

GEOSSISTEMAS E CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA: ESTUDOS INTEGRADOS DO CLIMA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

Geosystem and Geographical Climatology: integrated climate studies in river basins

Wesley da Silva Belizário¹

Resumo

Os estudos do ambiente têm sido cada vez mais frequentes, sobretudo aqueles relacionados aos impactos negativos ao ambiente natural, seja no espaço rural ou urbano. Várias contribuições teóricas têm surgido para dar sentido e embasamento para tais análises, principalmente aquelas que tentam relacionar todas as possibilidades presentes no meio, a fim de que se efetive o chamado *estudo integrado do ambiente*, sendo uma dessas contribuições a teoria dos geossistemas. O presente trabalho tem como objetivos refletir sobre a teoria geossistêmica, seu surgimento, seus referenciais, suas bases, e suas contribuições para a análise e gestão de bacias hidrográficas. Da mesma forma, conceituar climatologia geográfica, relacionar com a abordagem geossistêmica e conflitar esses conceitos no sentido de seguir para a determinação das bacias hidrográficas como áreas propícias aos estudos em climatologia, tendo em vista que as bacias são unidades que englobam todos os fenômenos possíveis, espaciais, temporais, físicos, naturais, sociais, territoriais e econômicos. Nesse aspecto, as bacias hidrográficas são ambientes completos, do ponto de vista físico e social para estudos climatológicos.

Palavras-Chave: Geossistema. Climatologia Geográfica. Bacias Hidrográficas.

Abstract

The environmental studies have been increasingly frequent, particularly those related to negative impacts to the natural environment, whether in rural or urban space. Several theoretical contributions have emerged to give meaning and basis for such analyzes, particularly those that attempt to relate all the possibilities present in the medium, so that the so-called integrated study of the environment becomes effective, being one of these contributions to the theory of geosystems. This paper aims to reflect on the geossistêmica theory, its emergence, its references, its bases, and their contributions to the analysis and management of watersheds. Likewise, conceptualize geographical climatology, relate it the approach geossistêmica and approach these concepts in order to follow for determining watershed as areas suitable for studies in climatology, considering that the basins are units that encompass all possible phenomena, spatial, temporal, physical, natural, social, economic and territorial. Accordingly, the watersheds are complete environments, from the viewpoint physically and socially for climatological studies.

Key words: Geosystem. Geographic Climatology. Watershed.

¹ Graduado em Geografia pela Universidade Estadual de Goiás (UEG), Especialista em Gestão e Química do Meio Ambiente (UFG), Mestrando em Geografia pelo IESA – UFG.

Introdução

Muito se tem produzido a respeito das questões que envolvem o meio ambiente. Nesse, estão inseridas variáveis naturais e humanas, ambas diretamente relacionadas uma à outra. Os fenômenos naturais/físicos trazem implicações à sociedade, da mesma forma que a produção/organização social traz implicações das mais diversas ordens sobre o meio ou sistemas naturais. Destacamos aqui a importância do clima, pois como parte integrante do meio tem seus fenômenos como elementos importantíssimos para dinâmica espacial, tendo em vista a interferência destes em várias nuances, sejam elas econômicas, de planejamento e gestão, produção, entre outros.

O presente trabalho tem como objetivos refletir sobre a teoria geossistêmica e suas possíveis contribuições para os estudos em geografia física, bem como para a análise do clima em tendo como objeto a bacia hidrográfica. Da mesma forma, conceituar bacias hidrográficas e relacionar esses três elementos (geossistemas x climatologia x estudos em bacias hidrográficas) é um dos objetivos, na tentativa de levar a uma compreensão integrada de análise em geografia física.

As bacias hidrográficas são unidades que englobam todos os fenômenos possíveis, espaciais, temporais, naturais, sociais, territoriais e econômicos (PENTEADO, 1980). Diante disso, os seguintes questionamentos são pertinentes: a abordagem teórico-metodológica do geossistema pode contribuir para análise integrada em bacias hidrográficas? Há relação entre a teoria geossistêmica e a climatologia geográfica? Existe, em alguma medida, relação entre o clima e a sociedade no que tange às bacias hidrográficas?

O esforço intelectual percorrido neste trabalho a fim de dar respostas ou levantar ainda mais questionamentos parte da abordagem, ligeiramente, sobre as contribuições e definições da Teoria Geral dos Sistemas e Bertalanffy (1975) seguido, em sequência, dos autores que cristalizaram essa teoria à luz da abordagem geossistêmica como Sotchava (1977), Bertrand (2004, 2006), Mendonça (2001), Monteiro (2000), através de uma perspectiva crítica, nos quais a abordagem parte da análise dos fenômenos naturais/físicos numa perspectiva dialética (MENDONÇA, 2001), bem como, através deles, as principais definições e conceituações de geossistemas nas análises geográficas. Trabalharemos também com o conceito de bacias hidrográficas na perspectiva de autores como Ab'Sáber (1969), Cassetti (1991), Christofolletti (1980), Penteado (1980), Guerra e Cunha (2000) e Leff (2006) e com a definição de climatologia geográfica, na perspectiva de Zavattini (2000) e Boin (2013). Em última instância, tentaremos sistematizar a ideia principal que é considerar a

relação entre a abordagem geossistêmica e a climatologia geográfica como subsídio para estudos integrados do clima em bacias hidrográficas.

Geossistemas

Essa metodologia de estudo surgiu a partir de Bertalanffy (1968, 1975) com a Teoria Geral dos Sistemas – para o qual as partes do todo em relação dialética é que dão significância para um dado espaço, sendo, nesse aspecto, a relação homem e natureza indissociável (FERREIRA, 2001).

De acordo com Sales (2004):

A aplicação da teoria dos sistemas debutou nos Estados Unidos nas primeiras décadas do século XX, em consonância com o avanço da cibernética. A sua utilização nas ciências naturais é fruto do trabalho pioneiro de Bertalanffy, que a aplicou à biologia e à termodinâmica (p. 126).

Jean Tricart (1977) também desenvolveu esta teoria. Ele considerava que os fluxos de energia e matéria originavam-se das relações de dependência concomitante entre os diversos fenômenos sendo, nesse sentido, possível, dentro de uma análise sistêmica, o reconhecimento das partes interativas de um determinado espaço. Santos (1986) ao falar da contribuição dessa teoria para as ciências afirma que a mesma prestou grandes serviços às disciplinas exatas e há duas décadas que é também utilizada nas ciências humanas. Para ele, a geografia, dentre as ciências humanas, seria a última a utilizar-se desse método.

No que tange ao geossistema foi Sotchava (1962, 1977) quem utilizou essa terminologia, através do aperfeiçoamento da proposta de Bertalanffy (1968, 1975) - para o qual há uma relação direta entre o potencial ecológico de uma área e a exploração biológica do mesmo espaço, podendo os processos sociais e econômicos influenciar diretamente no mesmo (MONTEIRO, 2000).

Nessa perspectiva, a abordagem geográfica da natureza considera a integração entre a sociedade, o meio e os fenômenos do meio no qual está inserida. Essa relação é dialética, no qual o confronto entre as partes é que dão o caminho para entendimento dessa relação. Na análise geográfica, em sua totalidade, a compreensão das várias dimensões temporais e espaciais são imprescindíveis e isso se dá através de um diálogo interdisciplinar e entre diferentes ciências (LEFF, 2006).

Entender e encontrar respostas para essa relação tem sido o papel da geografia. É bem verdade que após a segunda metade do século XX, a aplicabilidade da geografia passa a ganhar destaque, sobretudo no que tange ao planejamento do território, da cidade, do espaço,

dos ambientes naturais, etc. Para dar suporte ao planejamento e instaurar uma contribuição plausível para geografia surge a Teoria Geral dos Sistemas, com Bertalanffy (MONTEIRO, 2000). Essa teoria foi aperfeiçoada à abordagem geossistêmica, e estruturou-se em regiões como União Soviética, França, Alemanha, na busca de estabelecer relações entre os elementos da paisagem e o olhar sistêmico e relacional do meio, com destaque para autores como Sotchava (1977), Bertrand (1968) e Richthofen (1978).

De acordo com Cunha e Freitas (2004) foi o geógrafo Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (2000) quem, no Brasil, deu início a estudos usando da teoria do geossistema em análises geográficas. Sua reflexão foi pautada nos estudos que Sotchava fez das planícies russas, na qual analisou sob a perspectiva da relação direta entre o homem e o meio, considerando aquele como parte integrante do meio como ser biológico e social (transformador).

A partir de então, o enfoque social ganhou força na análise geográfica, levando em consideração as relações que se estabelecem entre o homem e o meio. Em diversos trabalhos, o professor Carlos Augusto de Figueiredo faz a relação entre os fenômenos naturais e os impactos que eles provocam na sociedade, sobretudo com relação aos estudos do clima. Zavattini (2004), ao fazer análise do trabalho de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, afirma que ele parte de uma abordagem geossistêmica pois “utiliza de notícias obtidas em jornais e de fotografias com flagrantes do cotidiano, ambas reveladoras dos impactos pluviiais ocorridos em invernos tão contrastantes, sobretudo, os registrados no território paulista (capital, litoral e interior)” (p. 27). Ao utilizar esses métodos, Monteiro tenta revelar a relação direta que se estabelece entre os fenômenos naturais e a sociedade, e mostra grandiosamente como esses fenômenos interferem na vida social. Mendonça (2007) afirma: “Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro criou o conceito de análise rítmica em Climatologia, além de introduzir o tratamento do clima conforme a Teoria de Sistemas de Ludwing Von Bertalanffy” (p.19). De acordo com Ferreira (2012) “a teoria geossistêmica foi utilizada inicialmente por Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro em estudos em São Paulo e na Bahia, esta proposta faz-se necessária à compreensão e valorização da dinâmica dos ambientes” (p.771).

Os geossistemas são unidades espaciais integradas pelos fenômenos físicos, ecológicos e humanos nos quais estão inseridos os fluxos de matéria e energia dentro de uma dinâmica física. Nessa abordagem, a análise se materializa em 3 níveis maiores – a nível de globo/planetário, a nível de região e a nível topológico, dividido entre geômeros e geócoros

ambos interdependentes entre si (SOTCHAVA, 1977). Nesse aspecto, a abordagem geossistêmica considera escalas nas quais são possíveis análises mais aprofundadas e concretas do meio.

Para Penteado (1980, p. 155) os geossistemas são “formações naturais que experimentam o impacto dos ambientes: social, econômico e técnico”, numa perspectiva mais ampla. Para ela os geossistemas devem ser classificados funcionalmente em sistemas isolados – aqueles que não recebem mais energia nem matéria do seu universo, nem sofrem perda – sistemas não isolados – aqueles que mantêm relações com outros sistemas do seu universo e podem ser subdivididos em abertos (trocam energia e matéria) e fechados (trocam energia, mas não matéria). Dentre os sistemas não isolados abertos, através da classificação de Chorley e Kennedy (1971, apud PENTEADO, 1980) ela faz uma classificação estrutural em 4 níveis, que são os sistemas morfológicos – relacionados com as propriedades físicas do fenômeno – os sistemas em sequencia – um conjunto de subsistemas articulados em cadeia, relacionados entre si por entrada e saída de matéria e energia – os sistemas de processos e respostas – combinação de sistemas em sequencia e sistemas morfológicos – e os sistemas controlados – onde a variável humana atua mais veemente, modificando as variáveis e o fluxo de energia e matéria, modificando as formas e o sistema morfológico. Nesse aspecto, o que vai diferenciar os sistemas é a intensidade e a dinâmica dos fluxos de energia e de matéria e da dialética entre os fenômenos naturais e a sociedade.

Quando a abordagem geossistêmica ganha força, a ciência geográfica passava por uma fase de estruturação de uma corrente de pensamento, a saber, a geografia crítica marxista, que buscava estabelecer relações entre as partes constituintes do meio. Essa corrente influenciou sobremaneira os estudos em geografia física (MENDONÇA, 2001).

Os geógrafos físicos e os geógrafos críticos se encontravam e passaram a dialogar. Aqueles acabaram por receber influencia destes. Dessa forma, a abordagem crítica, pautada no materialismo histórico-dialético, serviu de base para os estudos do espaço e do ambiente (MENDONÇA, 2001). Reside-se neste fato as análises geossistêmicas se pautarem na relação dialética entre sociedade e natureza. Segundo Mendonça (2001) não se é mais possível falar em meio ambiente somente do ponto de vista da natureza tendo em vista toda a dinâmica, que é conflituosa, entre os processos sociais e naturais, sobretudo na atual conjuntura de desenvolvimento das forças produtivas.

De acordo com Oliveira (1988), a concepção materialista dialética de espaço e tempo supõe a concepção também materialista dialética da matéria e do movimento, tendo em vista

que a matéria é a base e fonte de tudo o que existe. Para ele a variedade de objetos e fenômenos que observamos na natureza representa as diversas formas de matéria em movimento. O materialismo histórico-dialético aparece, então, como método para a análise integrada em geografia física.

Dentro desta perspectiva crítica e numa tentativa de adequação da proposta geossistêmica soviética para a francesa, Bertrand (2004) estabeleceu seis faces taxonômicas ou estruturais para análise geográfica do meio, que seriam as escalas. As superiores seriam a zona, o domínio e a região, as inferiores o geossistema, a geofácies e o geótopo, unidades nas quais a dinâmica social seria percebida. Assim, na proposta dele o geossistema surge como a maior de três unidades inferiores, sendo englobada pelo potencial ecológico do meio, pela exploração biológica e a ação antrópica, todos com relações diretas entre si, que integram e formam o geossistema. O fator humano, dessa forma, é mais perceptível, sobretudo nas unidades inferiores. Dentro dessa análise, o homem é considerado tanto um ente biológico como antrópico (MELO, 1997), ou seja, tanto integrante (enquanto ser) como social (transformador/modificador).

Podemos elencar uma série de autores/pesquisadores que contribuíram significativamente para a geografia brasileira ao desenvolverem estudos e análises dentro da abordagem geossistêmica, destacando-se alguns como Maria Margarida Penteado, Antônio Christofolletti, Aziz Ab'Sáber, Carlos Augusto Monteiro, Jurandyr Ross, Marcelo Mendonça. Outros como Claudio de Mauro, Dirce Suertegaray, Wanda Sales deram enfoque crítico aos estudos em Geografia Física (MENDONÇA, 2001). Da mesma forma, houve contribuições de Valter Casseti (1991), de Antônio Christofolletti (1980), de Guerra (2000), Cunha e Guerra (2004) entre outros no destaque que dão para as bacias hidrográficas como unidades geossistêmicas de análise e planejamento ambiental, onde estas são consideradas sistemas dinâmicos.

É inegável que o homem a cada tempo que passa transforma, altera e modifica o meio do qual é integrante. Da mesma forma que o homem modifica e altera a natureza, os fenômenos naturais acabam por impactar positivamente ou negativamente a sociedade e suas organizações, sobretudo pela própria dinâmica que o homem provoca, ocasionando situações desconfortáveis pelas alterações ou intensificações dos processos naturais. Nesse sentido, não é possível desconsiderar as relações que se estabelecem entre o homem e a natureza, e, em se tratando da análise ambiental e do clima em bacias hidrográficas, isso se torna ainda mais

evidente, pois são nelas e em torno delas que, há tempos, a sociedade se organiza, vive e faz os seus usos.

A relação entre Geossistema e Climatologia Geográfica

A climatologia geográfica é um dos ramos da geografia física que estuda os caracteres da atmosfera em contato com a superfície terrestre e a distribuição espacial desses caracteres (PEDELABORDE, 1970 apud BARROS, 2009), da mesma forma que estuda a repercussão dos fenômenos atmosféricos sobre o espaço (MONTEIRO, 1969).

Em geografia, de acordo com Zavattini (2000):

Interessa compreender a dinâmica atmosférica numa dada região, considerando sempre o conjunto dos meteoros, sem isolá-los das massas de ar e das frentes que os produzem, pois a gênese dos fatos não pode ser ignorada, sob pena de se perder de vista a intrínseca relação entre os fenômenos atmosféricos e, por exemplo, a diversidade de distribuição dos vegetais e dos animais, ou as diferenciações térmicas, hídricas e de ventilação entre bairros de cidades grandes e de médio porte, ou ainda, os impactos climáticos sobre os campos agrícolas e em certos trechos das imensas metrópoles brasileiras (p. 28).

Nesse sentido, a climatologia geográfica tem como foco em suas análises a relação dialética que se estabelece entre o clima e a sociedade.

A climatologia geográfica surgiu a partir das concepções teórico-metodológicas da meteorologia a qual estava dividida em meteorologia tradicional – que pelas suas necessidades analíticas fazem desaparecer as combinações que tanto interessam às construções geográficas (ZAVATTINI, 2000) – e meteorologia dinâmica – que possibilita a explicação precisa dos fenômenos, pois considera o tempo uma realidade do meio atmosférico (ZAVATTINI, 2000) - sendo que a climatologia herdou essas divisões em sua construção (FERREIRA, 2012). Para Ferreira “a climatologia nasce baseada nos estudos da meteorologia, que estuda a atmosfera e seus fenômenos preocupando-se com os registros e a medição desses fenômenos cuja finalidade seria determinar as condições físicas sob as quais foram produzidos” (2012, p. 767). Esse mesmo autor afirma que a climatologia tem como objeto de estudo os fenômenos da atmosfera em contato com a superfície terrestre e sua distribuição no espaço e, não obstante, a repercussão destes sobre o espaço.

Mendonça (2007) ao fazer estudo da climatologia, afirma que:

O surgimento da climatologia, como um campo do conhecimento científico com identidade própria, deu-se algum tempo depois da sistematização da Meteorologia. Voltada ao estudo da espacialização dos elementos e

fenômenos atmosféricos e de sua evolução, a Climatologia integra-se como uma subdivisão da Meteorologia e da Geografia. Esta última compõe o campo das ciências humanas e tem como propósito o estudo geográfico a partir da interação da sociedade com a natureza (p. 14).

De acordo com Ely “o clima é estudado enquanto um fenômeno que regula o sistema natural, aberto às entradas de energia providas das ações humanas, produzindo a estrutura espacial” (2006, p. 166). De acordo com Zavattini e Boin (2013) a climatologia geográfica “ao analisar e representar o tempo (estados atmosféricos) e o ritmo climático (sucessão habitual ou excepcional dos estados atmosféricos) num dado espaço (geográfico), consegue equilibrar os tratamentos estático e dinâmico do clima” (p. 76). Nesse sentido, a climatologia geográfica dá suporte para análise, em sua totalidade, dos fenômenos climáticos. O clima, então, aparece como imprescindível para o desenvolvimento e a organização espacial.

Para Mendonça:

O estudo do clima compõe um importante capítulo da ciência moderna, pois a atmosfera influencia diretamente as atividades humanas, e estas implicam em alterações naquela. O clima constitui um dos principais campos de estudo da geografia, sendo que a principal particularidade da abordagem geográfica desse componente da biosfera está na ênfase atribuída à interação estabelecida entre a dinâmica da atmosfera/clima e a dinâmica da sociedade (2003, p. 7).

Ainda de acordo com Mendonça (2007): “a climatologia constitui o estudo científico do clima. Ela trata dos padrões de comportamento da atmosfera em suas interações com as atividades humanas e com a superfície do planeta durante um longo período de tempo” (p. 15).

Diante disso, podemos dizer que a climatologia geográfica é uma forma de análise pautada na abordagem geossistêmica do clima. Dessa forma, o clima deve ser analisado tendo como princípio a abordagem geossistêmica, pois nela considera-se, na essência, a relação entre os fenômenos físicos e sociais. Os estudos do clima em bacias hidrográficas permitem a verificar essa relação que se estabelece entre natureza e seus fenômenos e a sociedade e suas dinâmicas. Nelas que são estruturadas as cidades, as aglomerações urbanas, as áreas rurais para agricultura, pecuária, turismo, etc. Nesse aspecto, a análise do clima é imprescindível para o planejamento em bacias hidrográficas, considerando sobretudo a sociedade e a sua dinâmica produtiva.

As Bacias Hidrográficas como Lócus da Análise Climática

Os estudos geossistêmicos tem como princípio norteador a imbricação entre a organização espacial dos elementos naturais que, concomitante e pela ação humana, dão origem a fluxos de energia e matéria que mantém e transformam a dinâmica da paisagem (BERTRAND e BERTRAND, 2007). Dessa forma, os eventos de uma determinada região, os processos de um espaço, podem ser avaliados em sua complexidade na medida em que eles não são vistos ou analisados individualmente. Nesse sentido, o planejamento das diversas áreas e ambientes naturais tende a ser mais adequado e racional, no sentido da intervenção social, seja para a ocupação, gestão, preservação, manejo, exploração, etc.

A lei das águas, nº 9.433/97, instituiu a bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gestão ambiental, e dentro dessa proposta a natureza e a sociedade estão inseridas dentro de uma abordagem geossistêmica, conforme proposta por Bertrand e Bertrand (2006).

A lei se baseia nos seguintes princípios (art.1º):

I – a água é um bem de domínio público; II – a água é um recurso de valor natural limitado, dotado de valor econômico; III – em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; IV – a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; V – a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos; VI – a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e da comunidade (BRASIL, 1997).

A bacia hidrográfica é definida como a área drenada por um rio ou por um sistema fluvial, sendo elas classificadas em 4 tipos de acordo com o escoamento global: exorreicas, endorreicas, arreicas e criptorreicas (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Para Neto e Baptista, “as bacias hidrográficas são áreas da superfície terrestre onde ocorre a drenagem da água, transporte de sedimentos e material dissolvido para um ponto comum do rio” (1995, p. 40), eles ainda definem a bacia hidrográfica como unidades topográficas vistas como sistemas físicos abertos.

Dessa forma, a bacia hidrográfica tem características que a torna unidade muito bem caracterizada e permitem a integração multidisciplinar entre diferentes sistemas de gerenciamento, estudo e atividade ambiental (TUNSIDI e TUNSIDI, 2011). Para os autores, a bacia hidrográfica, como unidade de planejamento e gerenciamento sócio ambiental, representa um avanço conceitual muito importante e integrado de ação. Dessa forma, “o

conceito de bacia hidrográfica aplicado ao gerenciamento de recursos hídricos estende as barreiras políticas tradicionais (municípios, Estados, Países) para uma unidade física de gerenciamento, planejamento e desenvolvimento econômico e social” (p. 154)

Dentro da bacia hidrográfica estão inseridas todas as variáveis possíveis, sobretudo as humanas, pois nelas há estruturada uma organização sócio-espacial e produtiva, principalmente com uso e aproveitamento dos recursos hídricos para o desenvolvimento social. Nesse sentido, ela se torna um ecossistema hidrológicamente integrado, com componentes e subsistemas interativos. Dentro dessa perspectiva, podemos observar que o uso da bacia se dá em vários níveis. Nesses níveis a lógica da interação social/institucional/cultural x natural/físico estão indubitavelmente imbricadas.

No que diz respeito ao espaço, os usos são para delimitação de áreas para cultivo, pastagem, ecoturísticas, áreas de preservação, urbanas, rurais, etc. No que tange aos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, os usos são bastante diversificados. Vão desde os usos para a agricultura, atividades pecuárias e atividades industriais até ao abastecimento público (rural ou urbano), turismo, recreação, tratamento de esgoto, reserva de água, geração de energia, navegação, pesca, entre outros.

Assim, as bacias hidrográficas influenciam a organização espacial e estiveram sempre relacionadas à sobrevivência do homem. A organização da vida humana se dá nesse espaço. Desde o período imperial, no caso brasileiro, é que as bacias hidrográficas vêm sendo usadas na lógica do planejamento (LENCIONI, 2009), tendo em vista a dimensão social, natural, cultural e territorial que a mesma possui. A lógica de organização e ordenamento territorial se estrutura dentro das bacias. Nesse sentido, as alterações no/do uso do solo e a dinâmica ambiental são mais perceptíveis nas bacias. Portanto, as bacias hidrográficas são espaços plausíveis de identificação da relação entre os fenômenos naturais e a sociedade. Afinal, são nelas que estão inseridos os recursos hídricos, elemento utilizado pela sociedade para inúmeros fins, sobretudo no que tange aos vieses econômicos, territoriais e sociais.

Para os estudos em bacias hidrográficas “faz-se necessário entendê-la como um sistema não isolado” (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 106). Vários são os fatores que a formam como as águas, o clima e os fenômenos climáticos, a geomorfologia, o espaço urbano e rural, as atividades econômicas (indústria, agricultura) e administrativas, entre outros que estão em relação constante uns com os outros, ou seja, são sistemas que estão integrados e que formam a bacia. Neles há uma forte relação dialética entre si e com os demais fatores que compõe a bacia, com os quais há intensas trocas de energia e matéria.

Os geossistemas são unidades em que estão entrelaçados os fenômenos físicos/naturais e sociais, no sentido de uma relação dialética, ou seja, ambos interferindo no outro. Assim, os fenômenos atmosféricos também estão inseridos no geossistema, sendo estes capazes de influenciar na organização social estabelecida nesses locais.

De acordo com Aversa (2011), o clima é uma das partes integrantes dos geossistemas que tem maior poder de ação sobre a sociedade. O clima é, portanto, determinante para o planejamento do uso e gestão de bacias hidrográficas, entendendo essas como unidades geossistêmicas.

Tendo em vista que a análise do clima se faz, não somente, mas principalmente, em escala regional, podemos entender a bacia hidrográfica como uma das escalas mais apropriadas para estudos climáticos. Mesmo em análises em escalas menores como as microclimáticas, os estudos do clima podem-se situar em microbacias ou sub-bacias. São nas bacias que fatores como inundações, secas, cheias, queimadas, escorregamentos, deslizamento de encostas (SOUZA, 2003) entre outros acontecem. Além disso, as áreas urbanas são estruturadas dentro de bacias, portanto, o fator poluição do ar está presente e estão ligadas a fatores atmosféricos (HEIBER, 2006), da mesma forma que essa poluição atinge as pessoas, sobretudo no que diz respeito a doenças de cunho respiratório (NATALINO, 2011).

De acordo com Galego (1972, apud ZAVATTINI, 2004) o comportamento da poluição atmosférica que atinge diretamente a população é diretamente influenciada pela ação dos elementos meteorológicos e os tipos de tempo e se incide diretamente sob uma determinada região. Ao fazer o estudo para a cidade do Rio de Janeiro ela considera fatores para elevação ou retração da poluição atmosférica. Para a autora há o aumento da poluição na medida em que:

- a. a temperatura se eleva e decresce a umidade relativa e a pressão atmosférica;
- b. da entrada de frentes frias fracas, sem ocorrência de chuvas ou com chuvas fracas, provocando uma inversão térmica que beneficia a concentração dos poluentes em uma determinada região;
- c. da existência de inversões térmicas nas baixas camadas da atmosfera e do predomínio da atuação da Massa Tropical Atlântica, pois a situação anticiclônica e de subsidência que se forma contribui para a concentração de poluentes;
- d. do predomínio de calmarias;
- e. em situação pré-frontal, quer sob o domínio da Massa Tropical Atlântica ou Polar tropicalizada, apresentando aumento de temperatura, decréscimo da umidade relativa e da pressão atmosférica e inversão térmica.

Ela ainda aponta situações em que há diminuição da poluição atmosférica:

- a. a temperatura decresce e aumentam a umidade relativa e a pressão atmosférica;
- b. a temperatura se eleva, elevando-se também a umidade relativa ou a pressão atmosférica, ou ambas;
- c. da invasão de frentes frias com precipitações elevadas ou mesmo baixas ou ausentes, se provocam resfriamento;
- d. após a passagem da frente passa a dominar na região a Massa Polar Atlântica, provocando uma inversão de temperatura, resfriamento do ar em superfície e aumento da umidade relativa e da pressão atmosférica, às vezes, acompanhada de chuvas;
- e. em situação pré-frontal em que haja ocorrência de chuvas ou trovoadas, ou ainda queda de temperatura ou movimentos ascendentes com difusão de umidade em altitude;
- f. da formação de situações ciclônicas, que através do turbilhamento podem fazer com que os poluentes se elevem em grandes alturas e sejam transportados a grandes distâncias por correntes aéreas, diminuindo a poluição local;
- g. da existência de ventos constantes, com boa intensidade, ou de rajadas que possam dispersar poluentes. (p. 42, 43)

Brino (1973) faz uma análise da bacia do Corumbataí e adjacências em São Paulo e, considera a influência do clima sobre a sociedade dentro da bacia em questão. Além disso, ele coloca que deve-se, em trabalhos futuros, analisar os impactos do clima na bacia sobre as atividades agrícolas, sobretudo dos períodos extremamente secos (ZAVATTINI, 2004).

Nas análises em bacias hidrográficas, vários fatores podem ser considerados no que diz respeito ao estudo do clima como a circulação e variação das águas superficiais, influenciadas diretamente pela dinâmica das chuvas (variação da precipitação ao longo do ano), bem como a variação das águas subterrâneas, influenciadas também pelas chuvas, que vão dar a recarga dos aquíferos e do lençol freático.

Outro fator a ser considerado é a variação do regime pluviométrico e das condições climáticas para algumas culturas agrícolas, pois sabe-se que a quantidade de chuvas pode favorecer ou não determinadas culturas agrícolas bem como a temperatura, a pressão, a umidade, os ventos, a luminosidade, a radiação solar, a distribuição da radiação solar ao longo do ano, a altitude, entre outros que são fatores determinantes na produção no campo. Conforme Conti (1998),

A escolha da cultura a ser desenvolvida começa pela consideração das características climáticas locais, uma vez que cada espécie vegetal está adaptada a condições bem definidas de calor, precipitação, umidade relativa, além de possuir determinado padrão de sazonalidade climática (p. 50).

Dentro das bacias, a fim de planejamento um fator importante a ser considerado é a classificação climática de regiões ou sub-regiões. Isso permite a adequação do uso do solo da

bacia para diversos fins. Assim, o estudo do clima em bacias permite o planejamento efetivo dela e a ocupação de forma produtiva. Além disso, a compartimentação climática de bacias faz-se imprescindível, pois permitem o conhecimento mais aprofundado da área e ajuda no planejamento urbano, agropecuário e industrial.

Em bacias hidrográficas a poluição hídrica também deve ser foco de análise, tendo em vista que grande parte dela se dá pelo processo de lixiviação. Dessa forma, o impacto das chuvas no solo e a poluição das águas dos recursos da bacia é outro processo a ser levado em consideração e imprescindíveis de estudo.

Erosões, sobretudo em vertentes cursos d'água, em sua grande parte, são impactos causados por fatores climáticos, sobretudo pela precipitação, nas vertentes das bacias em áreas urbanas ou não.

De acordo com Christofolletti (1980).

O primeiro impacto erosivo dos solos é propiciado pela ação mecânica das gotas de água, que promove o arrancamento e deslocamento das partículas terrosas. Essa ação mecânica é exercida por causa da energia cinética das gotas, variável de acordo com o tamanho e a velocidade das mesmas (p. 29).

Christofolletti (1980) ainda afirma que:

O processo de transporte mais importante é o escoamento pluvial, que começa a aparecer quando a quantidade de água precipitada é maior que a velocidade de infiltração. Os minúsculos filetes de água que então se formam, devido às asperezas da superfície e a existência da cobertura vegetal, são incessantemente freados e desviados de seu curso, mas vão se engrossando à medida que descem a encosta, e quando se encontram formam as enxurradas (p. 30).

No que diz respeito à áreas urbanas, processos de poluição dentro da área da bacia onde a cidade ou a metrópole ou região metropolitana está inserida são relativos à dinâmica climática. A direção e intensidade dos ventos, o calor, a precipitação, a pressão atmosférica, as frentes e as massas de ar que vão atuar, a altitude, a latitude, a temperatura, a nebulosidade, entre outros, são fenômenos que vão contribuir para o agravamento da poluição do ar, poluição da água, deslizamento em áreas de risco, inundações, enchentes, o que provocará doenças de vários cunhos, principalmente respiratórias, problemas sociais de habitação e moradia, de infra-estrutura (erosões, danos em rede elétrica, hidráulica e asfaltamento) etc. Tudo isso é fruto da relação entre a dinâmica social e o clima, sendo que aqueles acabam por agravar e intensificar a repercussão dos fenômenos climáticos, sobretudo em áreas urbanas.

Assim, são várias as implicações e as possibilidades de estudos em bacias hidrográficas. Tendo-as como unidade de planejamento ambiental, econômico e territorial,

faz-se necessários estudo do clima nessas áreas afim de entender como se dão os processos de fluxo de entrada e saída de energia dentro delas. E por abarcarem os recursos hídricos a importância de estudos climáticos se torna ainda maior. De acordo com Zandonadi (2009), estudos do clima com foco em bacias hidrográficas é fundamental para o planejamento de ações que favoreçam o melhor aproveitamento e distribuição das suas águas nas mais variadas instâncias, como agrícolas, urbano, industrial, energia, etc.

Zavattini (2000) afirma que “a climatologia geográfica estuda as relações que se estabelecem entre o clima e o meio geográfico (formas do terreno, superfícies líquidas, grandes extensões continentais, cobertura vegetal, áreas urbanizadas ou cultivadas), ou até mesmo com as doenças” (p. 28). Nesse sentido a sociedade é quem recebe as influências diretas do clima e do tempo, pois são nas bacias hidrográficas que ela se organiza territorialmente, culturalmente, seja no espaço urbano ou rural.

De acordo com Baldo (2001 apud Zandonadi, 2009):

A análise climatológica fornece subsídios importantes, tanto no que diz respeito ao conhecimento da realidade espacial quanto ao da organização das atividades econômicas. Cumpre destacar o zoneamento agrícola e o estudo das bacias hidrográficas com todas as suas implicações (p. 16).

Diante disso, as bacias hidrográficas se configuram como lócus de análise climática e elas mesmas são geossistemas. Os estudos, então, devem ser definidos levando em consideração as imbricações entre as variáveis físicas, sociais e territoriais. Estas devem estar associadas a fim de se estudar essas áreas de forma integrada.

Considerações finais

Nascimento (2004, p. 168) afirma que “objetivo básico da Geografia Física é o estudo dos geossistemas... pois eles fornecerão as informações sobre a dinâmica da natureza, possibilitando o planejamento para o uso prudente do espaço geográfico, com fins à equidade intertemporal”.

Ele ainda exalta a importância da contribuição dos estudos da abordagem geossistêmica para a geografia física quando diz que:

O geossistema deu à geografia física melhor caráter metodológico, até então complexo e mundialmente indefinido, facilitando e incentivando os estudos integrados das paisagens. Desta forma, pode-se afirmar que o método geossistêmico calhou bastante às análises ambientais em Geografia, pois possibilita um prático estudo do espaço geográfico com a incorporação da ação social na interação natural com o potencial ecológico e a exploração biológica (NASCIMENTO, 2004, p. 168, 169).

Para Penteadó (1980), abordagem geossistêmica é o método mais importante para aplicação da Geografia física, sobretudo no que diz respeito à solução de problemas de natureza social e econômica. Nisto situa-se a dificuldade dos estudos em geografia, pois a abordagem geossistêmica considera a relação direta entre sociedade e natureza.

Considerando as bacias hidrográficas como unidades geossistêmicas (PENTEADO, 1980), é possível elaborar estudos de forma integrada nessas áreas, tendo em vista que todos os fenômenos possíveis estarão presentes nesses locais. No que tange aos estudos do clima, como já foi dito, a climatologia geográfica pode ser considerada como uma forma geossistêmica de análise do clima. Nesse sentido, a relação dialética que se estabelece entre os fenômenos naturais e sociais são abarcados pela climatologia geográfica. Tendo como referência uma análise geossistêmica do clima, é inevitável a ligação dos fenômenos climáticos e a sociedade nas bacias. Ora, a sociedade se organiza, transforma (negativamente ou positivamente) e gerencia o espaço no qual ela se encontra, e são nas bacias hidrográficas que essa organização social se dá. Dessa forma, o clima influencia diretamente a vida dos indivíduos e estas influências podem ser variar positivamente ou negativamente em função da própria ação humana sobre o espaço.

Nos estudos em bacias hidrográficas considerar as variáveis físicas e ecológicas (clima, relevo, vegetação, geologia, geomorfologia, hidrologia, ecossistemas, etc.) e sócio-espaciais (uso, ocupação, gestão, organização) que se inserem na unidade de planejamento tornará possível a integração dos diversos fenômenos que contribuirá para o planejamento efetivo, racional, não destruidor e produtivo.

Referências Bibliográficas

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas Sobre o Quaternário. In.: **Geomorfologia**, São Paulo, IGEOG-USP, n 18, 1969.

AVERSA, M. C. **Circulação Atmosférica e Precipitação Pluviométrica na Bacia do Itajaí-SC: um estudo climatológico aplicado**. 104 p. (Monografia de Graduação em Geografia), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, São Paulo, UEP/IGCE, 2011.

BARROS, J. R. Bases Conceituais em Climatologia Geográfica. **Mercator**: Revista de Geografia da UFC, ano 08, nº 16, 2009.

BERTALANFFY, L. V. **General System Theory - Foundations, development and applications**. New York: George Braziler, 1968.

____ **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis (RJ): Vozes, 1975.

____ **Perspectivas en la teoría general de sistemas: Estudios científico-filosóficos**. Madrid: Alianza, 1975.

____ **Teoria dos Sistemas**. Rio de Janeiro: FGV, 1976.

____ **Tendencias en la teoría general de sistemas**. Madrid: Alianza, 1972.

BERTRAND, G. **Paysage et Geographie Physique Global, Revue Geographique des pyrénées et du Sud-Ouest**. Toulouse: 39(3):242-272, 1968.

____ **Paisagem e Geografia Física Global: Esboço Metodológico**. R.RA'E GA, Curitiba, n. 8, UFPR, 2004.

BERTRAND, G; BERTRAND, C. **Geografia del Medio Ambiente: el sistema GTP: Geosistema, Território e Paisaje**. Granada, ES: Universidade de Granada, 2006.

____ **Uma Geografia Transversal e de Travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Orgs.: PASSOS. Messias Modesto dos. Maringá, SP. Massoni, 2007.

BRASIL, **Lei nº 9.433/97, Política Nacional dos Recursos Hídricos**. 1997. Disponível em www.planalto.gov.br.

____ **Decreto nº 4.797/2002, Regulamenta o Art. 9, inciso II, da Lei 6.938/1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico Econômico do Brasil – ZEE**. Disponível em www.planalto.gov.br.

CASSETI, V. **Ambiente e Apropriação do Relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.

CHORLEY, R. J; KENNEDY, B. A. – **Physical Geography: a Systems Approach**. Prentice Hall Inc. Co, London, 1971. Apud PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3 ed. Rio de Janeiro, IBGE, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.

_____. **Geomorfologia**. São Paulo, Edgard Blucher, 1980.

CONTI, J. B. **Clima e Meio Ambiente**. São Paulo, Atual, 1998.

CUNHA, S. B; FREITAS, M.W.D. **Geossistemas e Gestão Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio São João-RJ**. GEOgraphia, nº12, UFF, 2004.

ELY, D. F. **Teoria e Método da Climatologia Geográfica Brasileira: uma abordagem sobre seus discursos e práticas**. 208 p. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, UEP/FCT, São Paulo, 2006.

FERREIRA, A; VIEIRA, G; JANSEN, J. **Metodologia de Classificação e Análise de Paisagens: o exemplo do projeto estrela**. Finisterra, Vol. XXVI, 2001.

FERREIRA, J. S. **Climatologia: Aportes Teóricos, Metodológicos e Técnicos**. GEONORTE, V. 1, N. 5, 2012.

GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental In: GUERRA, J. T.; CUNHA. S. B (orgs). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

HEIBER, R. F. D. **Poluição do Ar por veículos Automotores e Tipos de Tempo em Áreas Metropolitanas: a elaboração de um roteiro metodológico**. 127 p. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UEP/IGCE, Rio Claro, São Paulo, 2006.

KOESTLER, A. Jano. São Paulo, Melhoramentos, 1981. Apud. CUNHA, S. B; FREITAS, M.W.D. **Geossistemas e Gestão Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio São João-RJ**. GEOgraphia, nº12, UFF, 2004.

LEFF, E. **Epistemologia Ambiental**. Tradução de Sandra Valenzuela. 4. Ed. São Paulo, Cortez, 2006.

LENCIONE, S. **Região e Geografia**. São Paulo: EDUSP, 2009.

MELO, D. R. **Geossistemas: Sistemas Territoriais Naturais**. In.: Simpósio Brasileiro de Geografia Aplicada. Curitiba. Anais: UFPR, 1997.

MENDONÇA, F. **Geografia Socioambiental**. São Paulo, Terra Livre, n 16, 2001.

_____. **Apresentação**. In: Terra Livre. Ano 19, V.1, N. 20. Provo, São Paulo, 2003.

_____. DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas no Brasil**. São Paulo, Oficina de Textos, 2007.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas: A História de uma Procura**. São Paulo, Contexto, USP (2000).

_____. **Análise Rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho**. IGEOUSP, São Paulo, 1971.

_____. **A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Fachada Sul-Oriental do Brasil (Contribuição metodológica a análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil)**. São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia, 1969.

NASCIMENTO, F.R.; SAMPAIO, J.L.F. **Geografia Física, Geossistemas e Estudos Integrados da Paisagem**. Revista da Casa da Geografia de Sobral, n1, 2004-2005.

NATALINO, R. R. **Clima e Saúde – Contribuição ao Estudo das Condições Atmosféricas e Relação com as Doenças Respiratórias**: subsídio às políticas públicas locais. 214 p. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UEP/IGCE, Rio Claro, São Paulo, 2011.

NETO, M. D. A; BAPTISTA, G. M. M. **Recursos Hídricos e Ambiente**. Edição do Autor, Brasília, 1995.

OLIVEIRA, A. U. Espaço e Tempo: Compreensão Materialista e Dialética. In: **Novos Rumos da Geografia Brasileira**. Org.: Milton Santos. Hucitec, São Paulo, 1988.

PAULA, E. M. S; SOUZA, M. J. N. **Lógica Fuzzy como Técnica de Apoio ao Zoneamento Ambiental**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis, Anais, São José dos Campos: INPE, 2007, p. 2979-2984.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3 ed. Rio de Janeiro, IBGE, 1980.

RICHTHOFEN, F. **Tareas y métodos de la geografía actual**. Didáctica Geográfica v. 3, p. 49-62, 1883 (1978).

ROSS, J. L. S. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados**. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo: USP/FFLCH, p. 65-76, 1994.

_____. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento**. 9. Ed. São Paulo, Contexto, 2012.

SALLES, V.C. **Geografia, Sistemas e Análise Ambiental: abordagem crítica**. GEOUSP-Espaço e Tempo, São Paulo, n 16, 2004.

SANTOS, M. **Por Uma Geografia Nova: da Crítica da Geografia a uma Geografia Crítica**. 3 ed. Hucitec, São Paulo, 1986.

SORRE, M. **Les Fondementes de La Géographie Humaine**. Paris, Librairie Armand Colin, 1951.

SOTCHAVA, V. B. **Definition de Quelque Notions et Termes de Géographie Physique**. Institute de Geographie de la Sibirie et Extrem Orient. 3: 94-177, 1962.

SOTCHAVA, V. B. **Estudo de Geossistemas**. Métodos em Questão nº 16. São Paulo: IG, USP, 1977.

SOTCHAVA, V. B. **Por uma Teoria de Classificação de Geossistemas de Vida Terrestre**. Série Biogeografia nº 14, IG, USP, São Paulo, 1978.

SOUZA, L. B. **Chuvas e Escorregamentos na Região Noroeste da Área Urbana de Juiz de Fora - MG: uma abordagem genética em climatologia**. 152 p. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UEP/IGCE, Rio Claro, São Paulo, 2003.

TRICART, J. **Principes et méthodes de la geomorphologies**. Paris: Masson, 1965, p. 01-19.

_____. **Ecodinâmica - recursos naturais e meio ambiente**. Rio de Janeiro: IBGE - SUPREN, 1977.

____ **Paisagem e ecologia. Inter-facies.** São José do Rio Preto (SP): IBILCE-UNESP, n.76, 1982.

TUNSIDI, J. G; TUNSIDI, T. M. **Recursos Hídricos no Século XXI.** São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

ZANDONADI, L. **As Chuvas na Bacia do Paraná: aspectos temporais, espaciais e rítmicos.** 136 p. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UEP/IGCE, Rio Claro, São Paulo, 2009.

ZAVATTINI, J. A. **O paradigma da Análise Rítmica e a Climatologia Geográfica Brasileira.** Geografia, Rio Claro, Vol. 25, p. 25-43, 2000.

____ BOIN, M. N. **Climatologia Geográfica: teoria e prática de pesquisa.** Campinas, São Paulo, Ed. Alínea, 2013.

____ **Estudos do Clima no Brasil.** Campinas, São Paulo, Ed. Alínea, 2004.