize utiliza o critério de Köppen para delimitar as zonas tropicais e temperadas, a partir da isoterma média de 18° C para o mês mais frio, o que certamente provoca uma grande polêmica, principalmente com Delgado de Carvalho, que não aceita este critério, como analisaremos mais adiante.

De qualquer modo, a preocupação técnica e estatística demonstrada no trabalho de Henrique Morize, seu enorme esforço em compilar um vasto conjunto de séries temporais, esparsas pelo território brasileiro, e suas análises no sentido de caracterizar a variabilidade e a sazonalidade climática, coloca esta obra como um marco no desenvolvimento das ciências atmosféricas, notadamente da climatologia.

Por esta mesma época, Delgado de Carvalho publica suas duas obras que tratam dos aspectos climáticos do Brasil, a primeira “*Climatologie du Brésil*” (1916), apesar de resumida, já apontava as concepções gerais sobre o tempo e o clima, que um ano mais tarde, em 1917, aparece muito mais elaborada na excelente “*Météorologie du Brésil*”, que, em realidade, trata mais dos aspectos climáticos do que meteorológicos.

Há que se considerar que devido a sua longa estada na Europa, principalmente na França, Delgado de Carvalho assimilou e divulgou as principais obras e concepções da Geografia que se produzia naquele país. Além de Paul Vidal de la Blache e Jean Brunhes, quem mais o influenciou foi Emmanuel de Martonne, que poucos anos antes havia publicado o “*Traité de Géographie Physique*”, em 1909.

Ao contrário de Morize, Delgado de Carvalho buscou uma explicação geográfica do clima, admitindo que o campo de estudo da Climatologia seria o da zona de contato entre a atmosfera e o globo sólido e líquido, que se constituiria no domínio por excelência da observação do geógrafo.

Aliás, de Martonne não só admitia uma concepção geográfica do clima, como se mostrava muito crítico com os estudos que lançavam mão das normais médias dos elementos meteorológicos e preconizava:

O estudo do tempo durante um certo período coloca-nos em presença de realidades concretas. As relações entre os diversos fenômenos ressaltam com clareza e podem neste caso, discernir toda a engrenagem do mecanismo e acompanhar sua marcha. O tempo não varia de maneira desordenada. Podemos reconhecer situações características, que se repetem muitas vezes e se mostram durante períodos mais ou menos longos, constituindo autênticos tipos de tempo. Estamos, pois, na presença de conjunto de fenômenos característicos de certas regiões e, portanto, de realidades verdadeiramente geográficas. (De Martonne, 1909: 184-185)

A influência de De Martonne na concepção geográfica do clima de Delgado de Carvalho, aparece em toda a sua obra sobre a Climatologia e, fica mais evidente, quando trata dos fatores meteorológicos, que em realidade, se referem aos fatores geográficos do clima, como a continentalidade, a latitude e a altimetria.

Delgado de Carvalho (1917) estruturou sua obra em três partes: a primeira trata da teoria e dos elementos e fatores climáticos, especificamente do hemisfério sul; a segunda, da variabilidade, sazonalidade e distribuição dos fatores meteorológicos; e a terceira, o que chamou de “Climatografia”, propõe uma classificação dos climas do Brasil.

Na primeira parte, ao explicar os elementos climáticos e a circulação atmosférica, busca na literatura anglo-germânica seus fundamentos básicos, como as concepções sobre o balanço de energia de Julius Hann, a dinâmica atmosférica de Dickson e nas condições hidrometeorológicas de William Morris Davis.

Entretanto, no segundo capítulo, que trata da relação entre o clima e a assimilação e adaptação do homem, basicamente recorre aos geógrafos, como Jean Brunhes, De Martonne e R. Ward, além do médico sanitarista brasileiro Afrânio Peixoto, que pouco antes havia publicado “*Climat et Maladies du Brésil*”, em 1908, e que introduziu os estudos de Geografia Médica em nosso País.

Nota-se em Delgado de Carvalho, uma preocupação bastante acentuada em caracterizar os tipos climáticos na perspectiva de demonstrar as influências dos climas tropicais no desenvolvimento econômico e na adaptação do homem. Mas, ao contrário de Henrique Morize, não se deixa influenciar pelo determinismo climático e, assume uma postura possibilista, tal qual era o pensamento dominante na Geografia francesa desta época.

A este respeito, diz o autor:

Ces influences générales des types tropicaux sur l’homme, en somme très favorables à son développement, on fait des zones intertropicales des régions très peuplées, partout où ne domine pas le désert. Quant au Brésil lui-même, sa partie la plus peuplée s’étend entre les bouches de l’Amazone et le Tropique du Capricorne. Une des raisons du rapide accroissement des populations tropicales doit être recherchée dans l’extrême facilité de la vie, causée par la prodigalité de la Nature et la douceur du climat. (Delgado de Carvalho, 1917:43)

Depois de discorrer por três capítulos para caracterizar as influências cósmicas, o regime dos ventos e o regime das chuvas tomando como base os dados da rede meteorológica nacional, em número muito mais reduzido do que pode dispor Morize em sua obra de 1922, Delgado de Carvalho dedicou cerca de 2/3 de seu trabalho, ao aprofundamento de uma proposta de classificação climática dos tipos regionais, o que possivelmente foi sua maior contribuição à Climatologia do Brasil.

A classificação climática proposta por Delgado de Carvalho, apesar da aparente similaridade com aquela proposta de Morize, foi bastante conflitante, principalmente no que se refere aos limites entre os climas tropicais, subtropicais e temperados, como já nos referimos anteriormente. Mas que por questões éticas e pelo enorme respeito que Delgado de Carvalho nutria por Morize, de forma muito elegante, não comparecia nas discussões entre ambos.

A divisão climática proposta compreendia três grandes grupos climáticos subdivididos em tipos característicos, como demonstramos na tabela a seguir:

Tabela 3 – Classificação climática de Delgado de Carvalho (1916/1917)

Climas	Tipos	Região
Equatorial e sub-equatorial	Super úmido	Amazônia
	Semi-árido	Nordeste
Tropical e sub-tropical	Semi úmido marítimo	Litoral oriental
	Semi úmido de altitude	Planaltos centrais
	Semi úmido continental	Interior
Temperados	Super úmido marítimo	Litoral meridional
	Semi úmido de latitude média	Planície riograndense
	Semi úmido de altitude	Planaltos do sul

Além disto, para cada um dos tipos de clima, propunha ainda uma outra subdivisão contemplando feições regionais, mais ou menos bem delimitadas, considerando os aspectos termo-pluviométricos e os traços gerais da circulação atmosférica, portanto, de caráter muito mais meteorológico do que a proposta de Morize, com a vantagem adicional de incorporar, nas escalas inferiores – regionais e subregionais – os fatores geográficos.

O fato é que Delgado de Carvalho não somente produziu a obra mais completa sobre a Climatologia brasileira de sua época, como introduziu uma análise eminentemente geográfica. Esta classificação, segundo Serebrenick (1942) representou um notável avanço, dado o cunho mais científico e a terminologia empregada, demonstrando total sintonia com a produção do saber de seus contemporâneos dos países mais avançados.

Todo o procedimento metodológico e as concepções empregadas nas análises climatológicas permitem a afirmação que esta obra pode ser considerada como a primeira produzida sob um paradigma geográfico no Brasil, numa época em que a Geografia ainda não existia enquanto área específica do conhecimento e, portanto, não institucionalizada em nosso País.

A criação da comissão geográfica e geológica de São Paulo: Belfort de Mattos e a climatologia paulista

Na segunda metade do século XIX, com o início das grandes expedições científicas norte americanas em território brasileiro, uma nova fase de descobertas e um novo conjunto de procedimentos científicos, principalmente no campo das ciências naturais (incluindo-se as geociências) se instalaram em nosso país.

Com a expedição Thayer, em 1865, a primeira das cinco empreendidas por cientistas dos Estados Unidos, veio, entre outros, os geólogos Louis Agassiz e Charles Hartt. O extraordinário volume de informações geográficas, geológicas, paleontológicas, botânicas e etnográficas produzidas se configuraram como os embriões da nascente ciência geográfica, mais especificamente da Geografia Física.

Segundo Pereira (1980), Hartt voltaria ao Brasil em 1870, chefiando outra excursão científica, a Expedição Morgan, confirmando o enorme interesse que os Estados Unidos passaram a dedicar ao território brasileiro e as suas possibilidades de exploração econômica. Na equipe de Hartt se encontrava Orville Derby, um dos mais eminentes cientistas que atuaram no Brasil, que teve destacado papel tanto na criação da Comissão Geológica do Império, em 1875, quanto na Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo, para onde se transferiu em 1886.

Orville Derby não somente foi um estudioso da Geologia e da Geografia Física brasileira, quanto um apaixonado por nosso país, aqui permanecendo até sua trágica morte, por suicídio, em 1915.

Em São Paulo, de 1886 até 1905, dirigiu a Comissão Geográfica e Geológica implementando uma sistemática de trabalho que consistiu, entre outros fatores, numa estratégia de reconhecimento físico e territorial do Estado, além de criar as diversas seções de pesquisa, como a de Meteorologia, de Botânica, de Solos, que mais tarde resultariam no grande parque científico que compreende as instituições paulistas.

Ao seu redor, Derby pode reunir um grupo de excelentes intelectuais e cientistas, como Alberto Löfgren, Teodoro Sampaio, Belfort de Mattos e Frederico Schneider, que tiveram relevante papel tanto da produção científica quanto em sua institucionalização no Estado de São Paulo.

Já em 1887, com o apoio de Derby, Alberto Löfgren implanta o Serviço de Meteorologia da Comissão Geográfica e Geológica, da qual foi seu diretor até 1902, instalando a primeira estação, na cidade de São Paulo e, dois anos depois, eram criadas as de Tatuí e Rio Claro. Obedecendo aos mais criteriosos métodos de coleta e utilizando aparelhos análogos aos da Europa de então, em 1900, a rede paulista já contava com cerca de 40 estações meteorológicas espalhadas em seu território.

Este rápido crescimento, aliado a um enorme conjunto de trabalhos de pesquisa publicados no Boletim do Serviço de Meteorologia, então denominado, “Dados Climatológicos” serviram de suporte para o estabelecimento e fortalecimento da Climatologia paulista.

Além da publicação dos dados meteorológicos, comentados e analisados com bastante profundidade, este Boletim também foi o veículo de divulgação dos resultados das pesquisas produzidas que tentavam explicar as características e particularidades do clima de São Paulo. Em 1902, José Nunes Belfort de Mattos assume a Seção de Meteorologia, que acabara de ser transferida para a Secretaria da Agricultura, permanecendo como seu diretor até 1926.

À frente do Serviço de Meteorologia da Secretaria de Agricultura, Belfort de Mattos pode ser considerado o primeiro grande estudioso do clima de São Paulo. Muito influenciado por Löfgren e por Derby e, tendo em mãos as séries temporais de dados meteorológicos do Estado de São Paulo, as mais completas do país, pode caracterizar e analisar de forma bastante detalhada a climatologia paulista.

Em seus primeiros trabalhos nota-se uma profunda preocupação com as técnicas estatísticas utilizadas na interpretação dos elementos meteorológicos, sempre comparando-os espacialmente. Quando publica “Breve notícia sobre o clima de São Paulo” (Mattos, 1906) já tinha bem clara uma proposta de regionalização dos climas paulistas salientando o papel da latitude, altitude e distância do mar, ao propor a existência de três tipos climáticos: o do litoral, o do alto da serra e o do interior.

Em 1908, introduziu a análise sinótica na primeira tentativa de produzir uma previsão do tempo destinada à cafeicultura. Dois anos depois (Mattos, 1910b), publica uma polêmica nota “Em defesa do clima de São Paulo”, quando procurou, de forma bastante engajada com a política de imigração do governo estadual, demonstrar as vantagens do clima paulista para o estabelecimento de imigrantes europeus e para o desenvolvimento da agricultura. Nesta obra, compara o clima de São Paulo com o de Palermo – na Itália – argumentando que as médias anuais da capital oscilavam entre 17,5° C e 18° C e, por isso, configurava-se como um clima “quase” europeu.

Por outro lado, suas observações de caráter mais geográfico, como no artigo que publicou, neste mesmo ano, no primeiro Congresso Brasileiro de Geografia (Mattos, 1910a), sobre a influência das matas sobre o clima, este autor já alertava para o sério problema da devastação das matas e florestas e suas conseqüências para o balanço hídrico e para o uso do solo agrícola, comentando que:

O regimen dos rios de um paiz, com as seccas que elles apresentam e as inundações a que dão logar, depende, em grande parte, da importancia e extensão das florestas que o cobrem, e a acção que as vastas regiões florestadas exercem sobre a regularisação das cheias e das estiagens é

um fato indiscutível, assim como está reconhecida a influencia benéfica das mattas, amenizando os climas, ao determinarem uma queda na temperatura média do ar, ao mesmo tempo que evitam os saltos excessivos das temperaturas extremas que se verificam nas regiões desnudas. (Belfort de Mattos, 1910a:19)

Mais adiante, neste mesmo artigo, e ainda discutindo as relações entre a atmosfera e a superfície terrestre, o autor fazia uma série de comentários sobre as possibilidades de influência do homem na constituição e características do ambiente atmosférico e apontava para as mudanças que já estariam ocorrendo no clima da cidade de São Paulo, relacionando como possíveis causas, a expansão territorial urbana. Neste caso específico sugere que as mudanças estariam sendo benéficas, ao afirmar:

Dizem os velhos paulistas que o clima da Capital do Estado de S.Paulo não é mais o que elles conheceram há 40 annos atraz, e não se enganam os velhos n'essa affirmação, porque nos 20 annos mais chegados já encontramos mudanças bem sensíveis na taxa de humidade de S.Paulo, resultando felizmente um clima mais saudavel, por isso que o ar se tornou mais secco com a transformação e melhoramentos soffridos pela urbs. (Belfort de Mattos, 1910a: 24-25)

Apesar das limitações da obra de Belfort de Mattos e das duras críticas que Sampaio Ferraz teceu às suas primeiras tentativas de introduzir a previsão do tempo a partir das cartas sinóticas, é inegável sua contribuição para o conhecimento e desenvolvimento da climatologia do Estado de São Paulo, no primeiro quarto do século XX.

A contribuição de Afrânio Peixoto e a climatologia médica

Dos primeiros estudos sobre o clima do Brasil em meados do século XIX, foi a partir dos paradigmas da salubridade, adaptação, higiene e saúde pública, que a climatologia dá os seus primeiros passos rumo a sua institucionalização como campo do saber.

Entre os médicos e sanitaristas brasileiros, nenhum outro interpretou tão profundamente as relações entre o clima, o homem e a cultura quanto Afrânio Peixoto. Pelo conjunto de sua obra, não seria exagerado afirmar que tenha sido o precursor da Geografia Médica em nosso país.

Professor da Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro, Peixoto foi um ardoroso defensor do mundo tropical contra o preconceito dos detratores deste ambiente, que apregoavam a “natural” inferioridade dos povos da zona tórrida. Já em 1907, publicava um de seus primeiros trabalhos que tratava da relação entre o clima e as doenças no Brasil. Nesta obra, empolga-se com as

possibilidades de se pensar o país a partir de soluções internas para a superação dos problemas brasileiros.

No prefácio de sua obra capital “Clima e Saúde”, o discurso do autor revela as armas de que dispõe, ao tentar interpretar a realidade nacional do início do século XX, quando afirma:

O Brasil é o único país grande, de civilização ocidental, situado nos trópicos. Portanto, não comparável a nenhum dos ditos “países cultos”, temperados e frios. Com a Índia e Egito não se quereria parecer.. Tem, pois, direito a pensar e de achar soluções suas, para os próprios problemas: soluções brasileiras, para problemas brasileiros. É hoje o único país colonial, ou de matérias primas, que não tem metrópole, a protegê-lo: tem, portanto, dever de cuidar de si, procurando soluções econômicas próprias, para os particulares problemas brasileiros. Na meditação, e nas ações decorrentes destes postulados, que impõe o clima, e a topografia, e a gente, e a educação, está a felicidade e até está a própria sobrevivência nacional. (Peixoto, 1938, pref.)

Enquanto Belfort de Mattos e Henrique Morize, ao tratarem dos climas brasileiros, defendiam as idéias de que, mesmo aceitando as teses do determinismo geográfico, grande parte do território brasileiro (centro-sul) se encontraria dentro dos limites dos climas subtropicais e temperados, apresentando climas “favoráveis” ao desenvolvimento humano e econômico e, portanto, nesta porção de nosso território estaríamos livres destas limitações de ordem climática, Afrânio Peixoto, ao contrário, não aceitava esta linha de **raciocínio**.

Para Peixoto (1938), em primeiro lugar, era fundamental que se derrubassem e se desmascarassem as teses deterministas e se construísse uma nova perspectiva de análise da terra e do homem dos trópicos. Em toda a sua obra evidencia-se o enorme esforço de defesa da tese do possibilismo, demonstrando que, em realidade, as influências climáticas geravam adaptações e novos arranjos nas relações sociedade-natureza.

Mas, além do discurso no campo das idéias filosóficas, que Afrânio Peixoto foi construindo por mais de três décadas, dedicando-se às influências do ambiente no comportamento das sociedades, este autor também se interessou, e muito, pelos aspectos de ordem climática, a tal ponto que, deixando de lado sua formação acadêmica no campo da medicina, mergulhou a fundo na discussão teórica e metodológica da Climatologia chegando, inclusive a apresentar uma avaliação crítica da produção científica desta área do conhecimento.

Em “Clima e Saúde” Peixoto (1938) realizou uma excelente análise das condições climáticas associadas às enfermidades e à saúde pública, demonstrando que mais do que as influências do clima, são as condições de higiene e salubridade, portanto, aspectos sócio-econômicos, que passam a definir as novas áreas endêmicas. Desmontando as idéias preconceituosas sobre as “doenças tropicais”, o autor argumenta:

Doenças climáticas foram outrora a cólera, a malária, a doença do sono: hoje têm uma etiologia conhecida, sem nenhuma subordinação ao clima; invadem terras sobre todas as latitudes; nas zonas de um mesmo clima, têm recuado diante daquelas cuja higiene as tem sabido preservar. E essa verdade tão simples, e de tão grandes conseqüências, porque a conquista territorial e econômica do mundo aí está, que não há doenças climáticas portanto, não há doenças tropicais, substituindo velhas crenças por essa outra científica pela observação e pela experiência: existem apenas doenças evitáveis, contra as quais a higiene tem meios seguros de defesa e reação. (Peixoto, 1938:76)

Nesta mesma obra, o autor analisa as questões sobre a “meteoropatologia”, relacionando os tipos de clima e suas variações sazonais, com os casos de morbidez, epidemias e endemias. Conclui que, a partir de certas condições climáticas, algumas patologias são facilitadas e outras inibidas, entretanto, uma vez detectadas e diagnosticadas, muitas deixam simplesmente de existir. Podem todavia, reaparecer em outros ambientes climáticos, em função das condições de higiene e saúde.

TABELA 4 - Classificação Climática de Afrânio Peixoto (1908, 1938 e 1942)

Climas	Tipos (gerais)	Região
Equatorial	Quente e úmido	Alto Amazonas
	Quente e sub-úmido	Interior do Norte (PA, MA e MT)
	Sub-quentes e úmidos	Litoral dos estados do norte e nordeste
Tropical	Litorâneo	Litoral da BA e SE
	Litorâneo quente e úmido	Litoral da BA, ES e RJ
	Continental	Vale do Paraguai (MT/MS)
	Altitude	Regiões elevadas da BA, MG, ES, RJ e SP
Temperado	Litorâneo	Litoral de SP, PR, SC e RS
	Continental e de altitude	Estados de SP, PR, SC e RS

Retomando o seu interesse pelas questões mais particulares da Climatologia, Peixoto (1908) ao propor uma nova classificação climática

para o Brasil, considera três tipos climáticos, assim como Morize e Delgado de Carvalho, porém, ao contrário, enfatiza o caráter de tropicalidade de nosso território. A classificação de Peixoto, primeiramente divulgada em 1908, e ligeiramente modificada em 1938 e 1942, está assim estruturada:

As principais diferenças e uma comparação entre as classificações de Henrique Morize, Delgado de Carvalho e Afrânio Peixoto, que serão analisadas no próximo capítulo, se referem muito mais à questão da delimitação da zona tropical do que quanto aos elementos geográficos e meteorológicos considerados na proposta de distribuição espacial dos climas.

Se de um lado, Draenert, Morize e Delgado de Carvalho foram os responsáveis pelos primeiros estudos mais sistemáticos da climatologia brasileira na passagem dos séculos XIX para o XX, coube a Afrânio Peixoto, nestas primeiras páginas da história desta ciência, o estabelecimento de um conjunto de procedimentos de análise mais conjuntiva e humanística. De certa forma, introduziu um novo paradigma para os estudos geográficos do clima.

Os avanços da meteorologia sinótica e o paradigma dinâmico

Antes de se proceder à análise do advento da meteorologia sinótica e seus reflexos na climatologia dinâmica, é importante que se resgate como se processou a institucionalização da climatologia e da meteorologia na Brasil, uma vez que, é no interior das instituições públicas – civis e militares – que se travou um intenso debate sobre os rumos das ciências atmosféricas em nosso país.

Com a reestruturação do Observatório Imperial, em 1871, quando os estudos sobre o tempo e o clima passam a merecer maior destaque, em função das demandas originadas tanto pelo desenvolvimento da agricultura, quanto pela política de imigração e, com a criação da Repartição Meteorológica da Marinha, em 1888, fortemente influenciada pela doutrina militar norteamericana, estabeleceu-se no Brasil um conflito de interesses que extrapolando o campo científico, adquire conotações político-ideológicas.

No apagar das luzes do regime monárquico e do nascimento da República, em fins do século XIX, o embate entre monarquistas e republicanos atinge todos os setores da sociedade brasileira, quando se contrapõem dois modelos de nação. Desde o processo de Independência de nosso país, o modelo de ciência que foi se estabelecendo, seguia os princípios da escola idealista romântica de Humboldt, e mantinha fortes

vínculos com os círculos científicos europeus (franceses, alemães, austríacos, ingleses, portugueses).

Por outro lado, com a emancipação política do Brasil, em 1821, e com o surgimento dos Estados Unidos como potência continental, cresce a influência norteamericana, principalmente a partir da Doutrina Monroe, fortalecendo os laços militares entre os dois países.

Desta forma, os meios militares brasileiros, aos poucos abandonam as doutrinas européias e se alinham aos Estados Unidos, assumindo a doutrina “A América para os americanos”. Tanto isto é fato, que desde fins do século XIX, o alto escalão das forças armadas do Brasil, passa a realizar os seus cursos doutrinários, de estratégia militar e de atividades conjuntas, nos Estados Unidos.

Emmanuel Liais e Henrique Morize, dois dos maiores nomes que impulsionaram as ciências atmosféricas no Brasil, eram franceses de nascimento, com fortes ligações com as cortes do Império e formados sob a influência da escola humboldtiana – o idealismo romântico (Ferraz, 1934)

Já nas forças armadas, principalmente na Marinha, onde surge a necessidade de se montar um estrutura de investigação das ciências atmosféricas, os jovens tenentes – republicanos e positivistas – Adolpho Pinheiro, Américo Silvado e Tancredo Burlamaqui, representavam o pensamento doutrinário norteamericano e, foram fortemente influenciados por Matthews Maury, oficial da Marinha, que implementou o sistema de observações meteorológicas nas embarcações americanas (Neira, 2000)

Em realidade, apesar da existência de um setor de investigação em Meteorologia no Observatório do Rio de Janeiro, no qual trabalharam Morize e Liais, as pesquisas desenvolvidas naquela instituição eram essencialmente voltadas para a descrição climatológica do País. Ao passo que, nos setores da Marinha, as preocupações com a previsão do tempo e os aspectos sinóticos, fundamentais para a rotina da navegação, é que norteavam as suas pesquisas.

Neste contexto, um caloroso e violento debate, sobre os rumos das nascentes ciências do ar tomaram corpo no final do século XIX, quando, depois de criar a Repartição Central Meteorológica, pelo Ministério da Marinha, o jovem tenente Tancredo Burlamaqui, e pouco depois seu sucessor, Américo Silvado, propõem a unificação dos diversos serviços meteorológicos do Brasil. O grupo de politécnicos do Observatório Nacional (denominação adotada depois da Proclamação da República), principalmente na figura de Henrique Morize, apesar de concordar com esta unificação, discorda quanto aos objetivos e métodos propostos pela Marinha.

Esta polêmica, na verdade, retratava uma diferença que, até hoje, subsiste entre climatólogos e meteorologistas no Brasil. De um lado, os técnicos da Marinha, preocupados em dotar o serviço meteorológico de técnicas de previsão do tempo (baseadas em cartas isobáricas) e na melhoria qualitativa do instrumental técnico. De outro, o grupo de politécnicos do Observatório Nacional, que defendia a expansão da rede de superfície e o investimento na obtenção das séries temporais. Ferraz (1934) que acompanhou de perto este episódio, assim o comenta:

O conflito de aspirações e objetivos estabelecido a esse tempo, entre homens de igual gabarito administrativo e intelectual, ficou bem patente na áspera polêmica entre Henrique Morize e Américo Silvado: o primeiro representando a melhor ciência que o país podia oferecer; o segundo, porém, exigindo investigações mais aprofundadas a par com aplicações mais condizentes com as necessidades do país. (Ferraz, 1934:24)

Ao final deste embate, em função do maior prestígio dos politécnicos, Morize consegue obter a criação da primeira organização nacional, a Diretoria de Meteorologia e Astronomia, vinculada ao Ministério da Agricultura, absorvendo as redes da Marinha e a do Telégrafo Nacional, em 1909. Mesmo tendo resistido por muito tempo à implantação das cartas sinóticas e orientado os trabalhos mais para a linha da climatologia, não conseguiu evitar que o Serviço Meteorológico da Marinha continuasse a desenvolver suas pesquisas aplicadas à previsão do tempo.

Outro acontecimento marcante no que se refere à institucionalização da Climatologia em nosso País, foi a implantação da Comissão Geográfica e Geológica da Província de São Paulo, em 1886, sob a direção de Orville Derby. Criada a Seção de Meteorologia, coube a Alberto Loefgren e sua equipe, o projeto de implementação de uma rede de estações meteorológicas que, em 1887, contava com apenas três – São Paulo, Rio Claro e Tatuí – mas em poucos anos, já em 1900, somaria cerca de 40 estações espalhadas pelo território paulista e se tornaria a mais completa e numerosa de todo o país (Loefgren, 1900).

Mais do que Alberto Loefgren, foi Belfort de Mattos, chefe da Seção de Meteorologia da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, a partir de 1902, quem mais se dedicou ao estudo da Climatologia paulista e realizou as primeiras tentativas e ensaios com a utilização de cartas sinóticas.

Nas primeiras décadas do século XX, dois acontecimentos foram responsáveis pelo avanço dos estudos do tempo e do clima no Brasil. Ao retornar do exterior em 1903, o jovem engenheiro carioca Joaquim de

Sampaio Ferraz, que durante quase 8 anos completou seus estudos em prestigiosos institutos da Inglaterra e dos Estados Unidos, foi admitido no Observatório do Rio de Janeiro, que passava a ser denominado Astronômico e Meteorológico, em 1909, e ali organizou os primeiros mapas sinóticos para a previsão do tempo. Subordinado à Morize, que reconhecidamente não se interessava por tais estudos, Ferraz conseguiu convencê-lo da eficácia destas técnicas e, a partir de 1917, foi autorizado a publicar os prognósticos para a então capital federal.

Logo após, em 1921, de acordo com Neira (2000) convencidos de que chuvas e estrelas não eram tão afins, ocorreu a separação das seções de Meteorologia e de Astronomia, que estavam vinculados ao Observatório Nacional, e é criada a Diretoria de Meteorologia, dirigida por Sampaio Ferraz desde a sua fundação até 1930, quando extingue-se e é substituída pelo Departamento Nacional de Meteorologia, o que hoje constitui-se no INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Nestes quase 70 anos de vida, perambulou por vários ministérios, sempre vítima do descaso de nossos governantes e da penúria financeira.

Bjerknes e Rossby: as escolas de Bergen e de Chicago

Desde o último quartel do século XIX, que os estudos que tratavam dos padrões mundiais dos ventos, do estabelecimento dos conceitos de ciclone e anticiclone, das baixas e altas pressões e das definições dos sistemas atmosféricos, pertenciam ao conjunto de preocupações dos meteorologistas e climatólogos da época, como Ley, Coffin, Köppen, Hann, Teisserenc de Bort, entre outros.

A análise sinótica começava a ser empregada nos estudos de previsão do tempo, significando enorme avanço técnico. Porém, as limitações impostas aos modelos de circulação atmosférica, concebidos até então, não permitiam, ainda, o estabelecimento de um padrão global, tridimensional, que só seria possível a partir da aplicação das leis termo-hidrodinâmicas na Meteorologia. Segundo Stringer (1972) o grande salto paradigmático que possibilitou o desenvolvimento da Meteorologia Sinótica e, por consequência, da Climatologia Dinâmica, ocorreu quando o Vilhelm Bjerknes, entre os anos de 1897 e 1902, em Estocolmo, Suécia, iniciou a aplicação dos conceitos hidrodinâmicos na construção das cartas sinóticas.

Depois de uma rápida passagem por Leipzig, na Alemanha, entre 1913 e 1917, quando implantou a primeira escola de Meteorologia de que se tem notícia, Bjerknes estabeleceu-se em Bergen, na Noruega, onde produziu as

mais importantes descobertas no campo da Meteorologia sinótica e dinâmica. Em associação com um grupo de cientistas, físicos, oceanógrafos, engenheiros e meteorologistas, que mais tarde ficariam conhecidos como o grupo de Bergen – a Escola de Bergen – estabelecera as bases físicas conceituais deste novo paradigma.

Entre 1917 e 1929, junto com Solberg, Bergeron, Rossby e outros, Bjerknes concentrou seus estudos sobre as zonas de fronteira entre as massas de ar – frias e quentes – elaborando os conceitos das frentes quentes (1918), oclusas (1919) e a teoria da frente polar (1922), convencido que estava sobre o papel determinante das perturbações frontais e dos anticiclones migratórios na produção dos tipos de tempo. Concepções estas, que marcariam profundamente a Meteorologia moderna. Burroughs (1998) comenta que:

La escuela de Bergen realizó un avance significativo, entre 1918 y 1923, cuando plantearon la teoría de que la actividad meteorológica se concentra en zonas relativamente reducidas, en las fronteras entre las masas frías y calientes. Llamaron a estas zonas de **frentes** por analogía con los frentes de batalla de la Primera Guerra Mundial. Posteriormente se confirmó que dichos frentes son la principal causa del tiempo atmosférico, y se desarrollaron métodos que permiten a los meteorólogos predecir sus movimientos con una precisión considerable. (Burroughs, 1998:74)

Todos os modelos anteriores de circulação atmosférica fracassaram por causa das limitações impostas pelas teorias laplaceanas, dominantes até então, que os reduziam à implicação da lei da gravidade. Com as novas propostas de Bjerknes de aplicação da termo-hidrodinâmica em Meteorologia, iniciavam-se novas possibilidades de compreensão dos climas baseadas na origem, frequência e trajetória dos campos de pressão atmosféricos. O climatólogo norte-americano Edward Stringer, ao analisar o impacto e as limitações da teoria da Frente Polar, afirma que:

At the time of the formulation of the Polar Front theory, emphasis was on the traveling depressions and anticyclones of middle latitudes. The enthusiastic disciples of the Bergen School believed that all local weather could ultimately be explained in terms of air masses and fronts, once enough local varieties of these had been recognized. They also believed that depressions and anticyclones would have some effect on the upper atmosphere, but, lacking observations, they did not emphasize such effect. (Stringer, 1972:8)

Assim, a despeito das enormes possibilidades de desenvolvimento das técnicas de previsão do tempo e da compreensão dos mecanismos dinâmicos da baixa atmosfera, a partir das teorias das frentes e das aplicações propostas

por Bjerknes, ainda não seria possível conseguir um modelo global, pois faltavam algumas peças do complexo quebra-cabeças, como as interações com a circulação superior que, somente seriam descobertas por Gustav Rossby, uma década mais tarde.

Entretanto, foi o modelo de Meteorologia Sinótica proposto pela escola de Bergen que possibilitou o surgimento da Climatologia Dinâmica, termo definido por Bergeron, discípulo de Bjerknes, em 1930, que consistia no tratamento estatístico dos tipos de tempo (massas de ar e frentes) como fenômenos completos e de entendimento dos processos termodinâmicos.

Poucos anos antes, segundo Tarifa (1975) tanto Ward quanto Federov foram os pioneiros a chamar a atenção para o conceito do clima como a totalidade dos tipos de tempo sobre determinado lugar.

O geógrafo russo Federov, em 1921, divulgava o termo “climatologia complexa”, que propunha uma descrição dos climas locais a partir de observações diárias do tempo, em termos das frequências relativas de vários tipos de tempo, ou grupos de tipos de tempo, no lugar dos valores médios, tão utilizados em sua época, como seu conterrâneo Wladimir Köppen, no final do século XIX havia vislumbrado, mas não pode promover nenhum avanço significativo pelas limitações conceituais de sua época.

Assim, a incorporação da análise sinótica a partir dos princípios termo-hidrodinâmicos e das teorias das frentes que Bjerknes e seus colegas da Escola de Bergen introduziram nos estudos meteorológicos das primeiras décadas do século passado, não só produziram uma ruptura com os esquemas tradicionais de interpretação da física da atmosfera, como permitiram o surgimento de uma Climatologia Dinâmica que pôde incorporar os conceitos de tipos de tempo (pela movimentação das massas de ar e frentes) que alguns anos mais tarde, Gustav Rossby associaria às cartas barométricas em busca das definições das regiões climáticas a partir de um modelo global de circulação atmosférica.

Discípulo de Bjerknes, o sueco Gustav Rossby, depois de trabalhar alguns anos em Bergen, transferiu-se, em 1926, para os Estados Unidos, onde desenvolveria seus estudos sobre a circulação geral da atmosfera.

Em Chicago, elaborou as técnicas isentrópicas de análise para estabelecer um modelo simplificado de circulação atmosférica de larga escala, conhecida como as ondas de Rossby, ou esquema tricelular de Rossby. Ao contrário da Escola de Bergen, a Escola de Chicago focalizava suas atenções para o movimento do ar, de onde obtinham-se os índices de pressão representadas através de cartas barométricas. Esta dimensão espacial – e mais geográfica – possibilitou o desenvolvimento de um modelo global

de circulação, que segundo Burroughs (1998), definiria a gênese dos climas regionais.

Trabalhando no Massashusets Institute of Tecnology – MIT e, posteriormente, na Universidade de Chicago, Rossby e seus associados desenvolveram as técnicas de previsão do tempo que incorporavam as teorias das frentes e os conceitos elaborados pelo alemão Hesselberg, em 1932, que caracterizava as condições sobre as quais as equações hidrodinâmicas do movimento definiam os instantes do tempo para aplicá-las em termos de “estados da atmosfera”. (Stringer, 1972)

Na década de 30 do século XX, Rossby definiria os “jet streams” e propunha um modelo de conexões entre os movimentos do ar na baixa troposfera com os da estratosfera, que seriam fundamentais para a compreensão do complexo jogo de interações entre as circulações geral e secundária, que aliadas às cartas isobáricas de superfície resultariam num enorme avanço no grau de confiabilidade da previsão do tempo.

O fato é que tanto Bjerknes quanto Rossby desenvolveram as bases conceituais e as aplicações concretas dos mecanismos físicos que possibilitaram o surgimento da Meteorologia Sinótica que acabou por determinar uma mudança paradigmática na Climatologia, através da incorporação dos atributos dinâmicos.

Sampaio Ferraz e a introdução da Meteorologia Sinótica no Brasil

É a partir do contexto histórico descrito no capítulo anterior, em que a evolução da física possibilitou uma revisão conceitual dos processos dinâmicos da atmosfera, com o surgimento da teoria das frentes (ciclogênese e frontogênese) de Bjerknes, do desenvolvimento da climatologia complexa de Federov, dos conceitos da climatologia dinâmica de Bergeron e Hesselberg e do modelo de circulação geral da atmosfera de Rossby, no período entre as duas grandes guerras mundiais - décadas de 20 e 30 do século XX – que Sampaio Ferraz pode elaborar as primeiras análises sinóticas no Brasil.

Foi um entusiasta do novo paradigma da Meteorologia Dinâmica, cujas análises podem ser observadas em sua obra mais importante, a “Meteorologia Brasileira” publicada em 1934, que se constituiu num marco histórico das ciências atmosféricas no Brasil.

Engenheiro, meteorologista e climatólogo, o carioca Joaquim de Sampaio Ferraz pode ser considerado como o precursor da Meteorologia nacional. Além de ter sido o primeiro a efetivar a previsão sistemática do

tempo, divulgado ao público do Rio de Janeiro a partir de 1917, introduziu os novos paradigmas da Meteorologia Sinótica, quando passou a dirigir a Diretoria de Meteorologia entre 1921 e 1930.

Sampaio Ferraz estagiou em vários centros avançados de estudos atmosféricos da Europa pouco antes da Primeira Grande Guerra, quando entrou em contato com a Escola de Bergen e, ao retornar ao Brasil, segundo **Ab'Saber** (1979) recebeu a incumbência de organizar os primeiros mapas sinóticos para a previsão do tempo. A este respeito, Ferraz argumentava que este deveria ser o novo paradigma e o princípio norteador da nova Diretoria da Meteorologia, pois:

“A previsão do tempo deverá ser estabelecida de forma a servir no campo e no oceano, sendo os seus avisos distribuídos por todos os meios viáveis. A aerologia virá proteger a aviação civil e militar nas principais rotas do país, satisfazendo às necessidades administrativas, comerciais e estratégicas. A meteorologia agrícola difundirá detalhadas informações relativas à influência do tempo sobre as culturas; estudará a relação entre o fator meteorológico e a evolução vegetativa – quer cotejando as estatísticas climatológicas com as da produção agrícola, quer procedendo às observações fenológicas, ou pesquisando nos próprios campos experimentais de outras dependências do Ministério da Agricultura, estabelecendo, destarte, as épocas críticas das culturas de valor econômico e facilitando o problema capital das previsões de safras” (Ferraz apud Ab'Saber, 1979:132)

Desde 1917, Sampaio Ferraz passou a divulgar seus primeiros ensaios sobre a previsão do tempo, a partir da confecção de cartas sinóticas, para a cidade do Rio de Janeiro. Quando assumiu a Diretoria de Meteorologia do Ministério da Agricultura em 1921, além de envidar esforços para a ampliação da rede de superfície, desenvolveu o serviço de previsão do tempo, que aquela época, cobria praticamente todo o centro sul do Brasil.

A despeito da intensidade de trabalho institucional que Sampaio Ferraz empreendeu naquele órgão pelas necessidades de implementação de sua política de dotar o país de um sistema eficiente de previsão do tempo e de estudos meteorológicos e climáticos, pode produzir um vasto conjunto de obras que impressionam tanto pela variedade temática quanto pela capacidade científica de domínio do instrumental técnico de seu tempo.

Em 1925, publica sua primeira monografia que tratava das secas nordestinas. Procurando averiguar quais os agentes atmosféricos mais diretamente responsáveis pelo fenômeno das intensas estiagens aperiódicas, Sampaio Ferraz (1925) empregou seus ensaios a partir da análise das cartas sinóticas para explicar as causas prováveis das secas do Nordeste Brasileiro.

Analizou, também, o papel do anticiclone polar atlântico e definiu-o como o responsável pelo fenómeno da friagem amazônica, destruindo a falsa noção que se tinha à época, de que esta seria produto da descida dos ventos frios andinos, fato que seria confirmado duas décadas mais tarde por Serra e Ratisbona (1942).

Ao final da década de 30 do século passado, Sampaio Ferraz (1928 e 1929) publicou dois outros importantes trabalhos ao introduzir o método de correlações e suas fórmulas regressivas à previsão do tempo de longo prazo e associando-os ao modelo de circulação de Walker.

Sua obra capital, a primeira do gênero a incorporar os modelos sinóticos e dinâmicos à análise meteorológica no Brasil, veio a público em 1934, configurando-se como o principal manual de ciências atmosféricas em língua portuguesa de sua época. Sobre este trabalho, o próprio autor assim se referia:

A primeira edição da Meteorologia Brasileira, de Sampaio Ferraz, elaborada em 1934 e publicada um ano depois, apareceu justamente na época do início da campanha investigadora americana em prol da: a) classificação das massas de ar; b) cristalização da chamada análise isentrópica, criada pela escola americana de meteorologistas. Tudo, na realidade, cifrando-se no desenvolvimento do que lançara brilhantemente, entre as duas Grandes Guerras, a insigne escola bergerniana de meteorologia sinótica, graças, sobretudo, à expansão da aerologia. O êxito daquela campanha tão útil à ciência da atmosfera, em geral, e à previsão do tempo, em particular, foi logo aproveitado entre nós pelos citados estudiosos do Serviço de Meteorologia – Adalberto Serra e Leandro Ratisbona, numa série de publicações valiosas. (Sampaio Ferraz, 1980:229)

O que mais chama a atenção neste trabalho de 1934, é que ao contrário dos demais publicados até então, Sampaio Ferraz tratou de praticamente todos os temas do vasto leque que constituem as ciências atmosféricas. Inicia a análise pelos padrões de circulação atmosférica – global e sobre o Brasil. Depois de discorrer sobre os aspectos astronômicos, como a radiação solar, distingue os vários ramos de aplicação da Meteorologia, ao estabelecer os objetivos da Meteorologia Marítima, da Aerologia, da Meteorologia Sinótica, da Meteorologia Ótica e Acústica, aprofundando até os limites da Paleoclimatologia.

No capítulo em que tratava da Climatologia, Sampaio Ferraz (1934) diferenciava de modo claro, o que seriam os campos de estudos da Meteorologia e os da Climatologia que, em suas palavras, não poderiam ser considerados como sinônimos, pois:

A Climatologia não é de modo nenhum, como pensam alguns, um capítulo da Meteorologia, dedicado somente às aplicações, como é a previsão do tempo, a higiene, a biologia animal e vegetal, e outra mais. Seria absurdo esse conceito. A Climatologia é, antes de mais nada, a meteorologia pura e simples do estado atmosférico imediatamente sobre o globo, como a Aerologia é a Meteorologia das camadas superiores. Esse estrato mais baixo – o fundo do oceano aéreo, embora limitado ao alcance dos aparelhos habituais, em proporção à estatura humana, tem marcada importância porque, não só é o mais influenciado pela superfície do planeta, como, até certo ponto, integra alguns dos efeitos das camadas que lhe ficam superpostas. (Sampaio Ferraz, 1934:95)

Depois de 1930, quando se afasta da Diretoria de Meteorologia, Sampaio Ferraz se aproxima dos estudiosos da Climatologia no seio da ciência geográfica e passa a colaborar e a participar dos encontros e congressos de Geógrafos, notadamente, àqueles promovidos pela Sociedade Geográfica do Rio de Janeiro e pelo Conselho Nacional de Geografia – o CNG, criado em 1937. Nas décadas de 40 e 50 do século XX, passou a produzir uma variada gama temática de trabalhos que aproximaram significativamente a Climatologia da Meteorologia e, ambas, da Geografia, como fica patente o seu célebre trabalho “O Homem e a Chuva”, que comentaremos no próximo capítulo.

Desta forma, Sampaio Ferraz teve um papel significativo no avanço das ciências atmosféricas no Brasil, tanto no sentido institucional, quando à frente da Diretoria de Meteorologia, ocasião em que pode empregar todos os seus esforços e prestígio no desenvolvimento desta área de conhecimento, quanto na vasta produção científica que publicou, sempre atualizado com o que havia de mais recente na literatura internacional. De certa forma, com Adalberto Serra e Leandro Ratisbonna, Sampaio Ferraz pertence a esta geração de pioneiros da Meteorologia brasileira, que sedimentou as bases teóricas que possibilitaram o atual estágio de desenvolvimento destas ciências em nosso país.

O desenvolvimento da Meteorologia Dinâmica no Brasil: Adalberto Serra e Leandro Ratisbonna

Os dois ilustres meteorologistas oriundos da escola politécnica do Rio de Janeiro, Adalberto Serra e Leandro Ratisbonna foram dos mais profícuos estudiosos da meteorologia brasileira. Contemporâneos de Sampaio Ferraz, desenvolveram seus mais importantes trabalhos no seio do Serviço de

Meteorologia publicando-os, em grande parte, na nascente Revista Brasileira de Geografia, além do Boletim Geográfico, nas décadas de 40 e 50 .

Com a melhoria do serviço de meteorologia do país, graças à ação empreendedora de Sampaio Ferraz, do aumento significativo da rede meteorológica de superfície, dos avanços metodológicos advindos dos estudos realizados pelas escolas de Bergen e Chicago, além do instrumental técnico disseminado a partir da Primeira Guerra Mundial, Serra e Ratisbonna puderam elaborar uma série de ensaios que permitiram o conhecimento da circulação atmosférica sobre o Brasil e América do Sul.

Nos anos de 1938 e 1939, Serra publicou, em inglês, seus primeiros ensaios sobre a circulação atmosférica caracterizando, horizontal e verticalmente, os centros de ação e os sistemas atmosféricos da América do Sul (Serra, 1938 e 1939).

Entre 1941 e 1942, já em associação com Ratisbonna, divulgou seus estudos mais relevantes, quando tratou da dinâmica climática a partir da definição das massas de ar e do estudo das trajetórias dos sistemas atmosféricos, além de dois estudos de caso, sobre a friagem na Amazônia e sobre o clima do Rio de Janeiro. (Serra e Ratisbonna, 1941, 1942a, 1942b, 1942c) Sobre a contribuição de Adalberto Serra à Meteorologia e à Climatologia do Brasil, Ab'Saber comenta que:

Efetivamente, o entendimento dos grandes mecanismos básicos da circulação atmosférica no Brasil deveu-se às demoradas pesquisas e às múltiplas publicações divulgadas por Serra sob a forma de atlas ou de coleções de cartas sinóticas, devidamente exploradas em seu significado meteorológico e climático. Em 1929, Serra, ainda jovem, publicava um dos seus primeiros trabalhos, de natureza bioclimática, na interface entre o clima e a Psicologia – O suicídio no Rio de Janeiro. De lá para os nossos dias, o genial climatologista brasileiro publicou dezenas e dezenas de atlas e contribuições científicas, de alto nível e interesse prático, tornando-se o decano da Meteorologia Brasileira. (Ab'Saber, 1979:134)

Do ponto de vista da contribuição científica, Serra foi responsável por revelar-nos todo o complexo jogo da circulação atmosférica, geral e secundária sobre nosso território, a partir das definições dos centros de ação e dos sistemas perturbados, causas primeiras dos tipos de tempo.

Corroborando com Sampaio Ferraz, Serra (1942b) aprofundou a questão da gênese do fenômeno da friagem na bacia amazônica, incorporando novos elementos de análise, de escala global, a partir das cartas sinóticas. Desvendou, também, o problema da gênese das chuvas no

Nordeste Brasileiro, associando-a aos deslocamentos sazonais e periódicos dos doldrums equatoriais (Serra, 1945).

Ainda sobre a Região Nordeste, publicou, em 1946, um excelente trabalho, de cunho fortemente geográfico sobre as secas que assolam periodicamente aquela região (Serra, 1946). Também é de sua autoria, o primeiro Atlas Climatológico do Brasil, produzido entre os anos de 1955 e 1960, que foi de enorme importância para o conhecimento da distribuição espacial dos fenômenos atmosféricos.

Numa época em que a Climatologia e a Meteorologia ainda se desenvolviam de forma paralela e, meteorologistas e geógrafos trabalhavam em cooperação, o período de 1920 à 1960 foi dos mais profícuos para as ciências atmosféricas no Brasil. De tal modo, que ao mesmo tempo em que a Geografia fornecia valiosas contribuições em termos da fisiologia das paisagens, de caráter mais regional, os meteorologistas se empenhavam na compreensão dos mecanismos da circulação atmosférica – superior e secundária, possibilitando uma análise de interface entre os fenômenos atmosféricos e suas relações com a superfície terrestre, em termos de organização do espaço.

Sob este aspecto, vários autores têm ressaltado o papel fundamental que Adalberto Serra desempenhou neste sentido, e como a partir da sua obra, pode a Geografia elaborar um modelo conceitual, que culminaria com o paradigma do ritmo climático, proposta por Monteiro (1971).

Entre os geógrafos, Monteiro (1963, 1964, 1969, 1976 e 1991), Tarifa (1973 e 1975), Conti (1976), Zavatini (1983, 1990 e 2000), Titarelli (1972), Barbière (1975), Barrios (1987), Sant’Anna Neto (1990, 1995 e 1998) entre outros, reforçam este ponto de vista, pois:

Acontecia, assim, uma aliança que assumia um aspecto dúplice que merece ser considerado. De um lado, os geógrafos divulgaram seus trabalhos capitais na Meteorologia Dinâmica que, malgrado um interesse já despertado, oferecia ainda certas dificuldades aos geógrafos em assimilar-lhes o conteúdo técnico. Desde a publicação de Massas de Ar na América do Sul, (Serra e Ratisbonna, 1942) já se sabia da importância do estudo das massas e dos mecanismos frontais em Climatologia mas havia aquela dificuldade de penetrar na malha intrincada da terminologia da Meteorologia Dinâmica. (Monteiro, 1991:24)

Assim, o desenvolvimento da Meteorologia sinótica e dinâmica no Brasil, configurada basicamente a partir das contribuições de Sampaio Ferraz, Adalberto Serra e Leandro Ratisbonna, pode ser considerado como o

marco histórico do próprio desenvolvimento da Climatologia Dinâmica, que acrescida das concepções de clima de Max Sorre, nas décadas de 1940 e 1950, permitiram o surgimento de uma Climatologia eminentemente comprometida com os propósitos da Geografia, como veremos mais detalhadamente no próximo capítulo.

A Climatologia dos Geógrafos: A construção de uma abordagem geográfica do clima

Se considerarmos que a ciência geográfica é relativamente recente, em termos de sua institucionalização acadêmica, remontando ao final do século XVIII, na Europa e, que o clima como fenômeno geográfico somente comparece na literatura do século XIX e, mesmo assim, de forma esparsa e fracionada, não parece descabido afirmar que Emmanuel de Martonne foi um dos pioneiros a se preocupar com uma definição geográfica do clima, em sua primeira versão do “*Traité du Géographie Physique*” publicado originalmente em 1909.

Nesta obra, o grande geógrafo francês, ao tratar do papel do clima como fenômeno geográfico considerava como universo de análise, a zona de contato entre a atmosfera e o globo sólido e líquido. Mesmo assumindo as definições de tempo e clima de Julius Hann – estado médio da atmosfera - afirmava que, em certos casos, os estudos dos tipos de tempo poderiam trazer algumas vantagens para a análise geográfica, pois estes estudos, realizados durante certos períodos, evidenciariam a presença de realidades concretas.

Além disto, para De Martonne (1909) as relações entre os diversos fenômenos ressaltariam com maior clareza toda a engrenagem dos mecanismos atmosféricos e possibilitaria o acompanhamento de sua marcha, tal como Teisserenc de Bort, em 1884, na França, havia estabelecido as bases teóricas para a análise dos tipos de tempo. Ao reconhecer que o tempo não varia de maneira desordenada mas, que se apresentaria a partir de situações características que se repetiriam durante períodos mais ou menos longos, estes se constituiriam em autênticos tipos de tempo.

Numa tentativa de estabelecer as diferenças das noções de clima e definir a mais adequada para a análise geográfica, considerava que:

A climatologia (em Geografia) deve procurar reconhecer e destacar estas relações complexas. Ainda aqui temos outra diferença com a meteorologia propriamente dita que separa cada fenômeno para tratar de relacionar as leis atmosféricas e leis físicas experimentais susceptíveis de serem expressas por meio de fórmulas matemáticas.

Esta distinção deveria ser sempre observada nos estudos de Geografia Regional, onde se trata sobretudo de assinalar o agrupamento de fenômenos climáticos. (De Martonne, 1925:108)

A forma como De Martonne elaborou a concepção geográfica do clima, e a classificação climática que propôs a esta época, de certa forma, é o ponto de partida para o entendimento de todo o desenvolvimento da Geografia do Clima e, a partir do qual, os desdobramentos e mudanças de paradigmas se sucederam ao longo do século XX.

Já afirmamos, em capítulos anteriores, que Carlos Delgado de Carvalho foi o pioneiro nos estudos geográficos do clima, a despeito de sua principal obra ter tido como título, Meteorologia do Brasil. A influência de Emmanuel De Martonne, entre outros, na obra de Carvalho é evidente, assim como é sabido o papel que os geógrafos franceses tiveram na concepção dos cursos universitários de graduação em Geografia no Brasil.

Nas primeiras décadas do século XX, segundo Pereira (1980) havia um “espírito” geográfico em muitos intelectuais brasileiros, mas faltavam-lhes método. Como não havia, ainda, cursos superiores de Geografia no País, o discurso geográfico era limitado e um tanto amador. Este autor comenta, a esse respeito, que:

Em consonância com os princípios geográficos gerais estabelecidos pelos fundadores da nova ciência, princípios, aliás, refundidos e ampliados pelos grandes mestres que lhes seguiram, os estudiosos da Geografia do Brasil, em sua maior parte, não puderam até o terceiro decênio do século atual, realizar pesquisas, bem assim elaborar a apresentar trabalhos à altura dos requisitos exigidos pelo importante ramo de saber humano. Imbuídos do espírito da Geografia, mas não realmente penetrados de Ciência, aos diletantes brasileiros faltou, por infelicidade, uma boa formação geográfica. (Pereira, 1980:391)

Desta forma, foi a partir da criação dos cursos superiores de Geografia, que se deu um enorme salto qualitativo em seu desenvolvimento, reforçado pela criação do Conselho Nacional de Geografia, poucos anos depois.

A implantação da Geografia Científica no Brasil: Uma tentativa de periodização da Climatologia Geográfica

Numa tentativa de periodização da história da Climatologia no Brasil, pode-se considerar, como já foi tratado anteriormente, o período que se estende de 1827, quando da criação do Observatório Astronômico do Rio de Janeiro, até 1889, quando é publicada a primeira monografia sobre o clima

do Brasil de Henrique Morize, como o embrião do nascimento da Climatologia e da Meteorologia brasileira.

Este período foi caracterizado pelo precário conhecimento sobre os climas de nosso território e marcado pela quase total ausência de dados meteorológicos, que inviabilizavam estudos mais detalhados sobre o comportamento do tempo e do clima no Brasil. Além disto, como já nos referimos em capítulos anteriores, os poucos trabalhos que surgiram à esta época espelhavam a grande preocupação com a questão da salubridade e higiene pública, derivadas do momento político e econômico do Brasil, que buscava aliciar mão de obra estrangeira (européia), para as necessidades de trabalho braçal na cafeicultura. E isto demandava uma política de propaganda, que passava pelo convencimento da salubridade e facilidades de aclimação do europeu em, climas tropicais.

Por isso, o maior conjunto de trabalhos sobre a climatologia médica e biológica, ter surgido a partir de pesquisadores das faculdades de medicina e divulgados nas revistas médicas e arquivos de higiene e saúde.

O segmento de tempo que compreende o período de 1889, até 1934, quando surgem as obras de Henrique Morize, Frederico Draenert, Afrânio Peixoto, Carlos Delgado de Carvalho, Belfort de Mattos e Joaquim de Sampaio Ferraz, configura-se como uma segunda etapa no processo de conhecimento das ciências atmosféricas.

Surgem as Comissões Geográficas e Geológicas do RJ, SP e MG, que instituíram suas seções de meteorologia e implantaram serviços estaduais de meteorologia e é criado o Serviço de Meteorologia, separado do Observatório do Rio de Janeiro e, a Diretoria de Meteorologia da Marinha.

Este período é fundamentalmente marcado pelos trabalhos que buscavam uma caracterização geral dos climas brasileiros e da compreensão dos mecanismos de circulação atmosférica. Daí o surgimento das várias classificações climáticas (Morize, 1889 e 1922; Draenert, 1896; Peixoto, 1908 e Delgado de Carvalho, 1917 e 1926) e das tentativas de se estabelecer um padrão de previsão do tempo a partir das cartas sinóticas, com Belfort de Mattos (1909) e Sampaio Ferraz (1925, 1928 e 1934).

Ao estabelecermos, talvez de modo um tanto arbitrário, um terceiro segmento de tempo, o primeiro eminentemente geográfico, que compreende o período de 1934 a 1964, consideramos como a fase inicial de busca de uma afirmação de um conceito geográfico do clima.

Como marco inicial, tomamos a publicação da “Meteorologia Brasileira” de Sampaio Ferraz (1934), da criação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e da implantação dos cursos universitários de

Geografia, ambos em 1934, da fundação da Associação dos Geógrafos Brasileiros – AGB em 1935, do Conselho Nacional de Geografia – CNG em 1937, além do surgimento da Revista Brasileira de Geografia, em 1939.

Este segmento temporal se estende até 1964, quando Monteiro publica seus primeiros trabalhos em que demonstrava sua insatisfação com os conceitos e métodos empregados na análise geográfica do clima, a partir de uma leitura, bastante pessoal, das concepções que Max Sorre divulgou em seu “*Les Fondements de la Géographie Humaine*”, particularmente em seu capítulo quinto, quando trata do papel do clima como fenômeno geográfico.

Assim, a década de 30 do século XX significou o início da institucionalização da Geografia enquanto campo do saber científico em nosso país. Se até esta época, como nos apontou Pereira (1980) havia mais um “espírito” geográfico do que a sistematização do conhecimento, objetivos definidos e instrumental analítico específicos da ciência geográfica. Com a criação dos cursos superiores nas universidades de São Paulo e do Rio de Janeiro, em 1934, iniciou-se o processo de implantação da Geografia Científica no Brasil.

Para Monteiro (1980), a fundação da AGB, em 1935, sob a liderança de Pierre Deffontaines e, a criação do IBGE, (e dois anos depois do Conselho Nacional de Geografia – CNG), durante o Estado Novo, período da ditadura Vargas, em 1935, as condições para o pleno desenvolvimento desta ciência estavam colocadas.

O surgimento da Revista Brasileira de Geografia em janeiro de 1939, pode ser considerado como outro marco histórico no desenvolvimento de nossa ciência. Dirigida por três dos maiores nomes da Geografia brasileira, Carlos Delgado de Carvalho, que ao voltar da Europa, assume a cadeira de Geografia do Brasil na Universidade Nacional do Brasil, no Rio de Janeiro, e dos engenheiros Silvio Fróis de Abreu e José Carlos Junqueira Schmidt (Revista Brasileira de Geografia, 1939).

Nesta fase inicial, coube a uma plêiade de geógrafos estrangeiros, notadamente franceses, o papel de transmissores da cultura geográfica, essencialmente decorrentes das teorias lablacheanas, e a aplicação de técnicas e métodos novos. Entre os principais pesquisadores e professores, conforme nos informa Pereira (1980) vieram para São Paulo Pierre Deffontaines (1934), Pierre Monbeig (1935/1936), Emmanuel De Martonne (1937), Roger Dion (1947), Maurice Le Lannou (1947) e Pierre Gourou (1948). Para o Rio de Janeiro, além de Deffontaines (1935/1938), pode-se contar com Phillippe Arbos (1938), André Gibert (1939) e Francis Ruellan (1941/1952).

Além destes, vários mestres europeus e norte-americanos estiveram por períodos intermitentes ministrando cursos e orientando programas de pesquisas, como Pierre Dansereau (1945), Leo Waibel (1946/1950) Robert Platt (1947), Lynn Smith (1947) Clarence Jones (1948) Preston James (1949) e Gottfried Pfiffer (1950). A efervescência científica deste período pode ser observada pela quantidade e qualidade dos trabalhos apresentados e publicados nos antigos Congressos Brasileiros de Geografia, patrocinados pelo Conselho Nacional de Geografia, que ocorreram até 1944. A partir daí, com a reestruturação da AGB, o fórum científico de discussão passou a seu controle e iniciava-se a prática das assembléias anuais, a primeira ocorreria em Lorena, em 1946.

Além disto, com a criação da Revista Brasileira de Geografia (IBGE/CNG) em 1939, no Rio de Janeiro, e do Boletim Paulista de Geografia em 1949 (publicação que na verdade começara em 1935, com a efêmera revista Geografia da AGB, seção de São Paulo), estabeleceram-se os veículos de comunicação e difusão do conhecimento geográfico.

Não é nosso propósito abordar de forma mais aprofundada o contexto histórico da institucionalização e evolução da ciência geográfica em nosso país, tema este que já foi detalhado em outros trabalhos de maior fôlego e propriedade, entre outros, por Pereira (1980) e Monteiro (1980), mas tão somente estabelecer um elo de ligação entre este momento histórico com a produção científica da Climatologia no escopo da Geografia realizada nesta fase inicial de sua implantação, como uma estratégia para caracterizar e compreender, de forma analítica, os propósitos e paradigmas que puderam, décadas mais tarde, propiciar o nascimento de uma Geografia do Clima.

A Climatologia Geográfica produzida nas décadas de 1940/1950

Com a criação da Universidade de São Paulo e de sua Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, em 1934, até o final desta década, iniciou-se o processo de formação dos primeiros geógrafos de nosso país. Os frutos da intensa colaboração dos mestres franceses na construção de uma comunidade de geógrafos passaram a colher seus primeiros resultados no início da década seguinte, nos anos quarenta do século passado, quando se inicia o processo de titulação acadêmica, com as defesas das primeiras teses de doutorado no âmbito da Geografia.

Antes disto, porém, a produção científica na área da Geografia, em grande parte, era divulgada através dos tradicionais Congressos Brasileiros

de Geografia, patrocinados pela antiga Sociedade de Geografia do Rio de Janeiro, ocorridos no período entre 1909 e 1926

Segundo informações colhidas no noticiário do extinto Boletim do Conselho Nacional de Geografia (antecessor do também extinto Boletim Geográfico do IBGE), na edição de junho de 1943, foram oito os eventos realizados neste período. Os dois primeiros aconteceram na cidade do Rio de Janeiro, em 1909 e 1910, e os demais, nas cidades de Curitiba, Recife, Salvador, Belo Horizonte, Paraíba (atual João Pessoa) e o último, em 1926, na cidade de Vitória.

Como indicativo da força e prestígio destes congressos, basta dizer que o V Congresso de Geografia, ocorrido em Salvador, em 1917, contou com 1057 inscritos, o que é bastante significativo no contexto histórico da época, ainda mais considerando que os cursos universitários de Geografia, ainda não haviam sido criados. Por uma série de fatores econômicos, a Sociedade de Geografia do antigo Distrito Federal, não pode mais realizar estes certames, que somente foram retomados, em 1940, pelo Conselho Nacional de Geografia, através do IBGE.

Reorganizados e, agora, com a participação das comunidades acadêmicas dos cursos de Geografia e História das Faculdades de Filosofia espalhadas pelo Brasil, os Congressos Brasileiros retomaram o importante papel de difusão do conhecimento. Entretanto, por conjunturas políticas do governo federal, somente duas edições foram efetivadas.

A primeira edição sob o patrocínio do IBGE, que entretanto manteve a seqüência dos eventos anteriores, foi o IX Congresso Brasileiro de Geografia sediado em Florianópolis, em 1940, que foi assistida por quase 2.100 pessoas, muito próximo do público das últimas edições dos encontros bianuais da AGB do final do século passado (1998 e 2000). Em 1944, em Belém, seria realizado o último.

Aliás, em relação à AGB, é importante observar que a partir de sua reorganização em 1945, quando passou a ter um caráter nacional mais efetivo, iniciaram-se as práticas das assembleias, cuja primeira, na cidade paulista de Lorena, em 1946, acabou substituindo o papel dos Congressos de Geografia, a despeito do fato de que naquelas, a participação era muito mais restrita a um seleto grupo de pesquisadores e alunos.

Em termos da produção científica dos geógrafos que estudavam o tempo e o clima, pode-se afirmar que foi bastante intensa neste período inicial. No IX Congresso Brasileiro de Geografia, realizado em 1940, cujos anais foram publicados em 1942, encontram-se registradas as contribuições dos maiores nomes da climatologia brasileira de então.

Dois dos trabalhos foram dedicados à questão das classificações climáticas, como o de Afrânio Peixoto (1942), que discutia os critérios classificatórios de Delgado de Carvalho e Henrique Morize, comparando-os aos seus, e a excelente monografia de Salomão Serebrenick (1942) que realizou uma avaliação crítica das propostas de classificações, distinguindo as de caráter geográfico com àquelas de caráter meteorológico, avaliando desde as mais antigas como as de Wladimir Köppen e de Emmanuel De Martonne, até a de Morize-Delgado de Carvalho.

Outro ilustre climatólogo e meteorologista, o carioca Joaquim de Sampaio Ferraz (1942) apresentou dois trabalhos interessantes, o primeiro, tratando da climatologia do estado de São Paulo, em que analisa estatisticamente as séries temporais relacionando-as com a circulação secundária, em busca de padrões de tipos de tempo. A outra contribuição, em co-autoria com Margarinos Torres (Torres e Ferraz, 1942), trazia uma profunda reflexão sobre o regime das chuvas no Nordeste do Brasil, partindo de uma extensa resenha histórica, analisaram as séries temporais do período de 1914 a 1938, com farta documentação cartográfica e propuseram uma série de considerações sobre o regime pluviométrico com as oscilações da atividade solar e outros parâmetros astronômicos.

Lucas Junot (1942) apresentou uma monografia sobre o comportamento da temperatura na cidade de São Paulo, trabalho este que sofreu algumas críticas por parte de Sampaio Ferraz, por utilizar, de forma um tanto quanto excessiva, técnicas estatísticas indiscriminadas no sentido de analisar a qualidade dos dados, pelo método Bessel, ainda não aceitos totalmente pelos demais estudiosos do clima.

Na edição seguinte, durante o X Congresso Brasileiro de Geografia, realizado no Rio de Janeiro, o mesmo Junot (1944), apresentou um estudo sobre as chuvas da cidade de São Paulo, aplicando metodologia semelhante ao trabalho anterior, caracterizando os regimes mensais, sazonais e anuais de precipitação. Luis Prestes Barra (1944), também tratando do fenômeno pluvial, analisou 50 anos de dados de chuvas da cidade de Campinas, tecendo considerações sobre a sua variabilidade.

Neste mesmo ano, um outro acontecimento digno de registro, foi a defesa da tese de doutoramento de Ary França, orientada pelo grande geógrafo francês, Pirre Monbeig, a primeira a tratar do clima por um geógrafo brasileiro e, a segunda a ser defendida na Geografia (a primeira foi a de Maria Conceição Vicente de Carvalho, em 1944).

Como nos relata Monteiro (1980), a maior parte destas primeiras teses tratava de estudos de área (ou de casos) e com Ary França, não seria

diferente. Sua tese sobre o clima da bacia de São Paulo (França, 1945) trouxe importantes contribuições metodológicas que marcaram profundamente os trabalhos que se seguiram por mais de duas décadas.

Depois de tecer uma série de considerações sobre a qualidade e a consistência dos dados de informação meteorológica, quando critica a exigüidade e o problema da interrupção das observações, o autor analisa os principais elementos do clima, associando seus comportamentos com as direções dos ventos e as trajetórias das massas de ar, recorrendo a Serra e Ratisbonna (1942), que poucos anos antes haviam divulgado o célebre trabalho sobre as massas de ar na América do Sul.

Em seu capítulo quarto, França (1945) introduz a sua concepção de abordagem geográfica do clima, quando argumenta que:

Para a Geografia, a análise dos elementos do clima e de suas combinações interessa na medida em que exprime situações reais da camada atmosférica ligada diretamente a locais da superfície do Globo e como base para apreciar o comportamento de fenômenos geográficos relacionados com o clima. (França, 1945: 30)

Insistindo nas particularidades e especificidades de uma análise do clima comprometida com os objetivos da Geografia, o autor esclarece que, por mais que na literatura nacional, ainda se encontrassem aqueles que consideravam a Climatologia como mero conjunto de técnicas estatísticas ou, ainda, como disciplina da Meteorologia, afirmava:

Para os climatologistas devem dedicar-se aos estudos do que ocorre nas camadas de ar que recobrem imediatamente a superfície de um lugar, o que vale dizer, para o campo da geografia. Para os meteorologistas não interessando diretamente o que se passa na superfície, mas o estudo das massas de ar, principalmente das colocadas muito acima da superfície e subtraídas às influências desta, a questão é colocada em outros termos, os da Física. Climatologistas e meteorologistas falam, assim, linguagens diversas, mas o campo de seus estudos forma um todo que não pode ser dividido. (França, 1945:30)

É interessante notar que, nesta tese, o autor já assumia as concepções que Max Sorre havia divulgado dois anos antes, (Sorre, 1943) quando ao criticar o conceito de clima vigente argumentava que, estes estudos, deveriam adotar a definição de “ambiência atmosférica”, no sentido de incorporar a noção de ocorrência de tipos de tempo na sua sucessão habitual. Conceitos a partir dos quais, Monteiro, duas décadas mais tarde elaboraria o paradigma rítmico, como a análise geográfica do clima.

Nas considerações finais de sua Tese de Doutorado, Ary França (1945) ao discordar de trabalho anterior de Sampaio Ferraz (1942), que tratava de alguns aspectos da climatologia paulista, estabeleceu uma polêmica sobre os conceitos de tipos de tempos. Assim escrevia:

Em um estudo dedicado aos climas do Estado de São Paulo, Sampaio Ferraz (1942) apresentou uma classificação em oito tipos de tempo que seriam fundamentais e que ocorreriam com frequências mais ou menos definidas, no Brasil Meridional. Porém, o que este autor chama de tipo francamente distinto nada mais é do que uma condição média, de predomínio temporário e sucessivo, das massas de ar. Sampaio Ferraz admite que há múltiplas nuances das condições que ele chama tipo de tempo. Julgamos, porém, preferível considerar essas múltiplas nuances como sendo os verdadeiros tipos de tempo – ao invés de o fazer para as condições gerais de que resultam. (França, 1945:53)

Com a criação do Conselho Nacional de Geografia em 1937, uma nova perspectiva de estudos sobre o clima foram colocadas. As políticas públicas do governo federal (a então Ditadura de Getulio Vargas) e suas práticas intervencionistas, geraram demandas setoriais que estimularam a perspectiva da análise regional do clima.

As décadas de 1940 e 1950, em termos da produção científica no âmbito da Climatologia Geográfica, foram marcadas, de um lado, pelas monografias regionais e, de outro, pelo volume de estudos sobre a região amazônica e do nordeste, principalmente aqueles relacionados ao problema da seca.

Na esfera do CNG, Fábio Macedo Soares Guimarães, Lysia Maria Cavalcanti Bernardes, Gilberto Ozório de Andrade, Raquel Caldas Lins, Ignez Leal Teixeira Guerra, entre outros, produziram excelentes trabalhos sobre o clima regional do Brasil. Os dois primeiros (Guimarães, 1945 e Bernardes, 1951) procuraram estabelecer uma nova classificação climática para o Brasil, partindo das propostas anteriores de Morize-Delgado de Carvalho, utilizando como subsídio, a nova divisão territorial do Brasil.

Também foram significativas as contribuições de autores como Bernardes (1953) que adotando as linhas gerais da metodologia ibegeana, estudou os tipos climáticos do Estado do Rio de Janeiro, quando buscava padrões espaciais e tipologias climáticas, que seria a tônica dos estudos no seio do CNG nas décadas seguintes, de 1960 e 1970, quando foram publicados em duas edições consecutivas, a célebre Geografia Regional do Brasil.

Andrade (1952), Lins (1953) e Guerra (1956), concentraram suas contribuições a partir de monografias sobre os climas regionais do nordeste e as características do fenômeno das secas. Além destes, fora do âmbito do CNG/IBGE, Sternberg (1953) analisava a grande seca de 1951 no Ceará através de uma abordagem episódica buscando o entendimento das repercussões e conseqüências socioeconômicas. Sampaio Ferraz (1950) alertava, a partir de um estudo bastante ousado para a época, utilizando-se de seus conhecidos métodos de previsão do tempo através de cartas sinóticas sobre a iminência de uma grande seca para a região nordeste, sugerindo algumas medidas governamentais para a atenuação do drama das secas.

Ainda sobre a região Nordeste, tanto Salomão Serebrenick (1953) quanto Linton de Barros (1957) analisaram a circulação atmosférica e os movimentos das massas de ar no vale do rio São Francisco.

Estes trabalhos tinham em comum dois aspectos fundamentais. De um lado, adotavam as teses de circulação atmosférica e dinâmica climática de Sampaio Ferraz (1934), Serra e Ratisbonna (1942) e, de outro, das influências geográficas a partir da análise regional proposta por De Martonne (1909 e 1925).

Sobre a Amazônia, José Carlos Junqueira Schmidt (1942) produziu uma das obras mais completas sobre o clima daquela região, resgatando dados históricos e demonstrando que a aparente homogeneidade paisagística da hiléia, na verdade mascarava a diversidade climática que existia na região.

Utilizando-se mais de técnicas estatísticas no sentido de um estudo climatográfico, José Setzer (1944, 1945 e 1946) divulgou um excelente conjunto de trabalhos sobre a climatologia paulista, quando analisou um enorme conjunto de estações meteorológicas e de postos pluviométricos distribuídos pelo território bandeirante demonstrando, a partir da proposta classificatória de Köppen, os regimes climáticos.

No extremo sul do Brasil, Floriano Peixoto Machado (1950) publicava (em obra póstuma), uma contribuição ao clima do Rio Grande do Sul, incorporando elementos dinâmicos na análise climática em busca dos tipos de tempos característicos das diversas regiões gaúchas, bem ao estilo das concepções de identificação de tipos fundamentais e mais frequentes.

O clássico trabalho de Aroldo de Azevedo (1950) sobre as regiões climato-botânicas do Brasil, publicado pelo Boletim Paulista de Geografia, mesmo sem ter sido um trabalho muito aprofundado, teve o grande mérito de utilizar uma abordagem didática de grande alcance junto aos professores secundários. João Dias da Silveira (1952), num trabalho de caráter mais

regional, mas de grande valor metodológico pela abordagem integrada da paisagem, analisou o papel do clima na composição dos sistemas naturais, sobre as baixadas litorâneas quentes e úmidas.

Para encerrar esta breve sinopse sobre a produção científica em climatologia das décadas de 1940 e 1950, Sampaio Ferraz (1951 e 1954) publicava dois excelentes artigos, de caráter mais reflexivo e denotando sua enorme erudição, sobre o clima e o Homem. No primeiro deles, que veio ao público em três números seguidos do Boletim Geográfico, em 1951, analisou historicamente a relação entre o clima e as sociedades desde a antiguidade, abordando as concepções teológicas, folclóricas e científicas.

Na obra de 1954, encomendada pela AGB de São Paulo, escreveu sobre as condições climáticas e meteorológicas que teriam influenciado na ocupação e desenvolvimento da capital paulista, numa edição comemorativa do quarto centenário da cidade.

Não só como mero registro histórico, mas já prenunciando a capacidade intelectual e criadora de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, em 1951, ainda como estudante de graduação do curso de Geografia da antiga Universidade do Brasil (atual UFRJ), Monteiro (1951) publicava seu primeiro artigo científico na Revista Brasileira de Geografia, sobre o clima da Região Centro-Oeste. Neste trabalho, já elaborava uma análise que demonstrava uma insatisfação com o sistema de classificação climática de Köppen e incorporava as situações sinóticas como gênese dos climas regionais.

Este é apenas um resumo das principais obras sobre a climatologia brasileira que, a partir de um referencial teórico que pode ser considerado como geográfico, mesmo que alguns dos autores tivessem formação acadêmica em outras áreas do conhecimento, foram produzidas neste período histórico. Obviamente, esta relação está longe de abarcar toda a bibliografia sobre o assunto, entretanto, acreditamos que esta seleção possa dar uma boa idéia sobre as temáticas analisadas.

Maximilian Sorre: uma revisão dos conceitos de tempo e clima

Na segunda metade do século XIX, como resultado das amplas discussões, e críticas, de Vidal de La Blache ao caráter determinista da Geografia alemã, personificada por Ratzel, é que o possibilismo passou a ser aceito como concepção que definiria as relações homem – natureza. De acordo com Moraes (1983) La Blache não aceitava a concepção fatalista e

mecanicista da relação entre a sociedade e a natureza, presentes na Antropogeografia ratzeliana. Assim:

Vidal de La Blache definiu o objeto da Geografia como a relação homem-natureza, na perspectiva da paisagem. Colocou o homem como ser ativo, que sofre a influência do meio, porém que atua sobre este, transformando-o. Observou que as necessidades humanas são condicionadas pela natureza, e que o homem busca as soluções para satisfazê-las nos materiais e nas condições oferecidas pelo meio. (Moraes, 1983:68)

Com a escola lablacheana surge no escopo da Geografia, a região como categoria de análise, em que as especializações, que tentavam realizar as sínteses dos elementos, se fortaleceram a ponto de configurarem quase como áreas autônomas da Geografia, que se reencontrariam ao nível da Geografia regional.

As concepções de La Blache, que tiveram ampla divulgação e aceitação através dos *Annales de Géographie* e de sua maior obra (coletiva) a Geografia Universal, está na base de nossa Geografia contemporânea. A rede de seus discípulos e seguidores é bastante ampla e, vai de De Martonne, com sua Geografia Física, a Jean Brunhes, que escreveu a volumosa Geografia Humana, passando por Albert Demangeon, que elaborou o conceito de “meio geográfico”, a partir de seus estudos de Geografia Econômica.

Para Moraes (1983) a influência do pensamento lablacheano alcançou outras áreas do conhecimento, como a História. Em 1922, Lucien Febvre publica a clássica obra “A Terra e a Evolução Humana”, na qual assume as posições possibilistas e, critica asperamente as idéias deterministas de Ratzel e a sua mais conhecida seguidora, Ellen Sample.

Com Max Sorre e Albert Demangeon, elaborou uma nova leitura da paisagem e considerava a necessidade do emprego dos documentos históricos, como fonte desta nova Geografia, que teria como objeto, as relações homem – natureza, na perspectiva da Terra como a “morada do Homem”. (Febvre, 1991).

Estes desdobramentos do pensamento lablacheano, a partir do desenvolvimento de novas idéias por parte de seus discípulos, mesmo sem destruir suas bases conceituais iniciais, iam se aprofundando e aperfeiçoando o modelo de Geografia.

Ao discutir as questões climáticas, principalmente em suas relações com os quadros vegetais, Febvre se aproximava dos conceitos de Köppen e de A. Penck, mas se diferenciava de De Martonne, pois mesmo sem

desconsiderar a análise regional, propunha uma concepção humanística, que muito influenciou Sorre, que alguns anos mais tarde, desenvolveria a noção de “habitat”, como a construção humana do meio. Aliás, assim como Sorre, tanto Gaussen, quanto Birot e o próprio Tricart, incorporaram o pensamento febvreano. (Moraes, 1983)

É neste contexto efervescente da escola francesa de Geografia, que Maximilien Sorre, considerado aquele que mais avançou em termos das formulações de La Blache, a partir da década de 1940, elaborou os conceitos de que a Geografia deveria estudar as formas pelas quais os Homens organizam o meio, entendendo o espaço como a sua morada.

Nenhum dos temas geográficos escapou da análise inovadora de Sorre. Ao propor novos rumos teóricos para a Geografia, materializado em sua obra “*Les Fondements de la Géographie Humaine*”, de 1948, quando definiu o conceito de ecologia humana, a partir das reflexões de Haeckel, que no século anterior havia elaborado o conceito de ecologia, discussão esta que comparece em seu primeiro livro publicado, em 1943, intitulado “*Les Fondements Biologiques de la Géographie Humaine*”, que tanto influenciou Ary França em sua Tese de Doutorado defendida em 1945.

O que mais nos interessa na obra de Sorre, entretanto, são as suas reflexões sobre a análise geográfica do clima, ao propor uma revisão conceitual que substituísse as definições de tempo e de clima a partir de parâmetros estatísticos médios. Sobre este aspecto, esclarecia:

As definições clássicas dão importância exagerada à noção de valores médios. Propusemos substituí-lo por uma fórmula mais diretamente utilizável pelos biólogos: o clima, num determinado local, é a série de estados da atmosfera, em sua sucessão habitual. E o tempo que faz nada mais é do que cada um desses estados considerado isoladamente. Essa definição conserva o caráter sintético da noção de clima, enfatiza seu aspecto local e, ao mesmo tempo, evidencia o caráter dinâmico do clima, introduzindo as idéias de variação e de diferenças incluídas nas de sucessão. (Sorre, 1943:32)

Ao definir o complexo climático (ou meio climático), concebe a noção de ritmo argumentando que é exatamente o ritmo da sucessão de tipos de tempo que deveria nos interessar, uma vez que expressaria de forma global a variação do clima. Em cada instante, ainda segundo Sorre (1951), a combinação dos elementos meteorológicos, forma um conjunto original – o tempo, e a sucessão dos tipos de tempo é regida por leis da meteorologia dinâmica, de onde o geógrafo extrai o conhecimento do mecanismo dos climas.

Sob este aspecto, o autor não poupa críticas às proposta de classificação de Köppen, nem a de De Martonne, tanto pelo empirismo empregado, quanto pela impossibilidade destas classificações em conciliar uma definição dinâmica dos climas, com sua definição estática. Ao tratar da classificação elaborada por Thorntwaite (1948), também não concordava com sua estratégia de estabelecer um índice de aridez, pois não atenderia as necessidades da ecologia humana, restringindo-se aos aspectos agrônômicos.

Para Tarifa (1975) o conceito sorreano de clima partiria da concepção de totalidade dos tipos de tempo sobre um determinado lugar proposta por Ward, em 1914, porém, acrescentando a esse conceito genético, a noção de ritmo e sucessão. Entretanto, Sorre não desconsiderava a importância do uso dos valores médios nem do emprego da estatística nos estudos climáticos, que segundo ele, seriam fundamentais para as análises sobre a variabilidade climática, pois: *“A ação de um fator não depende apenas de sua intensidade atual, mas do caráter mais ou menos repentino de sua aparição (limite diferencial), de sua frequência e de sua duração, características estas inclusas na idéia de variabilidade”* (Sorre, 1954, apud Megale, 1984).

Voltando à questão da crítica de Max Sorre aos conceitos de tempo e clima preconizados por Julius Hann e, também por que não dizer, da análise que Emmanuel De Martonne produziu para o estabelecimento destas concepções no escopo de Geografia, o autor justificava que, apesar das propostas dos dois eminentes estudiosos partirem da escala local, buscando os encadeamentos com as escalas regional e global, esta somente poderia ser alcançada, a partir do estudo prévio da circulação atmosférica regional a qual, sob a influência dos fatores geográficos dentro da região, possibilitaria a definição dos climas locais (Monteiro, 1962)

Desta forma, as novas perspectivas teóricas que se abriram através dos postulados de Max Sorre, no campo da Climatologia como fenômeno Geográfico possibilitou toda uma revisão conceitual que, assumidas por Pierre Pédélaborde na França, na década de 1950, e no Brasil por Carlos Augusto de F. Monteiro, na de 1960, cada um a sua maneira, propiciou uma verdadeira revolução paradigmática em que, as noções de dinâmica, gênese e ritmo passaram a constituir os fundamentos do entendimento do fenômeno atmosférico como categoria de análise geográfica, contrastando com as abordagens generalizadoras e de caráter regional, mais em busca de tipologias do que de processos.

O mais interessante destas concepções sorreanas é que, sem nunca ter realizado qualquer estudo empírico sobre a climatologia, uma vez que sua obra se concentrou em aspectos de discussão teórica, Sorre pode captar a

essência do caráter dinâmico e genético do clima e, talvez, exatamente pelo fato de ter relido o seu papel a partir de uma perspectiva externa ao problema, conseguiu extrair daí um novo paradigma. Esta é a razão pela qual Max Sorre é considerado o mentor intelectual de uma Climatologia eminentemente geográfica, cujos trabalhos estão no cerne das reflexões que Monteiro, pouco mais de uma década mais tarde, concretizaria em sua proposta de análise rítmica, como a essência da análise geográfica do clima.

A contribuição norte-americana: Curry e as influências de Hartshorne

Somente a partir do início dos anos trinta do século passado é que floresce uma Geografia eminentemente norte-americana, quando Richard Hartshorne, ao propor uma releitura da obra do geógrafo alemão Alfred Hettner, produzida entre 1890 e 1910, retoma uma análise teórica que buscava uma terceira possibilidade de interpretação da Geografia, como uma superação da dicotomia Determinismo e Possibilismo (Moraes, 1983).

Para Hartshorne, caberia à Geografia o estudo das inter-relações entre fenômenos heterogêneos, apresentando-as numa visão sintética, pois:

A Geografia teria sua individualidade e autoridade decorrentes de uma forma própria de analisar a realidade. O método especificamente geográfico viria do fato de essa disciplina trabalhar o real em sua complexidade, abordando os fenômenos variados, estudados por outras ciências. O estudo geográfico não isolaria os elementos, ao contrário trabalharia as suas inter-relações. A forma anti-sistemática seria mesmo a singularidade da análise geográfica. (Hartshorne, 1939 apud Moraes, 1983:89)

Este caráter nomotético da proposta hartshorneana possibilitaria a análise de uma Geografia Geral, em que as integrações obtidas permitiriam atingir um padrão de variação, pelas comparações de distintas áreas. Assim, em conjunto com as análises idiográficas – que seriam produzidas a partir de um estudo singular e unitário, que levaria a um conhecimento profundo de determinado local – como aperfeiçoamento da análise regional, a dimensão nomotética viria ao encontro de uma necessidade de desenvolvimento de um vasto território (Moraes, 1983).

Por suas características territoriais marcadas por uma variada diversidade de paisagens e em função das influências filosóficas e científicas das escolas anglo-saxônicas, entre outros elementos de formação desta nação americana, os Estados Unidos se transformariam na meca do pragmatismo, onde a modelagem e a abordagem sistêmica, voltada para o planejamento,

encontrariam terreno fértil para seu desenvolvimento, via quantificação na produção dos diagnósticos.

Nesta perspectiva e, considerando o enorme crescimento econômico dos EUA, principalmente no setor agrícola, é que Thorntwaite (1948) elaborou sua proposta de uma classificação racional do clima, partindo dos pressupostos de rendimento econômico e de padrões agronômicos. A metodologia empregada tinha como principal objetivo a aplicação de técnicas quantitativas – eficiência térmica e precipitação efetiva – voltadas para as necessidades de água dos agrossistemas, viabilizada pelo cálculo do balanço hídrico. Na década seguinte, Arthur Strahler (1951), um dos mais renomados geógrafos dos EUA, divulgaria sua proposta de classificação climática que pretendia dotar as concepções de clima aceitas até então, de um paradigma dinâmico, ao incorporar em sua proposta, aspectos dinâmicos de circulação atmosférica aos elementos estáticos regionais.

Durante décadas, a classificação climática do russo Wladimir Köppen foi hegemônica em quase todo o planeta, entretanto, com o advento da Meteorologia Sinótica, as insatisfações crescentes quanto às abordagens estáticas e separativas, estimulou vários geógrafos norte-americanos a elaborarem novos sistemas e esquemas interpretativos e classificatórios. Entre eles, tanto Austin Miller (1931) quanto Glenn Trewartha (1937) apresentaram novas propostas sem, contudo, superar o modelo de Köppen, pois apenas refinaram os limites dos tipos climáticos e aperfeiçoaram as análises sobre a circulação atmosférica.

Mas, sem dúvida alguma, a contribuição de Strahler (1951) foi a mais significativa na busca de uma classificação climática de base genética e dinâmica, ao agrupar os tipos de clima em função das áreas de domínios das massas de ar e dos elementos da circulação secundária.

Esta preocupação com os aspectos dinâmicos de Strahler e os agronômicos de Thorntwaite iria fundamentar o caráter econômico da análise climática efetuada por Curry (1952) que introduziria o conceito de clima como recurso natural e principal regulador da produção agrícola.

Leslie Curry foi um dos mais importantes estudiosos da Climatologia aplicada que, seguindo as concepções de Hartshorne e sua Geografia Idiográfica, elaborou uma perspectiva de análise geográfica do clima em que a organização do espaço agrícola deveria, necessariamente, partir de uma concepção dos atributos climáticos, não como determinantes, mas como insumo nos processos naturais e de produção. Desta forma, tanto a radiação global quanto os principais elementos do clima passariam a ser considerados

como agentes econômicos e, portanto, intervenientes na produção agrícola e parâmetro de sua rentabilidade (Sant'Anna Neto, 1998).

A estas concepções de Curry (1952), poder-se-ia acrescentar, ainda, suas definições de tempo e clima, quando adverte sobre aspecto teórico da existência abstrata do conceito de clima, enquanto a noção de tempo seria a única a garantir o fato concreto e, portanto, observável e sensível. Monteiro (1991), discutiu essa questão e, ao interpretar as proposições teóricas de Curry, concordaria com seus aspectos fundamentais comentando que:

Assim, em meio a uma ordem de interesses e estratégias muito variadas há que distinguir a própria natureza conceitual, cuja variação reforça o caráter teórico que o autor atribui como algo peculiar ao clima. Concordo com ele na medida em que o fato concreto, observável no domínio atmosférico terrestre é o tempo (meteorológico) extremamente variável no tempo (cronológico). (Monteiro, 1991:16-17)

Daí a afirmação de Leslie Curry, transcrita na epígrafe deste capítulo, em que considerava o clima como uma teoria e não um fato e que, esta noção nos remete para a avaliação de seu significado funcional na qual somente seria viável para as grandes correlações, num nível de análise além das aspirações da Geografia Econômica (Curry, 1962).

Todo o progresso conceitual inerente ao desenvolvimento da ciência, em geral e pela Geográfica, em particular, do século XX, representados no exterior pelos avanços da Meteorologia Sinótica das escolas de Bergen e de Chicago e interpretados em terras brasileiras por Adalberto Serra, além da revisão dos conceitos de clima efetuados por Max Sorre, na França e por Leslie Curry, nos Estados Unidos, ofereceram os elementos a partir dos quais Carlos Augusto F. Monteiro se apropriou para estabelecer uma leitura bastante original, e criativa de sua proposta de análise geográfica do clima.

A estes elementos, incorporara, ainda, a perspectiva da abordagem episódica extraída e da obra de Hilgard Sternberg e a discussão filosófica de Kant sobre a idéia de “acidente” no sentido do princípio da permanência da substância e às concepções científicas, quanto ao método, de Paul Feyerabend, além das influências que sofreu em sua formação acadêmica, do mestre francês Francis Ruellan.

Este complexo conjunto de idéias, concepções e paradigmas estão na base do pensamento monteriano e na formulação de sua proposta de estabelecer o ritmo como fundamento e paradigma da construção de uma Climatologia Geográfica.

As matrizes “monterianas” de construção de um paradigma: o ritmo

A revisão conceitual proposta por Max Sorre, entre os anos de 1940 e 1950, sobre o papel do clima na análise geográfica, como vimos no capítulo anterior, suscitou o surgimento de um novo paradigma, a partir das definições de tempo e clima, numa perspectiva genética e dinâmica. Quando estagiou na França (Sorbone, década de 1950), Monteiro tomou conhecimento da obra de Sorre. As reflexões suscitadas por esse contato já apareceram em seus primeiros trabalhos (Monteiro, 1962, 1963b e 1964).

Pouco antes, na França, Pierre Pédélaborde (1957 e 1959), que também partia da aceitação dos pressupostos teóricos de Sorre, propôs o método sintético das massas de ar, interessado na elaboração de um conjunto de técnicas que permitisse a definição dos tipos de tempo encarados em sua totalidade, portanto, demonstrando menor interesse pela questão do ritmo.

Entretanto, a leitura que Monteiro realizou a partir da obra de Sorre, sobre os fundamentos genéticos e dinâmicos do clima, o levaria a uma concepção bastante diferente daquela preconizada por Pédélaborde, pois enquanto este se preocupava com a totalidade dos tipos de tempo, Monteiro se interessava mais pelo mecanismo de encadeamento sequencial desses tipos, ou seja, pelo ritmo.

Nos primeiros artigos que vieram ao público através da Revista Geográfica do IBGE, Monteiro já demonstrava a sua preocupação em incorporar a gênese na classificação dos climas. Foi neste período, também, que o autor propôs o uso das cartas sinóticas, em seqüência, para a análise geográfica do clima. Além disto, apresentava suas primeiras tentativas de estabelecer um índice de participação das massas de ar aplicadas à classificação climática.

Num de seus últimos trabalhos publicados, Monteiro (1999) sintetizou de maneira muito clara o que foi a sua busca, por várias décadas, de um novo conceito de clima como fenômeno geográfico. Nesta obra, afirma o autor:

Os passos decisivos ao longo dessa trajetória foram galgados a partir de uma revisão conceitual, ou seja, o caráter verdadeiramente geográfico de **Clima** e a procura de um novo paradigma para conduzir o seu estudo, promovendo uma nítida distinção entre os propósitos da Meteorologia e da Geografia. A partir do que procurei sanar os resultantes defeitos de classificação procurando distinguir os processos genéticos de causalidade, considerados mais consistentes, daqueles de simples caracterização de padrões espaciais de regionalização. O paradigma **análise rítmica**, malgrado as limitações de abordagem

estatístico generalizadoras mas compensadas pela mostra dinâmica de **padrões** extremos e habituais, foi capaz de ensejar compreensão geograficamente mais válida do que aquela abordagem calcada em **estados médios** e propostas de regionalização por valores indecímétricos a partir do local para o geral. (Monteiro, 1999:9)

Desta forma, o autor elaborou um conjunto de procedimentos com a certeza de que somente o fundamento do ritmo, analisado a partir do encadeamento dos tipos de tempo, portanto, na escala diária, seria a única estratégia possível de conciliar a compreensão dos mecanismos atmosféricos com as possibilidades de entendimento do papel do clima como fenômeno geográfico e, portanto, de interferência nas atividades humanas e na organização do espaço.

Para viabilizar esta estratégia, Monteiro adotou a perspectiva da análise episódica, a partir da aplicação concreta que Sternberg (1949) divulgou em seu clássico trabalho sobre os movimentos coletivos do solo no Vale do Paraíba, quando elaborou essa proposta. Incorporou ainda, a esta estratégia, o conceito de “padrões” do clima, numa tentativa de substituir os valores médios pelas definições de padrões habituais (mais frequentes) e excepcionais (representativos das irregularidades climáticas, anos secos e úmidos, frios e quentes, etc...)

A necessidade de entendimento dos mecanismos dinâmicos e da circulação atmosférica, o levou a buscar na obra de Adalberto Serra, principalmente sobre as massas de ar na América do Sul (Serra e Ratisbona, 1942), os princípios gerais desta circulação em território brasileiro, principalmente no que concerne à caracterização das massas de ar e sistemas perturbados, em suas áreas fonte e trajetos mais frequentes.

Este conjunto de procedimentos aplicados à escala regional resultou na proposta de classificação genética das células dos climas regionais para o Estado de São Paulo. Trabalho este publicado em forma de atlas que, apesar de ter sido concluído em 1964, veio ao público apenas em 1973 (Quadro 5) Nesta obra de Monteiro (1973) já comparecem os elementos fundamentais de uma construção teórica sobre seu conceito de clima, materializada num conjunto de procedimentos que podem ser interpretados como:

- desprezo dos valores médios e a utilização de dados reais, em escala diária, em proveito de uma minuciosa análise da variação dos elementos do clima.
- A utilização das cartas sinóticas de superfície como subsídio à identificação dos tipos de tempo, possibilitando a relação entre a circulação atmosférica regional com as manifestações individualizadas localmente.

- A elaboração de um ciclo evolutivo da penetração da massa Polar Atlântica, por considerar a sua presença (ou sua ausência) como o elemento fundamental, composto de três momentos: prenúncio, avanço e domínio.
- A escolha de períodos “padrão” (anual, estacional, mensal e episódico) que seriam capazes de fornecer um quadro dinâmico das situações concretas, demonstrando a amplitude de ocorrência dos tipos de tempo habituais, ao lado daqueles afetados por irregularidades na circulação com capacidade de produzir situações adversas.
- A análise da seqüência e encadeamento dos tipos de tempo, na busca do entendimento das variações locais dentro de um quadro regional, marcado pelas características e influências dos fatores geográficos.
- E, por fim, a tentativa de classificação climática, em bases genéticas e dinâmicas, a partir de índices de participação dos sistemas atmosféricos atuantes e suas respectivas repercussões no espaço geográfico.

A aplicação destes procedimentos, ao longo dos anos 60 do século passado, culminou com a proposta de “análise rítmica” em climatologia que Monteiro (1971) estabeleceu como o seu programa de pesquisa no Laboratório de Climatologia da Universidade de São Paulo, quando procurou direcionar suas pesquisas e de seus orientados, na busca do ritmo climático como paradigma e na sua aplicação aos estudos geográficos.

A fundamentação teórica estabelecida pelo autor pressupõe um conceito de ritmo como:

[...] expressão da sucessão dos tipos atmosféricos que conduz, implicitamente, ao conceito de **habitual** pois que há variações e desvios que geram diferentes graus de distorções até atingir padrões **extremos**. Saber o que se entende por **ano seco** e **ano chuvoso** conduz a uma lenta tarefa de revisão, até que se possa optar por uma norma mais conveniente aos nossos propósitos. (Monteiro, 1971:4)

O autor admitia que uma primeira aproximação válida para este conceito de ritmo poderia advir das variações anuais percebidas através das variações mensais, a partir de um conjunto de anos como fundamentação da noção de regime (Monteiro, 1971), como era muito difundido nesta época.

Entretanto, a sua avaliação crítica a respeito do uso do conceito de regime considerava que não se chegaria à noção de ritmo pois, esta exigiria uma análise que permitisse a decomposição cronológica em unidades bem menores, ao nível diário e, até horário, para que se pudesse compreender a contínua sucessão dos estados atmosféricos. Assim, o autor admitia que a

única maneira possível de conceituar e fundamentar a noção de ritmo climático, como paradigma, se compreendermos que:

[...] somente 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. (Monteiro, 1971:9)

Essa definição tornava clara a distinção da perspectiva geográfica de análise do clima, com relação a Meteorologia ou a Agronomia, pois fundamentava uma compreensão genética e qualitativa dos fatos climáticos, ao nível da baixa atmosfera (troposfera), considerando-a como a camada antrópica de interação geográfica. Monteiro argumentava ainda, que, 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. (Monteiro, 1971:12)

Assim, mesmo sem desconsiderar os aspectos quantitativos, pois estes estariam indissociavelmente vinculados à gênese o autor enfatizava que o fundamento da análise geográfica do clima deveria privilegiar os processos e não os modelos, uma vez que os parâmetros resultantes desta análise à um espaço geográfico definido - uma região - não poderiam ser considerados como válidos, a princípio, para uma região diferente.

Este conjunto de parâmetros enunciados por Monteiro pretendia romper definitivamente com uma análise climatológica separativa, estática e quantitativa, fornecendo uma possibilidade de compatibilização com os princípios e propósitos da ciência geográfica daquele momento histórico. Isso, segundo Zavatini (2000), porque:

A passagem do enfoque tradicional, com suas exaustivas decomposições analíticas, ao sintético, privilegiando a interação dos elementos do clima e das respostas do meio, somente foi possível com a introdução da noção de ritmo e, por conseqüência, com a aplicação da análise rítmica”....”As normas criadas por Monteiro, ao longo dos efervescentes anos sessenta e início dos setenta, permanecem válidas e não podem, de forma alguma, ser consideradas datadas. Continuam sendo o fio condutor de inúmeros estudos sobre a realidade climática atual, vale frisar, realidade climática brasileira, pois é pouco provável que tenham sido empregadas em outros países. (Zavatini, 2000:230)

A fundamentação teórica da análise rítmica, como paradigma do clima sob a perspectiva geográfica é, pois, a grande contribuição que Monteiro

legou à Geografia brasileira e, porque não, mundial. Se antes dela foram necessários séculos de desenvolvimento e evolução do pensamento científico e tecnológico, somente com a visão lúcida, original e ousada de Carlos Augusto F. Monteiro, houve a possibilidade (ou oportunidade) de superar um antigo problema de ordem conceitual, permitindo o estabelecimento de uma nova ordem de valores, que revolucionou e impulsionou o progresso da Climatologia Geográfica mundial.

Desta forma, a concepção geográfica do clima na organização do espaço deve ser vista, fundamentalmente, como a geradora de tipos de tempo cujas características são absolutamente dinâmicas, complexas e muito sensíveis a qualquer alteração imposta, influenciando cada parte do planeta, em função da interação entre as diferentes esferas do globo e da ação do homem.

Da Climatologia Geográfica à Geografia do clima: uma nova razão para um novo conhecimento

No longo deste trabalho procuramos estabelecer, a partir de uma avaliação, ora mais descritiva, ora mais crítica, um conjunto de informações, idéias e reflexões, no sentido de proceder a uma releitura da história da Climatologia.

Com estes elementos tentamos reconstituir as bases conceituais que permitiram o surgimento de uma climatologia geográfica em nosso país, partindo de um referencial teórico que sustentasse uma análise dos fundamentos essenciais que influenciaram, e foram incorporados, à obra “monteriana” na sua proposta de um novo paradigma para a análise geográfica do clima: o ritmo.

Todo este roteiro de abordagem pretendeu, em suma, demonstrar os antecedentes que possibilitaram o surgimento da climatologia geográfica, especificamente particularizada (e original) no Brasil, através da obra de Carlos Augusto de F. Monteiro.

Entretanto, não poderia furtar-me de uma avaliação crítica a respeito do desenvolvimento deste paradigma, no contexto do desenvolvimento da ciência geográfica das últimas décadas, em função do surgimento de novos elementos próprios da dinamicidade do processo de produção do conhecimento.

A extraordinária evolução tecnológica dos últimos 30 anos, com o advento da cibernética e das técnicas computacionais que, aliados aos conhecimentos introduzidos pelas observações realizadas pelos satélites

artificiais, através de sensoriamento remoto, permitiu que pela primeira vez na história, houvesse a possibilidade de se obter uma visão da Terra em escala global, como um planeta orgânico e caracterizado pelas interconexões entre as esferas do domínio natural.

Chegou-se a percepção de que o clima, mais do que um fato é uma teoria que longe de funcionar de acordo com uma causalidade linear herdada da concepção mecanicista de um universo regulado como um relógio, “...*ele se expressa num quadro conjuntivo ou sincrônico à escala planetária, num raciocínio ao qual ainda não estamos acostumados*” (Monteiro, 1991).

As novas revelações a respeito das teorias do caos e da catástrofe podem, ao que tudo indica, ser capazes de trazer a tona antigos problemas de ordem conceitual, particularmente a incapacidade de explicar, em toda a sua magnitude, o complexo funcionamento dos fenômenos atmosféricos.

Estas perspectivas podem nos levar à compreensão de uma dinâmica climática, completamente inimaginável, hoje, sob as amarras metodológicas de uma ciência que ainda procede de modo simplista e que anda tão necessitada de reformulações teóricas que sejam condizentes com estes novos espíritos científicos (Sant’Anna Neto, 1995).

Neste final de século, nenhuma postura investigativa parece ser mais acertada do que a busca de uma nova razão para um novo conhecimento. Todo o esforço realizado nas últimas décadas, nos vários campos da ciência, tem provocado inevitáveis reformulações teóricas, que tem convergido para uma tendência universal de busca de uma concepção transdisciplinar, exigindo uma postura mais radical para a compreensão do que Monteiro (1991) chama de “*imensa desordem das verdades estabelecidas*”.

Estas observações parecem ser bastante apropriadas quando se toma como referência o estágio atual do conhecimento do clima no âmbito da ciência geográfica pois, há muito se percebe uma certa estagnação de práticas e métodos entre aqueles que têm perseguido uma compreensão mais conjuntiva da importância e do papel da atmosfera no entendimento das relações entre a sociedade e a natureza, bem como da própria sobrevivência da civilização neste planeta.

Assim, desde a mudança de paradigma, a partir da aceitação dos pressupostos teóricos de Sorre e das contribuições de Monteiro, a climatologia geográfica no Brasil tem sido eficiente na compreensão e explicação dos mecanismos da circulação atmosférica regional e dos sistemas produtores dos tipos de tempo. Uma vasta produção científica tem se incumbido de elucidar como a dinâmica climática produz as variações

temporais e espaciais dos principais elementos atmosféricos e sua repercussão no espaço.

Mas, não se conseguiu, até hoje, obter um conhecimento suficientemente claro e sistemático para prognosticar e projetar para o futuro, o comportamento do clima. Tanto os modelos matemáticos, quanto as técnicas estatísticas mais usuais, não têm conseguido oferecer um instrumental adequado para o progresso da climatologia, de tal forma que esta possa responder e esclarecer os grandes problemas ainda não resolvidos neste final de século, principalmente no que se refere as questões relativas às mudanças climáticas.

Todo o arcabouço teórico e metodológico que nos foi legado por Monteiro nas últimas décadas se, de um lado, propiciou o nascimento de uma Climatologia Geográfica, hoje área reconhecida no meio científico nacional, como pode ser notado pela vasta produção científica, por outro, tem demonstrado indícios de que novas possibilidades de análise, tanto no sentido técnico propriamente dito, quanto no sentido teórico de uma releitura do clima e dos fenômenos atmosféricos poderiam trazer novas perspectivas para o contexto da ciência geográfica.

Além disto, muitas dificuldades tem sido encontradas pelos geógrafos, estudiosos da climatologia, em relação à incorporação de novas tecnologias provenientes, principalmente, da Meteorologia. A necessidade de mudanças em relação às novas demandas de um mundo globalizado e tão necessitado de novas respostas para as novas questões colocadas neste início de um novo século são uma pressão constante.

O problema da análise geográfica do clima na atualidade, a nosso ver, se refere à forma e ao trinômio característico das abordagens que se tem praticado. Ou seja, estas análises tem se sustentado a partir do tripé: **ritmo climático – ação antrópica - impacto ambiental**.

Nesta perspectiva, tem se utilizado a análise episódica, que comparece como o fundamento básico no desenvolvimento da Climatologia Geográfica, tentando dar conta da explicação, da gênese e dos processos de natureza atmosférica intervenientes no espaço antropizado. Entretanto, esta análise não tem sido suficientemente esclarecedora dos mecanismos de *feed back*, nem das projeções futuras que deveriam ser incorporadas às propostas de gestão e monitoramento dos fenômenos atmosféricos.

Há que se considerar, também, que a concepção de ação antrópica, além de demonstrar uma visão extremamente naturalista da relação sociedade – natureza, tende a minimizar os aspectos de ordem social,

econômica e ideológica do processo de intervenção e apropriação dos recursos naturais.

Além disto, *antropizar* o território significa mascarar as reais intenções dos agentes sociais do sistema econômico hegemônico neste processo de apropriação, desviando as atenções da questão primordial, apropriação - utilização - reprodução da natureza, para uma questão secundária, que é a de demonstrar os diferentes graus de intervenção do agentes envolvidos - os homens - desconsiderando-se sua organização social estabelecida numa sociedade de classes.

Com relação ao que se denomina impacto ambiental, tem-se buscado muito mais a compreensão das relações causa - efeito do papel do clima na superfície terrestre, do que se introduzir uma concepção do clima enquanto recurso inerente ao processo de reprodução do capital e de dominação, como valor de uso. Nestes termos, no que hoje se convencionou denominar de *avaliação* dos recursos naturais, há que se colocar as seguintes questões: O clima tem valor ? Qual é o preço do tempo e o valor do clima ? Quais são os limites toleráveis de produção do calor e de poluição do ar e da água ? Quem polui e usa e quem paga os danos ambientais e sociais ?

Não há dúvida de que estamos num momento interessante para uma avaliação crítica e socialmente mais justa - onde estamos querendo chegar com as metodologias convencionais e com o paradigma rítmico e sistêmico ? O fundamental é que o problema não está tão relacionado ao aparato técnico mas sim às leituras que se tem feito a partir destes.

Há que se buscar um entendimento dos fenômenos atmosféricos que responda às indagações e necessidades da sociedade. Isto significa, necessariamente, uma releitura dos atuais modelos ou a procura de novos métodos e novos paradigmas que possibilitem atingir um grau de conhecimento e uma nova visão desta ordem de problemas que estão sendo colocados e que ainda não foram suficientemente incorporados, na busca de uma Climatologia eminentemente humana e geográfica, ou seja, uma Geografia do Clima.

Em busca de uma Geografia do Clima

Ao assumir a postura de quem considera o papel da ciência geográfica, no rol das demais ciências, como a busca da análise unitária de seus diversos elementos componentes, na qual, as relações sociedade - natureza consistem, não só em seu objetivo primordial, mas também em seu grande trunfo metodológico, parte-se do pressuposto de que mais importante que a

problemática específica de cada uma das esferas que compõem o conhecimento geográfico, é a resultante que converge destas interações.

Entretanto, há que se considerar que nas sociedades pré capitalistas, em que a terra era objeto e meio universal de trabalho, a relação sociedade-natureza era direta, pois havia uma profunda identidade entre o homem e a natureza. O ritmo do trabalho e, portanto, do homem, repetia o ritmo da própria natureza. Já na sociedade capitalista, o modo de produção exige uma expropriação dos homens através da apropriação da natureza, implicando numa relação predatória. Ou seja, a relação sociedade-natureza passa a ser permeada pela relação entre as classes sociais (Pereira, 1989).

Neste contexto, na medida em que o modo de produção capitalista avançou na conquista e ocupação do território, primordialmente como um substrato para a produção agrícola e criação de rebanhos e, posteriormente, erguendo cidades, expandindo o comércio, extraindo recursos naturais e instalando indústrias, ou seja, ao se apropriar da superfície terrestre, este se constitui no principal agente produtor do ambiente. Como este ambiente é "vivo" e regulado por processos e dinâmicas próprias, responde às alterações impostas pelo sistema resultando em níveis de produção dos ambientes, naturais e sociais, dos mais variados.

Independente do modo de produção, as variáveis naturais mais significativas no processo produtivo são, sem dúvida, aquelas provenientes do clima, consideradas enquanto insumos de energia no sistema terrestre. Se o nível de desenvolvimento econômico e tecnológico de uma sociedade transforma o ambiente, não há dúvida de que também por ele é influenciado. O clima pode ser considerado como um regulador da produção agrícola e um importante componente da qualidade de vida das populações. Mas, se a dinâmica natural e do clima, independe do homem, por outro lado a natureza e seu domínio, passam a ser socialmente condicionados.

No entanto, a interpretação que se tem dado a partir dos legados de Sorre (1951) e de Monteiro (1971) tem subestimado sobremaneira o papel que as novas tecnologias, as técnicas estatísticas e de quantificação e os novos paradigmas da economia ambiental podem desempenhar no aprimoramento do instrumental geográfico de releitura deste fenômeno na transformação e produção do espaço.

Dois aspectos parecem ser imprescindíveis para o avanço na construção e desenvolvimento de uma Geografia do Clima. Em primeiro lugar, mas não necessariamente o mais importante, a necessidade de domínio do instrumental tecnológico, sem o qual não se consegue imprimir novas possibilidades de análise. A atmosfera ainda pode ser considerada como o

domínio mais pulsante, dinâmico e imprevisível de todas as esferas naturais do planeta. É a última fronteira do desconhecido mais próximo de nós. Com o advento da conquista do espaço, nunca se teve tanto interesse pelos fenômenos meteorológicos como hoje. Nas últimas décadas o impressionante desenvolvimento de equipamentos e técnicas de análise da atmosfera tem revolucionado tanto o instrumental tecnológico, quanto posto em cheque algumas verdades estabelecidas.

Obviamente não cabe à Geografia um importante papel neste nível de pesquisa, uma vez que seus objetivos e propósitos vão em outra direção, qual seja a de trazer para o seu escopo o conhecimento climatológico necessário para as diferentes categorias de análise de nossa ciência. Entretanto, não podemos ficar a deriva do conhecimento produzido pelos meteorologistas, engenheiros e agrônomos sob pena de entrarmos em processo de “envelhecimento” e perda da contemporaneidade.

Acontece que a linguagem matemática e a compreensão dos fenômenos físicos ainda nos colocam enormes dificuldades. Em parte pela nossa formação humanística, mas também é verdade que desconfiamos um pouco do arsenal extremamente técnico e quantitativo sob o qual repousam seus procedimentos de análise.

Mesmo assim, é fundamental conhecer as bases através das quais se produz este conhecimento, tanto para se estabelecer canais de diálogo com os profissionais que o desenvolvem, quanto para aprimorar nosso próprio instrumental. Entretanto, não podemos ter a ilusão de que, sozinhos, somos capazes de produzir conhecimento básico sobre a atmosfera e o clima. Nosso trabalho se inicia com os resultados alcançados pelos meteorologistas. Além disto, em função de um prolapado *rigor conceitual* por parte destes cientistas, há uma tendência de menosprezo pelo discurso geográfico, tratado como acientífico e de natureza especulativa.

O segundo aspecto trata da necessidade de se incorporar a dimensão social na interpretação do clima na perspectiva da análise geográfica. Isto significa, necessariamente, compreender que a repercussão dos fenômenos atmosféricos na superfície terrestre se dá num território, transformado e produzido pela sociedade, de maneira desigual e apropriado segundo os interesses dos agentes sociais.

O modo de produção capitalista territorializa distintas formas de uso e ocupação do espaço, definidos por uma lógica que não atende aos critérios técnicos do desenvolvimento (ou sociedade ?) sustentável. Assim, o efeito dos tipos de tempo sobre um espaço construído de maneira desigual gera problemas de origem climática, também desiguais. A entrada de um sistema

atmosférico, como uma frente fria (frente polar atlântica), por exemplo, se espacializa de maneira mais ou menos uniforme num determinado espaço, em escala local. Entretanto, em termos socioeconômicos, este sistema produzirá diferentes efeitos em função da capacidade (ou possibilidade) que os diversos grupos sociais tem para defenderem-se de suas ações.

Se o resultado concreto da entrada desta frente fria, em área urbana, for a queda de precipitação em grandes quantidades, e se o produto final desta ação desembocar numa enchente, tem-se que admitir que muito provavelmente as áreas mais atingidas pelas águas deverão ser aquelas onde os equipamentos urbanos e o poder público funcionam de forma mais precária, pois as enchentes não atingem e não afetam a todos da mesma maneira. Outro exemplo que se pode considerar de forma muito clara é o da relação entre clima e rentabilidade das culturas agrícolas. Supondo-se um ano atípico, irregular (ou de padrão excepcional), em que o regime pluviométrico não tivesse atendido as expectativas dos produtores rurais, em função das necessidades fenológicas de uma dada cultura.

Imagine-se, ainda, que este fato tivesse tido uma dimensão espacial ao nível regional. Analisando-se este evento apenas através da perspectiva climática, como se tem feito no âmbito da Climatologia Geográfica, utilizando-se da análise rítmica, poderíamos facilmente identificar os sistemas atmosféricos atuantes e, associando-os ao balanço hídrico e ao calendário agrícola, teríamos uma explicação muito concreta do por quê desta irregularidade.

Além disto, com os dados de produção e área de uma cultura obteríamos a sua rentabilidade e demonstraríamos a relação entre a provável diminuição da rentabilidade em função dos padrões pluviométricos deste evento. Entretanto, estes procedimentos não permitem que se consiga compreender as dimensões sociais, políticas e econômicas envolvidas neste processo, pois não se incorporam nesta análise estas perspectivas que são eminentemente geográficas.

Haveria que se levar em consideração, portanto, que determinadas políticas públicas para o setor da agricultura, privilegiam o grande agricultor que, capitalizado, tem capacidade de obter e se utilizar do aparato tecnológico (sementes selecionadas; período menor de ciclo vegetativo da cultura diminuindo, assim, a possibilidade de risco; irrigação, controle de pragas, etc.). Desta forma, numa mesma região, um evento climático irregular pode ser extremamente prejudicial ao pequeno agricultor, descapitalizado, destecnificado e sem potencial cooperativo, porém, não atingir com a mesma magnitude os grandes complexos agroindustriais.

Num estudo sobre as relações entre chuva e soja no estado do Paraná, Almeida (2000) demonstrou que em áreas inseridas num contexto de forte modernização da agricultura, esta relação de dependência é inferior a 50%, enquanto em áreas tradicionais, a dependência da rentabilidade da soja com relação às precipitações pluviométricas é superior a 70%.

Retomando a questão colocada anteriormente a respeito do tripé que sustenta a análise geográfica do clima, ou seja o **ritmo climático, a ação antrópica e o impacto ambiental** e contextualizando-a na perspectiva de um mundo cada vez mais globalizado (e mundializado), torna-se fundamental que se estabeleça uma revisão conceitual sobre esta relação clima – sociedade. A produção do conhecimento sobre os fenômenos atmosféricos não pode ser encarada como um fim em si mesmo.

O clima, tratado como insumo no processo de apropriação e de produção da natureza, assume um papel variado na medida em que as diferentes sociedades (e dentro delas, os distintos grupos sociais) se encontram em momentos diferentes em relação ao processo de globalização e de mundialização e que, num mesmo território uma sociedade desigual, estruturada em classes sociais, não dispõe (ou sua lógica assim não o permite) dos mesmos meios para lidar com a ação dos fenômenos atmosféricos, de forma a minimizar ou otimizar os seus efeitos para todos os segmentos sociais.

Se em alguns territórios o clima ainda exerce papel determinante, em função do estágio do aparato tecnológico e do desenvolvimento econômico, em outros, a sofisticada tecnificação e as relações de produção altamente modernas minimizam os efeitos adversos da dinâmica climática sobre seus territórios. Assim, esta relação clima - sociedade, não mais se dá na dimensão do homem enquanto raça, ou indivíduo, mas sim, no contexto do homem como ser social e inserido numa sociedade de classes.

Mais do que desvendar os processos dinâmicos e as estruturas temporais e espaciais do clima – que são importantes como parte do procedimento metodológico – para o geógrafo, o que realmente deveria importar é o significado deste processo inserido na dimensão socioeconômica e socioambiental. Não basta, como se tem feito correntemente, identificar os sistemas produtores do tempo e, em análises episódicas, explicar como, onde e por que ocorreram, por exemplo, alagamentos e inundações num determinado espaço urbano.

Na verdade, isto que em geral tem sido produzido pela Climatologia Geográfica ainda privilegia os mecanismos físicos do tempo e do clima. Indagar, compreender e explicar como e em quais circunstâncias o território

foi (e tem sido) produzido e como estas ações afetam de forma diferenciada os diversos agentes sociais, torna-se imprescindível para uma análise geográfica do clima – a Geografia do Clima.

Para finalizar, na perspectiva do desenvolvimento da ciência geográfica, é fundamental que se busque uma nova concepção de clima com relação à produção do espaço (e de sua territorialização), de forma mais comprometida e socialmente mais justa, que permita um novo conhecimento, pois a nova razão para estes novos conhecimentos, no sentido de uma Geografia do Clima, já está colocada.

Referências bibliográficas

ABBEVILLE, Claude – **História da missão dos padres capuchinhos na Ilha do Maranhão e terras circunvizinhas**. Belo Horizonte: Itatiaia, São Paulo: EDUSP, 1975. 297 p. (coleção Reconquista do Brasil, v. 19)

ABRÃO, Bernadette – **História da filosofia**. São Paulo: Nova Cultural, 1999. 480p.

AB’SABER, Aziz N. – A climatologia e a meteorologia no Brasil. *In*: **História das ciências no Brasil** (Ferri e Motoyana, orgs.): 119-145. São Paulo: EDUSP, 1979.

ANDRADE, Gilberto Ozório de – Os climas. *In*: Aroldo de Azevedo (org.) **Brasil a terra e o homem**, cap. VII: 397-462. São Paulo, Cia Editora Nacional, 1952.

ARAÚJO, Ladislau Cousirat de – **Memória sobre o clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: Serviço de Informação do Ministério da Agricultura, 1930

BALDUS, Herbert – **Ensaio de Etnologia Brasileira**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1937. 346p.

BALDUS, Herbert – O conceito do tempo entre os índios do Brasil. São Paulo: **Revista do Arquivo Municipal**, n. LXXI, 1940.

BALDUS, Herbert – **Tapirapé: tribo tupí no Brasil Central**. São Paulo: Companhia Editora Nacional/EDUSP, 1970. 510 p.

BARLEU, Gaspar – **História dos feitos recentemente praticados durante oito anos no Brasil**. Belo Horizonte: Itatiaia, São Paulo: EDUSP, 1974. 409p.

BARRA, Luis Prestes – Breve estudo das chuvas na cidade de Campinas – 1890-1940. In: Anais do X Congresso Brasileiro de Geografia, Rio de Janeiro, 1942: 557-572, Rio de Janeiro, 1944.

BARROS, Linton F. – Contribuição ao estudo das massas de ar da bacia do São Francisco. In: Separata da Rev. Brás. de Geografia, R.de Janeiro, ano XIX (3), 1957.

BERNARDES, Lysia M. Cavalcanti – Clima do Brasil. In: Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, ano IX (103):727-739, 1951.

BERNARDES, Lysia M. Cavalcanti – Tipos de clima do estado do Rio de Janeiro. Separata da Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, ano XIV (1), 1953.

BOOTING, D. – Humboldt and the Cosmos. London: Sphere Books, 1973. 295 p.

BRODY, David E.; BRODY, Arnold R. – **As sete maiores descobertas científicas da História**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000. 436 p.

BUENO, Eduardo – História do Brasil. São Paulo: Folha de S.Paulo, 1997. 320 p.

BURROUGHS, William, *et al* – **Observar el tiempo**. Barcelona: Ed. Planeta, 1998.

CAMINHA, Pero Vaz de – **Carta a El Rey Dom Manuel**. Versão de Rubem Braga. Rio de Janeiro: Record, 1981. 101 p.

CAPEL, Horacio – **Filosofía y ciencia en la Geografía contemporánea: una introducción a la Geografía**. Barcelona: Barcanova, 1988.

CARDIM, Fernão – **Tratados da terra e gente do Brasil**. São Paulo: Companhia Editora Nacional/MEC, 1978. 259 p. (Série Brasileira, vol 168)

CASAL, Manuel Aires de – **Corografia Brasílica**. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia, São Paulo: EDUSP, 1976. 342 p. (coleção Reconquista do Brasil, v.27)

CHASSOT, Attico – **A ciência através dos tempos**. São Paulo: Moderna, 1997.

CORTESÃO, Jaime – **A carta de Pero Vaz de Caminha**. Rio de Janeiro: Livros de Portugal, 1943. 351 p.

CRITCHFIELD, Howard – **General Climatology**. New Jersey: Printice-Hall, 1966.

CURRY, Leslie – Climate and economic life: a new approach. *In: The Geographical Review*, vol. 42 (3):367-383, 1952.

CURRY, Leslie – Regional variation in the seasonal programming of livestock farm in New Zeland. *In: Economic Geography*, vol. 39 (2):95-118, 1963.

DELGADO DE CARVALHO, Carlos – **Météorologie du Brésil**. Londres: John Bale, Sons & Danielson Ltda, 1917. 528 p.

DELGADO DE CARVALHO, Carlos – **História Geral: idade moderna**. Rio de Janeiro: Record, 1974.

DE MARTONNE, Emanuel – **Tratado de Geografia Física**. Lisboa:Cosmos, 1953.

DRAENERT, Frederico M. – **O clima do Brazil**. Rio de Janeiro: Carlos Schmidt, 1896. 63 p.

EWBANK, Thomas – **Vida no Brasil**. Belo Horizonte: Itatiaia/EDUSP, 1976.

FEBVRE, Lucien – **A terra e a evolução humana: introdução geográfica à história**. Lisboa: Cosmos, 1992. 339 p.

FERNANDES, Florestan – **A organização social dos Tupinambá**. São Paulo: Hucitec/ Editora da UnB, 1989. 325 p. (série Ciências Sociais, 25)

FERRAZ, Joaquim de Sampaio – **Causas prováveis das secas do Nordeste Brasileiro**. Rio de Janeiro: Ed. da Diretoria de Meteorologia, 1925.

FERRAZ, Joaquim de Sampaio – **A previsão de tempo a longo prazo**. Rio de Janeiro: Ed. da Diretoria de Meteorologia, 1928.

FERRAZ, Joaquim de Sampaio – **Meteorologia brasileira**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1934. (Série Brasileira, vol. 33) 588 p.

FERRAZ, Joaquim de Sampaio – Subsídios para o estudo de um ciclo climático do Sueste Brasileiro. *In: Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, 1939.

FERRAZ, Joaquim de Sampaio – Ligeiro esboço de alguns aspectos fundamentais da climatologia do Estado de São Paulo. *In: Anais do IX*

Congresso Brasileiro de Geografia, vol. II, p. 425-439. Rio de Janeiro, 1942.

FERRAZ, Joaquim de Sampaio – Iminência duma grande seca nordestina. In: Separata da Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, ano XII (1), 1950.

FERRAZ, Joaquim de Sampaio – O homem e a chuva. In: **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, 103:711-717; 104: 837-845 e 105:940-957, 1951.

FERRAZ, Joaquim de Sampaio – A voz do planalto. In: **Aspectos geográficos da terra Bandeirante**. Rio de Janeiro, CNG, 1954.

FERRAZ, Joaquim de Sampaio – A meteorologia no Brasil. In: Fernando de Azevedo (org) **As ciências no Brasil**. São Paulo: Melhoramentos, 205-240, 1980.

FERRI, Mario Guimarães; MOTOYAMA, Shozo – **História das ciências no Brasil**. São Paulo: EDUSP, 1979.

FRANÇA, Ary – Estudo sobre o clima da Bacia de São Paulo. In: **Boletim** n. LXX da Fac. de Filos., Ciências e Letras da USP, São Paulo, 1946. (Tese de Doutorado)

FRANÇA, Ary – O quadro climato-botânico. In: Aroldo de Azevedo (org) A cidade de São Paulo. V. 1, São Paulo, Cia Editora Nacional, 1958.

GUERRA, Ignez Amelia L. Teixeira Guerra – Tipos de clima do nordeste. In: Separata da Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, ano XVII (4), 1956.

GUIMARÃES, Fábio de Macedo Soares – Clima do Brasil. In: **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, ano III (27): 417-433, 1945.

HOLANDA, Sergio Buarque – **Visão do Paraíso**. São Paulo: EDUSP/Companhia Editora Nacional, 1969.

HUNTINGTON, Ellsworth -**Civilization and climate**. New Haven: Yale University Press, 1915.

JUNOT, Lucas R. – Estudo da temperatura da cidade de São Paulo. In: **Anaes FERRAZ, Joaquim de Sampaio do IX Congresso Brasileiro de Geografia**, vol. II, p. 460-488. Rio de Janeiro, 1942.

JUNOT, Lucas R. – As chuvas da cidade de São Paulo. *In: Arquivos de Higiene e Saúde Pública*, ano VIII, n. 18, p. 9-90, São Paulo, 1943.

LISBOA, Karen M. – **A nova Atlântida de Spix e Martius: natureza e civilização na viagem pelo Brasil (1817-1820)**. São Paulo: Hucitec/Fapesp, 1997.

LOEFGREN, Alberto – Dados climatológicos do anno de 1900. *In: Boletim da Comm. Geograph. e Geológica do Estado de São Paulo*. São Paulo: 14:1-4, 1900.

MACHADO, Floriano Peixoto – **Contribuição ao estudo do clima do Rio Grande do Sul**. Ed. do CNG/IBGE, Rio de Janeiro, 1950.

MAGALHÃES, Jósa – Previsões folclóricas das secas e dos invernos no nordeste Brasileiro. *In: Antologia do Folclore Cearense*, Florival Seraine (org.), Fortaleza: Henriqueta Galeno, 1968.

MARCGRAVE, Jorge – **História Natural do Brasil**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 1942. 293 p.

MATTOS, José Nunes Belfort – **Breve notícia sobre o clima de São Paulo**. São Paulo: Serviço de Meteorologia do Estado de São Paulo, 1905.

MATTOS, José Nunes Belfort – **O serviço meteorológico e o clima do Estado de São Paulo**. São Paulo: Serviço de Meteorologia do Estado de São Paulo, 1908.

MATTOS, José N. Belfort – A influencia das mattas sobre o clima. *In: Annaes do 1º Congresso Brasileiro de Geographia*. Vol. VII, p. 19-41, Rio de Janeiro, 1910a.

MATTOS, José Nunes Belfort – **Em defesa do clima de São Paulo**. São Paulo: Serviço de Meteorologia do Estado de São Paulo, 1910b.

MATTOS, José Nunes Belfort – **O clima de São Paulo**. São Paulo: Serviço de Meteorologia do Estado de São Paulo, 1925.

MEGALE, Januário Francisco – **Max Sorre**. São Paulo: Ática, 1984. 192 p.

MILLER, Austin – **Climatology**. London: Methuen, 1931. 375 p.

MONTEIRO, Carlos A. de Figueiredo – Da necessidade de um caráter genético à classificação climática. *In: Revista Geográfica*, XXXI (57):29-44, RJ, IPGH, 1962.

MONTEIRO, Carlos A. de Figueiredo – O clima da região Sul. *In: Geografia Regional do Brasil*. Região Sul. Tomo I. p.117-169. Rio de Janeiro, IBGE, 1963a.

MONTEIRO, Carlos A. de Figueiredo – Sobre a análise geográfica de sequências de cartas do tempo. *In: Revista Geográfica*, XXXII (58):169-179, R.J, IPGH, 1963b.

MONTEIRO, Carlos A. de Figueiredo – Sobre um índice de participação das massas de ar e suas possibilidades de aplicação à classificação climática. *In: Revista Geográfica*, XXXIII (61):59-69, Rio de Janeiro, IPGH, 1964.

MONTEIRO, Carlos A. de Figueiredo – A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil. *Série Teses e Monografias*, n. 1, São Paulo, USP/Igeog, 1969. 68 p.

MONTEIRO, Carlos A. de Figueiredo – Análise rítmica em climatologia. *Climatologia*, n. 1, São Paulo, USP/Igeog, 1971.21 p.

MONTEIRO, Carlos A. de Figueiredo – **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo**. São Paulo: USP/Igeog, 1973. 129 p.

MONTEIRO, Carlos A. de Figueiredo – Teoria e clima urbano. *Série Teses e Monografias*, n. 25, São Paulo, USP/Igeog, 1976a. 181 p.

MONTEIRO, Carlos A. de F. – O clima e a organização do espaço no estado de São Paulo. *Série Teses e Monografias*, n. 28, São Paulo, USP/Igeog, 1976b. 54 p.

MONTEIRO, Carlos A. de Figueiredo – **A Geografia no Brasil (1934-1977): avaliação e tendências**. São Paulo, USP/Igeog, 1980. 155p.

MONTEIRO, Carlos A. de F. – Climatic factors and agricultural organization in developing tropical countries: *In: Climatological Notes*, 29:38-56, Tsukuba, 1982.

MONTEIRO, Carlos A. de F. – **Clima e excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico**. Florianópolis: EDUFSC, 1991. 241p.

MONTEIRO, Carlos A. de F. – O estudo geográfico do clima. *Cadernos Geográficos*, n. 1, Florianópolis, UFSC/Depto de Geociências, 1999. 72 p.

MONTEIRO, Carlos A. de F. – William Morris Davis e a teoria geográfica. *In: III Simpósio Nac. de Geomorfologia*. Campinas: UNICAMP, 3-6 de setembro de 2000

MORAES, Antonio Carlos Robert – **Geografia: pequena história crítica**. São Paulo: Hucitec, 1983. 138 p.

MORIZE, Henrique – **Esboço da climatologia do Brazil**. Rio de Janeiro: Observatório Astronômico, 1889.

MORIZE, Henrique – **Contribuição ao estudo do clima do Brazil**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1922. 116 p.

MOURÃO, Ronaldo R. de Freitas – A astronomia dos índios tupís. *In: Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 19 de julho de 1978.

MOURÃO, Ronaldo R. de Freitas – **Explicando Meteorologia**. Rio de Janeiro: Tecnoprint, 1988. 119 p.

MOURÃO, Ronaldo R. de Freitas – **A astronomia na época dos descobrimentos**. Rio de Janeiro: Lacerda Ed., 2000. 486 p.

NASR, Seyyed Hossein – **O homem e a natureza**. Rio de Janeiro: Zahar Ed., 1977.

NEIRA, Eugênio – Meteorologia Marinha. *In: Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia*, Rio de Janeiro: 24(1):1-15, 2000.

PADOVANI, Umberto; CASTAGNOLA, Luís – **História da Filosofia**. São Paulo: Melhoramentos, 1983. 588 p.

PÉDÉLABORDE, Pierre – Le climat du bassin Parisien: essai d'une méthode rationnelle de climatologie physique. Paris: Librairie de Medeces, 1957.

PÉDÉLABORDE, Pierre – *Introduction a l'étude scientifique du climat*. Paris: Centre de Documentation Cartographique, 1959.

PEIXOTO, Afrânio – **Clima e doenças no Brasil**. R.J: Imprensa Nacional, 1907.

PEIXOTO, Afrânio – **Climatologia do Brasil**. R.J.: Imprensa Nacional, 1908.

PEIXOTO, Afrânio – **Clima e Saúde**. São Paulo: Cia Editora Nacional, 1938.

PEIXOTO, Afrânio – Climas do Brasil. *In: Anais do IX Congresso Brasileiro de Geografia*, vol II, p. 390-398, Rio de Janeiro, 1942.

PEREIRA, José Veríssimo da Costa – A geografia no Brasil. In: Fernando de Azevedo (org) **As ciências no Brasil**. São Paulo: Melhoramentos, 317-412, 1980.

PIMENTEL, Altimar A. – **Sol e chuva: ritos e tradições**. Brasília: Thesaurus, 1980.

RIVAL, Michel – **Os grandes experimentos científicos**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1997.

ROSSBY, Gustav – Thermodynamic applied to air mass analysis. In: **Meteorological Paper**, Boston: MIT, vol. I (3), 1932.

SAINT-HILAIRE, Auguste – **Viagem ao Rio Grande do Sul**. Belo Horizonte: Itatiaia/EDUSP, 1974.

SAINT-HILAIRE, Auguste – **Segunda viagem do Rio de Janeiro à Minas Gerais e a São Paulo**. Belo Horizonte: Itatiaia/EDUSP, 1974.

SAINT-HILAIRE, Auguste – **Viagem à província de São Paulo**. Belo Horizonte: Itatiaia/EDUSP, 1976.

SANT'ANNA NETO, João Lima – **Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista**. São Paulo: USP/FFLCH, 1990. (Dissertação de Mestrado)

SANT'ANNA NETO, João Lima – **As chuvas no Estado de São Paulo**. São Paulo: USP/FFLCH, 1995. (Tese de Doutorado)

SANT'ANNA NETO, João Lima – Clima e organização do espaço. In: **Boletim de Geografia**, Maringá: ano 16, n. 1:119-131, 1998.

SANT'ANNA NETO, João Lima – O clima como fenômeno geográfico: algumas questões teóricas e o estado da arte da climatologia geográfica brasileira. In: **Apontamentos**, Maringá: EDUEM, n. 80, 1999.

SANT'ANNA NETO, João L. e ZAVATINI, João A. – **Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas**. Maringá: EDUEM, 2000.

SCHMIDT, José Carlos Junqueira – O clima da Amazônia. In: **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, IBGE: ano IV, n. 3:465-500, 1942.

SEREBREBICK, Salomão – Classificação meteorológica dos climas do Brasil. In: **IX Congr. Brás. de Geógr.** Florianópolis, 1940. CNG, vol. II: 440-459, R.J. 1942.

SEREBREBICK, Salomão – **Condições climáticas do vale do São Francisco**. Ed. da Comissão do Vale do São Francisco. Rio de Janeiro, 1953.

SERRA, Adalberto – **Secondary circulation of southern Brazil**. Rio de Janeiro: Ed. do Serviço de Meteorologia, 1938.

SERRA, Adalberto – **La circulation générale de l'Amérique du Sud**. Rio de Janeiro: Ed. do Serviço de Meteorologia, 1939.

SERRA, Adalberto – **Meteorologia do Nordeste Brasileiro**. RJ: CNG/IBGE, 1945.

SERRA, Adalberto – **As secas do Nordeste**. Rio de Janeiro: Serviço de Meteorologia, 1946.

SERRA, Adalberto e RATISBONNA, Leandro – **As ondas de frio da bacia amazônica**. Rio de Janeiro: Serviço de Meteorologia, 1942a.

SERRA, Adalberto e RATISBONNA, Leandro – **As massas de ar da América do Sul**. Rio de Janeiro: Serviço de Meteorologia, 1942b.

SERRA, Adalberto e RATISBONNA, Leandro – Os regimes das chuvas da América do Sul. Montevideú: **Revista Meteorológica**, 1942.

SETZER, José – O Clima do Estado de São Paulo. *In: Boletim Geográfico*, Rio de Janeiro, v. 19, 1944.

SETZER, José – Contribuição para o estudo do clima do Estado de São Paulo. Separata do **Boletim do Depto de Estradas de Rodagem**, São Paulo: vol. IX, 1945.

SETZER, José – Distribuição normal das chuvas no Estado de São Paulo. *In: Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 8 (1): 3-69, 1946.

SILVADO, Américo Brasílio – **Subsídio para a história da meteorologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1902. 86 p.

SILVEIRA, João Dias da – Baixadas litorâneas quentes e úmidas. *In: Boletim da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências* (Geografia, 8), São Paulo, n. 152, 1952.

SORRE, Max – *Les fondements biologiques de la Géographie Humaine: essai d'une écologie de l'homme*. Paris: Armand Colin, 1943. 440 p.

SORRE, Max – *Les fondements de la Géographie Humaine*. Paris: Armand Colin, 1951.

STADEN, Hans – **Duas viagens ao Brasil**. Belo Horizonte: Itatiaia, São Paulo: EDUSP, 1974. 216 p.

STERNBERG, Hilgard O'Reilly – Enchentes e movimentos coletivos de solo no Vale do Paraíba em dezembro de 1948. *In: Rev. Brás. de Geogr.*, Rio de Janeiro, ano XI (2): 223-261, 1949.

STERNBERG, Hilgard O'Reilly – Aspectos da seca de 1951 no Ceará. *In: Separata da Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, ano XIII (3), 1953

STRINGER, Edward – **Foundation of Climatology**. San Francisco: Freeman, 1972.

STUDART, Barão de – **Climatologia, epidemias e endemias do Ceará**. Fortaleza: Coleção Biblioteca Básica Cearense, 1909.

TARIFA, José Roberto – Fluxos polares e as chuvas de primavera – verão no estado de São Paulo. São Paulo: USP/Igeog, 1975. (Série Teses e Monografias, n. 19)

THEVET, André – **As singularidades da França Antártica**. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia, São Paulo: EDUSP, 1978. 271 p. (coleção Reconquista do Brasil, v. 45)

THORNTWAITE, C. W. – An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38:55-94, 1948.

TORRES, Margarino e FERRAZ, Joaquim de Sampaio – Contribuição para o estudo do regime das chuvas no Nordeste Brasileiro. *In: IX Congresso Brasileiro de Geógrafos*. Florianópolis, 1940. CNG, vol. II: 401-424, Rio de Janeiro, 1942.

TREWARTA, Glenn – An introduction to weather and climate. New York: McGraw-Hill, 1937. 545 p.

VERDET, Jean-Pierre – **Uma história da Astronomia**. R.J.: Jorge Zahar, 1991.

WARD, Robert – Climate considered especialy in relation to men. New York, 1908

WARD, Robert de C. – The weather element in American climates. *In: Annals of the Association of American Geographers*, New York, 4:3-54, 1914.