

REVISÃO TEÓRICO-CONCEITUAL DO ESTUDO DAS ENCHENTES NAS LINHAS DE PESQUISA DA GEOGRAFIA FÍSICA

THEORETICAL AND CONCEPTUAL REVIEW FOR STUDY OF FLOODS IN PHYSICAL GEOGRAPHY LINES OF RESEARCH

Cássio Arthur WOLLMANN

Geógrafo / Prof. Dr. Universidade Federal de Santa Maria

Centro de Ciências Naturais e Exatas, Departamento de Geociências, Curso de Geografia.

cassio_geo@yahoo.com.br

RESUMO

As enchentes podem ser consideradas uma das consequências da atuação e dinâmica de sistemas naturais sobre a superfície terrestre que maiores alterações provocam no espaço geográfico. Nesse sentido, ao se propor uma revisão teórica sobre o conceito deste fenômeno, procurou-se realizar uma abordagem interdisciplinar. Dentre os resultados encontrados, o conceito de enchente aplica-se a sua irregularidade no espaço e no tempo, e que foi melhor definido pelo conceito de Guerra E Guerra (2003). Para a Geomorfologia, a Bacia Hidrográfica é vista como a unidade hidrogeomorfológica na qual dá-se a ocorrência destes fenômenos. Na visão geoambiental e geossistêmica, as enchentes são fenômenos que ocorrem não apenas em um subsistema, mas em vários, tais como o subsistema clima, solos, água, relevo, vegetação, em consonância com subsistemas sociais, tais como agricultura, indústria, meio urbano, população, mineração, dentre outras. Já no contexto climático, as enchentes são vistas como azares da natureza sobre o homem, logo, o homem deve aprender a se prevenir.

Palavras-chave: Enchentes; Linhas de Pesquisa; Geografia Física.

ABSTRACT

Floods can be considered one of the consequences of action and dynamic natural systems on the Earth's surface to cause major changes in the geographic space. In this sense, to propose a theoretical review of the concept of this phenomenon, it tried to carry out an interdisciplinary approach. Among the findings, the concept of flood applies to its irregularity in space and time, and that was better defined concept of Guerra E Guerra (2003). To Geomorphology, Hydrographic Basin has been seen as the spatial unit in which gives the occurrence of these phenomena. Vision and geoenvironmental geosystemic, floods are phenomena that occur not only in a subsystem, but several, such as the subsystem climate, soils, water, relief, vegetation, consistent with social subsystems, such as agriculture, industry, urban, population, mining, among others. In the climate context, the floods are seen as hazards of nature over man, so man must learn to protect themselves.

Keywords: Floods, Research lines, physics geography.

INTRODUÇÃO

As enchentes podem ser consideradas uma das conseqüências da atuação e dinâmica de sistemas naturais sobre a superfície terrestre que maiores alterações provocam no espaço geográfico. Essa dinâmica não se restringe apenas ao aumento da vazão que leva à enchente, mas também aos movimentos atmosféricos, aos processos geomorfológicos e, principalmente, às repercussões ocorridas nas áreas afetadas pelas enchentes, em especial nas áreas urbanas situadas às margens dos rios, onde são processos freqüentes.

Nesse sentido, ao se propor uma revisão teórico-metodológica para a investigação de enchentes, procurou-se uma abordagem interdisciplinar, pois as enchentes têm alcance em praticamente a maioria das linhas de pesquisa da Ciência Geográfica, principalmente naquelas ligadas aos objetivos propostos para esta pesquisa, tais como a Climatologia, a Geomorfologia e a Visão Geossistêmica.

Buscou-se, inicialmente, discutir o conceito de enchente, pois se compara, muitas vezes, esta terminologia à sinônimos como inundação, alagamentos e cheias, mas que se constituem em processos dinâmicos do espaço geográfico distintos. No decorrer, a fundamentação teórica encontra-se subdividida em mais 3 (três) outros tópicos, os quais foram escritos separadamente para melhor esclarecer o tema ao leitor, bem como nortear de forma mais clara esta pesquisa. Tais tópicos consistem nas seguintes linhas de pesquisa inerentes à Geografia Física: Geomorfologia, Geossistemas e Climatologia.

MATERIAIS E MÉTODOS

A fundamentação teórica encontra-se subdividida em 04 (quatro) tópicos, os quais foram escritos separadamente para melhor esclarecer o tema ao leitor, bem como nortear de forma mais clara esta pesquisa. No primeiro item, buscou-se discutir o conceito de enchente, pois se compara, muitas vezes, esta terminologia à sinônimos como inundação, alagamentos e cheias, mas que se constituem em processos dinâmicos do espaço geográfico distintos.

O segundo, terceiro e quarto subtítulos tratam, respectivamente, das enchentes como processo geomorfológico, geossistêmico e climático, ou seja, de que forma as condições geoambientais e geocológicas de uma dada área podem favorecer o desencadeamento de uma enchente, bem como sua relação com os diversos subsistemas estudados em Geografia.

RESULTADOS E DISCUSSÕES – REVISÃO TEÓRICA

a) Do conceito de enchente

A fim de se evitar quaisquer tipos de erros para com o objeto de estudo desta pesquisa, buscou-se o verdadeiro conceito de enchente, uma vez que é confundido, por vários profissionais, com os conceitos de inundação, alagamento e cheia, conforme revelou a revisão teórica realizada.

Desde o momento em que se buscou o significado dos referidos conceitos, ficou evidenciado que, qualquer que seja o termo empregado, é o regime fluvial o responsável pelo controle da subida e descida das águas de um rio. Para Christofolletti (1974, p. 53), qualquer que seja a “... variação do nível das águas fluviais no decorrer do ano corresponde ao regime fluvial, e o volume de água, medido em metros cúbicos por segundo, é o débito, vazão, ou módulo fluvial”.

Ainda, Coque (1977) coloca que o regime hidrológico possui uma enorme complexidade, uma vez que se trata de um componente organizado em forma de rede, sendo o aumento da vazão controlado por diversos afluentes, dando um caráter complexo ao estudo dos regimes dos rios.

Nesse sentido, fruto dos regimes fluviais ou hidrológicos, tem-se as inundações, que para Teixeira; Toledo; Fairchild; Et. Al. (2000, P. 212) “... constituem um dos principais e mais destrutivos acidentes geológicos e ocorrem quando a descarga do rio torna-se elevada e excede a capacidade do canal, extravasando suas margens e alagando as planícies adjacentes”.

Ainda, sob uma perspectiva geomorfológica, Derruau (1978, p. 105) coloca que, quando as águas extravasam o leito aparente ou menor, é que se tem os períodos de cheia e não inundação, conforme abordaram Teixeira, Toledo, Fairchild, et. al. (op. cit).

Nesse contexto, alguns autores compreendem o conceito de inundação como sendo o de cheia. Entretanto, Strahler (1974, p. 462) coloca que “... inclusive os engenheiros hidráulicos não são capazes de definir o termo cheia” e que para o referido autor, uma cheia seria o mesmo que uma inundação anual, indo ao encontro de Christofolletti (1974, p. 65), ao dizer que a cheia é o fenômeno que ocupa o leito maior de um rio (ou leito periódico ou sazonal), “pelo menos uma vez a cada ano”. Guerra e Guerra (2003, p. 29) também abordam a inundação como um processo periódico, no qual sua principal repercussão é a invasão das águas do rio em um terreno alagadiço, e que, “... em certo período podem se transformar em uma área seca”.

Ainda salientando idéias de Christofolletti (op. cit), para o autor, do ponto de vista geomorfológico, quando as cheias ultrapassam o leito maior, tomando conta do “leito excepcional”, as cheias passam a ser denominadas enchentes, visto a enorme quantidade de água e área de atuação, o que difere estas duas terminologias.

Em contraponto a Christofolletti (op. cit), Teixeira; Toledo; Fairchild; et al (op. cit) esclarecem que, quando há intervenção humana nos processos de subida e descida dos níveis de água de um rio, seja em função de uma ruptura de barragem ou de diques artificiais, tem-se válido o uso do termo “enchentes”.

Sob o ponto de vista climático, cuja repercussão é o incremento de água no regime fluvial, mais uma vez Teixeira; Toledo; Fairchild, Et Al (op. cit), a respeito das inundações, colocam que:

“Períodos anômalos de chuva sobre as bacias de drenagem podem ocasionar a súbita elevação do nível d’água dos cursos fluviais, os quais, além de inundar áreas cultivadas e reduzir a disponibilidade de água potável, acarretam a destruição de construções e podem redundar na perda de vidas humanas e animais domésticos”.

Para Bigarella (2003), a enchente pode ser vista a partir de uma leitura geomorfológica das bacias de inundação, como períodos de transbordamentos dos rios, nos quais o transporte, em suspensão, de grânulos finos (silte e argilas) são os principais materiais construtores das planícies de inundação ou várzeas. No desenvolver de sua obra, percebe-se que o autor utiliza períodos de transbordamento (ou apenas transbordamento), enchente e cheia como sinônimos, colocando que os diques são inundados apenas poucos dias durante o ano e que podem ser rompidos, apenas em alguns pontos, por processos de grande extensão e movimentação, como as enchentes.

No entanto, fica evidenciada a confusão do autor para o uso do conceito, pois se a inundação ou cheia ocorre por poucos dias ao longo do ano, subentende-se uma periodicidade ao longo dos anos, mesmo que o processo seja por poucos dias. Nesse caso, o termo enchente não se aplica, por se tratar de um fenômeno não periódico e nem sazonal. Nessa mesma perspectiva climática, GUERRA E GUERRA (op. cit, p. 220) colocam que as enchentes podem ser entendidas como “... as grandes chuvas que ocorrem nos rios. Geralmente causando verdadeiros desastres, provocando perdas na agricultura, pecuária, cidades próximas, etc... O que caracteriza as enchentes é a sua irregularidade, não ocorrendo todos os anos”.

Do ponto de vista da Climatologia Geográfica, Monteiro (1976, p. 136) coloca que qualquer tipo de impacto meteórico (precipitação) resume-se em drásticas conseqüências, salientando que “... são episódios ou eventos restritos no tempo que estão presos ao modo de transmissão da energia, ou seja, ao ritmo de sucessão dos estados atmosféricos”. Dentre os principais impactos/desastres resultantes das chuvas, estão os alagamentos em áreas densamente urbanizadas, tendo sua gênese ligada aos aguaceiros, ou chuvas fortes e passageiras, comuns de ocorrerem em alguns centros urbanos brasileiros, especialmente na Região Sudeste do Brasil.

Neste sentido, portanto, fica claro que os termos inundação, alagamento, cheia e enchentes provocam confusão, de acordo com diversos autores. Entretanto, chega-se à conclusão que inundação e cheia são utilizados, na maioria dos casos, como sinônimos, uma vez que estão ligados a uma periodicidade quanto a sua ocorrência, no geral, uma vez ao ano, atacando as mesmas áreas geomorfológicas. Os alagamentos, estão restritos as áreas urbanas, fruto das fortes chuvas sobre um ambiente extremamente urbanizado e solo intensamente impermeabilizado.

Com relação às enchentes, há uma enorme diferença entre os conceitos apresentados pelos autores analisados. Entretanto, Guerra E Guerra (op. cit.) é quem trazem a definição mais clara para o termo ao colocarem que não se trata de um fenômeno regular e periódico, mas sim, resultado de um extremo pluviométrico em função da circulação atmosférica em consonância com os fatores geográficos, portanto não se tratando excepcionalmente da intervenção humana.

b) As enchentes como processo geomorfológico

Após a discussão acerca dos conceitos envolvidos no estudo das enchentes com o intuito de evitar confusões futuras com o tema proposto nesta pesquisa, parte-se para a análise das enchentes sob o ponto de vista da geomorfologia, especialmente da fluvial e antropogênica.

A revisão sobre o tema evidenciou que as enchentes, para a Geomorfologia, estão muito mais relacionadas com as alterações no meio ambiente pelo homem do que como conseqüência do sistema climático sobre o geomorfológico. Também é evidente a deficiência em número de trabalhos práticos sobre as enchentes no contexto geomorfológico, salvo os de Grilo; Foresti; Viadana (2002), Salgado; Chagas; Santos (2007), Cavalcanti; Lopes (2007) e Barbosa; Antero (2007).

Nessa etapa da revisão teórica, busca-se relacionar os condicionantes geoambientais do sistema geomorfológico capazes de interferir na gênese de uma enchente, haja vista que se trata de um conteúdo amplo e ainda pouco discutido na ciência Geográfica, segundo a abordagem proposta neste trabalho.

Inicialmente, deve-se ter a clareza que as enchentes, como fenômeno geográfico, ocorrem em um espaço natural e geometricamente delimitado: as bacias hidrográficas. A bacia hidrográfica para Coelho Netto (1996, p. 97-98) pode ser considerada “... uma área da superfície terrestre, que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial. O limite de uma bacia de drenagem é conhecido como divisor de drenagem ou divisor de águas”.

Neste mesmo contexto científico, porém mais aprofundado na abordagem geossistêmica, tem-se o conceito de Chorley (1962 apud Coelho Netto, 1996).

“A bacia de drenagem, enquanto uma unidade hidrogeomorfológica, constitui um exemplo típico de sistema aberto na medida em que recebe impulsos energéticos das forças climáticas atuantes sobre sua área, e das forças tectônicas subjacentes, e perde energia por meio da água, dos sedimentos e dos solúveis exportados pela bacia no seu ponto de saída”.

Nesse sentido, vê-se que o autor aprofunda significativamente o conceito de bacia hidrográfica como uma unidade hidrogeomorfológica. Observa-se, ainda, implícita na contextualização, que a bacia hidrográfica recebe “impulsos energéticos das forças climáticas”, por isso trata-se de um sistema aberto. Sabendo-se que o impulso energético climático tem seu resultado ligado aos aumentos nos índices pluviométricos, se este impulso sofrer um incremento de energia, ocasionando maior queda pluviométrica sobre a bacia, a resposta da bacia e sua rede de drenagem a essa sobrecarga de energia climática resultariam nas enchentes propriamente ditas.

A bacia hidrográfica sendo a unidade de área a ser considerada nos estudos de enchente, a sua forma também pode ser um condicionante geoambiental para a formação deste fenômeno.

Para Christofolletti (1974), baseando-se nos estudos de geomorfólogos norte-americanos, a forma da bacia pode ser calculada através do Índice de Circularidade, cujo resultado da aplicação matemática varia de 0 a 1. Sabe-se que quanto mais próximo de 1 (um) for o resultado, mais circular será a bacia hidrográfica, ou seja, sua forma será próxima de um círculo.

Nesse sentido, conforme estudos práticos realizados por vários autores, quanto mais circular for a bacia hidrográfica, menores as chances de ocorrerem grandes enchentes em seu interior do que se a mesma bacia for menos circular possível. Isso se dá, basicamente, pelo fato de que a chuva, ao precipitar próximo aos divisores de água, leva o mesmo tempo para percorrer as vertentes até chegar ao canal principal. Assim, o tempo gasto para que o escoamento da água da chuva prossiga do interflúvio até o talvegue, também é tempo necessário para que o escoamento fluvial também possa ocorrer. Assim, o rio pode incorporar a água da vertente, sem elevar sua vazão, diminuindo as chances de ocorrência de enchentes. Entretanto, se a bacia hidrográfica não for relativamente circular, o processo de enchentes pode tornar-se muito mais comum nesse tipo de espaço. Para que ocorra uma enchente não basta apenas que a forma da bacia contribua para que o evento ocorra, mas a forma do relevo no interior da bacia também pode ser responsável pelo seu surgimento, especialmente no que tange às formas relacionadas ao processo fluvial e ao de vertentes, tais como os leitos fluviais, as planícies de inundação e a forma das vertentes, especialmente no que se refere à contribuição destas sobre o perfil longitudinal ou fluvial do canal principal.

Para Christofolletti (op. cit, p. 64-65), são 4 (quatro) os tipos de leitos fluviais existentes: leito de vazante, que consiste no menor dos leitos, onde ocorre o escoamento das águas baixas, mesmo em períodos de estiagem e seca, neste último caso quando o curso d'água é perene; o leito menor que é bem delimitado pelas margens do rio e onde escoam água a maior parte do tempo, possuindo seu fundo completamente irregular no que se refere à profundidade; o leito maior, também chamado de periódico ou sazonal, pois é ocupado pelas cheias e enchentes e separado do leito menor por diques marginais; o leito maior excepcional, que são as áreas inundadas pelas grandes enchentes irregulares e excepcionais.

A classificação de Derruau (1978, p. 104-105) não difere muito da de Christofolletti (op. cit), pois define três tipos de leitos fluviais: leito maior ou de inundação; leito ordinário ou aparente, que é o leito normal do rio onde há fluxo de água boa parte do ano; e o canal de estiagem, que consiste numa pequena parte do leito ordinário, cujo conceito é semelhante ao do leito de vazante para Christofolletti (op. cit).

Coque (1984, p. 130-131) define apenas dois tipos de leitos: o maior e o menor. O primeiro corresponde às áreas inundadas, periodicamente ou não, e o segundo ao canal fluvial compreendido entre as margens ou diques.

Apesar das diferentes denominações e escalas dos leitos fluviais, os autores analisados concordam que é no leito maior que ocorrem as cheias e enchentes, ou seja, é o responsável

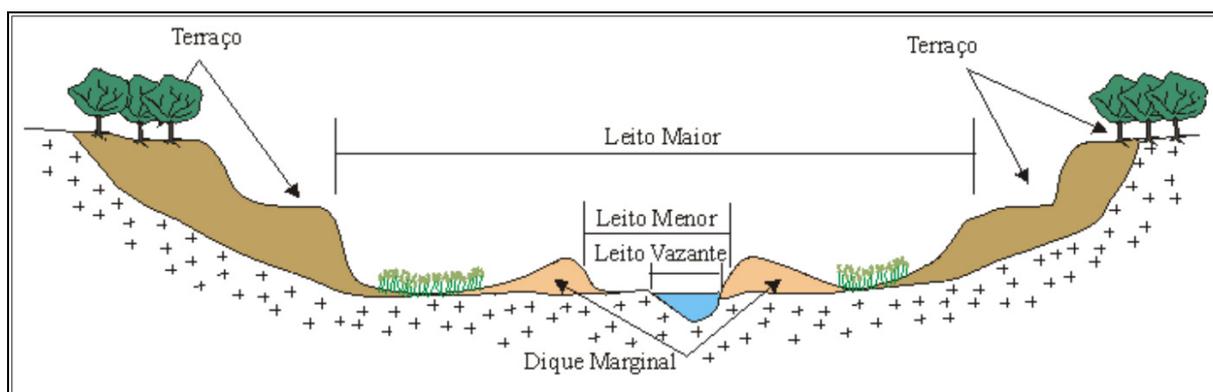
por receber todo o excedente de água que escoar pelo rio, cuja capacidade do leito menor foi excedida. Christofolletti (op. cit, p. 60) traz um outro conceito mais restrito ao leito maior, que são as planícies de inundação. Para o autor:

“As planícies de inundação, conhecidas como várzeas na toponímia popular do Brasil, constituem a forma mais comum de sedimentação fluvial, encontrada nos rios de todas as grandezas. A designação é apropriada porque nas enchentes toda essa área é inundada, tornando-se o leito do rio”.

Para Bigarella (2003), ao analisar o processo de formação de bacias de inundação, as enchentes constituem-se no principal processo geomorfológico de construção das planícies de inundação ou várzeas, através dos sedimentos depositados pela massa d’água. Dependendo do clima que atua sobre determinada várzea, esta pode ser mais vegetada (climas úmidos), pantanosa (climas muito úmidos e em climas quentes, com teor de umidade do ar um pouco menor):

“As bacias de inundação não se desenvolvem com áreas pantanosas. Nessas condições, a incorporação de matéria orgânica nos sedimentos é pequena. Se a enchente for vagarosa, podem formar-se lagos salinos. No caso de evaporação alta, os sais podem incorporar-se aos sedimentos”. (BIGARELLA, 2003, p. 1324).

Nesse sentido, a Figura 1 mostra, em termos gerais, a localização das planícies de inundação, contendo os leitos menores e maiores, os diques marginais e a estratigrafia de ambiente deposicional.



Fonte <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter11.html>

Figura 1 – Esquema de localização das planícies de inundação, contendo os leitos maiores e menores, diques marginais com matas ciliares e esquema estratigráfico.

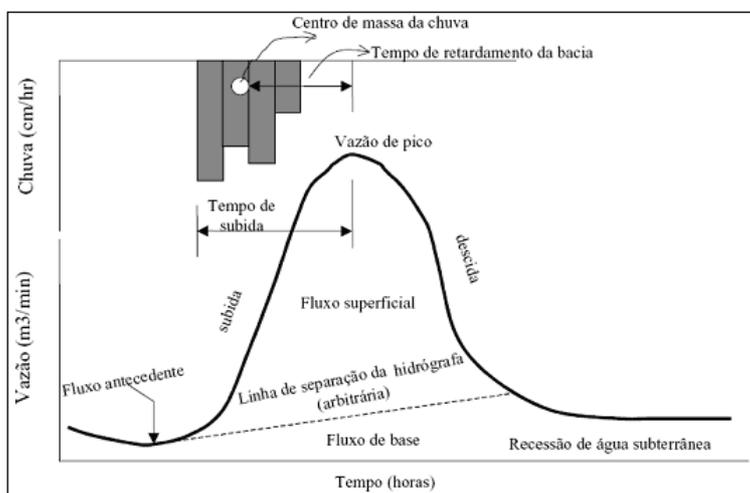
Dessa forma, cabe ressaltar que nem toda bacia hidrográfica possui uma planície de inundação, pois, conforme revisto na literatura, sendo delimitada pelos seus divisores de água,

pode apresentar diversos tipos de perfis longitudinais ou fluviais, como é discutido por Coque (op. cit.) e Derruau (op. cit.), e Cunha (1996, p. 234), ao expressar que:

“Há relação entre seu comprimento e sua altimetria, que significa gradiente. O perfil típico é côncavo, com declividades maiores em direção à nascente, e cursos d’água que apresentam tal morfologia são considerados em equilíbrio... Ainda, a forma do perfil reflete o ajuste do rio a diferentes fatores, com distintas flutuações (... regime de chuvas, entre outros)”.

Dessa forma, a partir da análise de um perfil longitudinal, evidencia-se quais rios possuem maior probabilidade de ocorrência de enchentes, pois é necessário que ocorra uma determinada quantidade de chuvas à montante do rio, cujas nascentes estão em uma altimetria consideravelmente superior à da planície de inundação, que receberá o montante de água, produzindo a enchente.

Também, a fim de facilitar os estudos a cerca das enchentes, o uso da hidrógrafa torna-se indispensável. Nesse sentido, a Figura 2 mostra, de forma geral, as partes constituintes de um gráfico como a hidrógrafa, relacionando-se a vazão e o tempo de escoamento das águas superficiais de determinado curso d’água.



Fonte: Google Images, 2007. www.google.com.br

Figura 2 – Exemplo de gráfico da hidrógrafa, representando a vazão de determinado rio em função do tempo de escoamento das águas superficiais.

Para que o processo de formação das enchentes dentro do contexto geomorfológico e fluvial seja devidamente entendido, deve-se contemplar os estudos à cerca do escoamento da água em nível de bacia, melhor explicado por Coelho Netto (1996, p. 133), que coloca que o

escoamento pode se dar de duas maneiras: o escoamento superficial (mais rápido) e o escoamento subsuperficial (mais lento).

No processo genético de uma enchente, ao ocorrer a precipitação sobre a área da bacia hidrográfica, atua o escoamento superficial com maior velocidade para as partes mais baixas da bacia, precedido pelo escoamento subsuperficial. No momento em que o fluxo de base atingir a superfície, ou seja, o lençol freático ficar ao nível do solo, em função de seu encharcamento, não ocorrerá mais infiltração da água no solo por parte da água trazida pelo escoamento superficial das partes mais altas da bacia hidrográfica (Coelho Netto, op. cit.). Com o solo encharcado, o equilíbrio entre o escoamento superficial e subsuperficial dará lugar às descargas do fluxo de base, ou seja, não infiltrando mais água no solo, o que é o passo inicial para a ocorrência de uma enchente, visto a saturação de água no solo, especialmente na planície de inundação, e em climas úmidos, (Strahler, 1974).

Assim, Coelho Netto (op. cit, p. 136-137) melhor analisa o processo de inundação, ao expor que:

“As alturas e descargas dos fluxos de base também variam no tempo de acordo com a recarga na área de contribuição, ou seja, elevação do lençol d’água. As bacias de drenagem, com área pequena e altos gradientes, geralmente são mais sensíveis às flutuações do regime sazonal de chuvas... O escoamento sobre a superfície é produzido com o excedente de precipitação em relação à capacidade de infiltração”.

Já para Cunha (1995, p. 227):

“A quantidade de água que alcança o canal expressa o escoamento fluvial, que é alimentado pelas águas superficiais e subterrâneas. A proporcionalidade entre essas duas fontes é definida por fatores, tais como o clima, solo, rocha, declividade e cobertura vegetal. Fazendo parte do ciclo hidrológico, o escoamento fluvial recebe as águas das chuvas, refletidas no escoamento fluvial imediato, mais a água da infiltração, e, do total precipitado, apenas as quantidades eliminadas pela evapotranspiração estão isentas da participação do escoamento”.

Leinz, Amaral (2001, p.107) colocam de forma sucinta o que seria o escoamento imediato: “As águas da chuva ou degelo, tendem a escoar-se para os pontos mais baixos da superfície terrestre, caminhando rumo ao mar. Iniciam-se como filetes de água... que fluem para as regiões mais baixas...”.

Nesse sentido, podemos entender que as enchentes são resultado do escoamento de todas as vertentes de uma bacia hidrográfica, e que o somatório do escoamento concentrar-se-á no canal principal de drenagem. No caso de uma bacia com alto gradiente altimétrico, quanto maiores forem os índices pluviométricos a montante, maior será o somatório à jusante

de água, resultando na enchente propriamente dita. Caso haja uma elevada precipitação nas cabeceiras de uma bacia hidrográfica, cujas altitudes sejam elevadas em relação às áreas de inundação, o processo de formação de uma enchente será maior quanto maior for a intensidade pluviométrica, uma vez que, tanto o escoamento superficial quanto o subsuperficial são responsáveis, geomorfologicamente falando, pelas enchentes, aliado às formas do relevo, já mencionadas.

c) A visão ambiental e geossistêmica no estudo das enchentes

Uma vez conhecidas as influências geomorfológicas sobre o processo de formação de enchentes aliadas às afirmações de que as enchentes resultam de alterações no ambiente, cabe salientar que, como estão dentre os fenômenos que mais repercussão causam no espaço geográfico, também estão inseridas na visão geossistêmica da pesquisa geográfica.

As enchentes podem ser inseridas no contexto geossistêmico, pois, baseando nas conclusões de Christofolletti (1999, p. 40-41), podem ser consideradas “organizações espaciais” que estão inseridas no geossistema, composto pelos subsistemas clima, solos, água, relevo e vegetação, em interface com o sistema socioeconômico, composto pelos subsistemas agricultura, indústria, população, urbano e mineração.

De acordo com o referido autor, ao basear-se em Tricart e Cailleux (1956), as enchentes ainda podem ser categorizadas na escala têmporo-espacial, pois são fenômenos resultantes dos processos atmosféricos em consonância com os processos biosféricos, ocorrendo numa extensão de poucos metros a nível subcontinental, no tempo de horas a dias (Ibid, op. cit, p. 86).

Relembrando que as enchentes ocorrem em bacia hidrográfica, o autor salienta que qualquer processo que ocorra em sistemas de bacias de drenagem, a que o autor chama de modelo sobre fluxos (Ibid, op. cit, p. 92), possuem um “input”, que pode ser representado pela precipitação; uma fase intermediária, que no caso das enchentes, representa a fase superficial; e um “output”, traduzindo-se no escoamento final, induzido para fora da bacia hidrográfica.

A respeito das mudanças em determinados sistemas naturais/ambientais do geossistema, Christofolletti (op. cit) explica que as mudanças em sistemas geomorfológicos e hidrológicos, e que repercutem nos demais componentes do geossistema podem advir tanto de causas naturais quanto de intervenções antrópicas.

Nesse contexto, as enchentes podem ser classificadas como mudanças naturais (e passageiras) nos sistemas referidos, e que mudanças nesses mesmos sistemas causados pela

ação humana, tais como represamento de rios, mau uso da terra, desvios nos cursos dos rios, bem como a retirada excessiva da água para fins econômicos, podem exercer grande influência sobre os processos de formação das enchentes.

Enfatizando melhor a visão geossistêmica de uma bacia hidrográfica, Coelho Netto (1996, p. 97) afirma que “... encostas, topos ou cristas e fundos de vales, canais, corpos de água subterrânea, sistemas de drenagem urbana e áreas irrigadas, entre outras unidades espaciais, estão interligados como componentes de bacias hidrográficas”.

As grandes mudanças ocorridas nos rios em função da degradação ambiental excessiva nas últimas décadas têm causado modificações nas áreas de inundação das enchentes. Nesse sentido, Guerra; Cunha (1996, p. 361) colocam que:

“A dinâmica inter-relação que existe entre as encostas e os vales fluviais, incluindo a calha do rio, permite constantes trocas de causa e efeito entre esses elementos da bacia hidrográfica. Assim, mudanças no uso do solo, nas encostas, influenciam os processos erosivos que poderão promover a alteração da dinâmica fluvial. Por exemplo, o desmatamento ou o crescimento da área urbana nas encostas, reduz a capacidade de infiltração, aumenta o escoamento superficial, promovendo a erosão hídrica nas encostas e fornece maior volume de sedimentos para a calha fluvial o que pode resultar no assoreamento do leito e enchentes na planície de inundação. Da mesma forma, alterações no comportamento natural dos canais fluviais influenciam os processos que se registram nas encostas. Obras de acentuado entalhe e aprofundamento dos leitos, no sentido de reduzir a ocorrência de enchentes, são exemplos que alteram o nível de base local, gera a retomada erosiva nas encostas e a conseqüente formação das ravinas e voçorocas”.

Ainda, a respeito das alterações ambientais relacionadas aos cursos d’água e enchentes, pode-se citar os impactos das obras de engenharia sobre os ambientes fluviais, como as barragens. A respeito disso, Cunha (1996, p. 239) destaca que:

“O aproveitamento das águas fluviais, com o fechamento de um rio para a formação do reservatório, assim como o aproveitamento da planície de inundação... são, na maioria, fenômenos localizados, que ocasionam efeitos em cadeia, com reações muitas vezes irreversíveis”.

Desse modo, a construção de uma barragem pode vir a controlar a vazão de um rio, e conseqüentemente exercer um determinado controle sobre as enchentes caso a barragem esteja a montante da bacia hidrográfica. Entretanto, danos ambientais, como o assoreamento da barragem, e danos sociais, como a relocação de população ribeirinha, são inevitáveis e, como ressaltou a autora, geralmente irreversíveis.

Os processos advindos das alterações ambientais resultantes das intervenções do homem sobre o meio também são discutidas por ROSS (1990, p. 12) ao apontar que "... todas essas modificações inseridas pelo homem no ambiente natural alteram o equilíbrio de uma natureza que não é estática". Em virtude desses processos que afetam tanto ao homem quanto à natureza, valoriza o planejamento voltado ao meio ambiente, apontando alguns materiais e métodos específicos a cada sistema, que no caso das enchentes, se tem uma relação entre o sistema geomorfológico e o climático. Por tudo isso, ROSS (op. cit, p. 82) esclarece que, qualquer intervenção ambiental:

“É desejável de uma política de planejamento físico-territorial, quer seja do país, estado ou município, se processe de modo a compatibilizar os interesses imediatos e necessidades futuras do homem como ser humano individual e social... Desse modo, tratar a questão ambiental, esquecendo-s do homem como ser social e agente modificador dos ambientes naturais ou, ao contrário, tratar o social, desmerecendo o ambiental é negar a própria essência do homem – sua inteligência”.

d) As enchentes no contexto climático

As enchentes, quando estudadas dentro de uma perspectiva climática, acabam tendo abordagem diferente da observada nas linhas de pesquisa da geomorfologia. Nessa perspectiva, as enchentes passam a ser vistas como azares da natureza, aos quais o homem está frequentemente submetido e, nesse ínterim, prevenir-se das catástrofes passa a ser um dos grandes objetivos da relação dos seres humanos com o clima.

Entretanto, ao se discutir sobre enchentes, os estudos do balanço hídrico do solo são indispensáveis à ocorrência desse fenômeno. Sobre isso, Birot (1962, p. 185) esclarece que:

“O balanço anual, de escoamento dos cursos de água resulta, naturalmente, da diferença que existe entre a quantidade de água ministrada pelas precipitações e a que é extraída por evapotranspiração, que é a função dos elementos climáticos, da cobertura vegetal e do relevo”.

Assim, vê-se a harmonia existente entre a precipitação, o que infiltra e o que evapora. As interações entre estes três processos do ciclo hidrológico são fundamentais para dar início ao processo de formação de enchentes, especialmente quando a precipitação é elevada e em áreas nas quais a infiltração já atingiu seu limite, e a evapotranspiração torna-se pouca, facilitando a subida do nível das águas de um rio. Cabe salientar que todo esse processo ocorre de forma natural numa organização sistêmica. Entretanto, desde os tempos mais remotos da história, o homem tem construído suas cidades às margens dos rios, seja pela

disponibilidade hídrica ou pelo acesso ao transporte fluvial. Daí, as enchentes passaram a ser vistas como catástrofes naturais, uma vez que provocam desordem nos espaços utilizados pelas atividades humanas, quer no ambiente urbano ou no rural.

A gênese das enchentes também está na irregularidade das chuvas, ou seja, em determinados casos há uma variação supranormal do que comumente chove em um determinado local. Assim Conti (1998, p. 34) esclarece que:

“As chuvas tornam-se particularmente catastróficas quando se precipitam em grande quantidade e num lapso de tempo muito curto. São as chamadas chuvas torrenciais... Um fator bastante importante que se deve levar em conta são as irregularidades... jogo das massas de ar e campos de pressão”.

Para o autor, é possível determinar quando determinado índice pluviométrico pode oferecer danos aos seres humanos.

“As chuvas podem começar a ser consideradas intensas a partir de 30 mm/h e críticas quando ultrapassam 50 mm/h. Nessas ocasiões ocorrem verdadeiros traumas ambientais, uma vez que a capacidade dos canais do sistema hidrográfico é insuficiente para conduzir as águas, causando transbordamentos que, em áreas densamente povoadas, irão provocar grandes desastres”.

Conforme Monteiro (1991, p. 08-09), baseando-se em White (1974), a grande maioria dos desastres ambientais e freqüentes, estão intimamente ligados com a atmosfera e sua dinâmica, como os nevoeiros, geadas, ciclones tropicais, descargas elétricas, e as enchentes. Entretanto o autor ressalta que as “enchentes não seriam tão danosas se o homem evitasse as planícies inundáveis. Além do que a atuação humana pode decisivamente contribuir para alterar as condições dos regimes e escoamento”. Também, nesse contexto, Conti (op. cit, p. 35) alerta que:

“Embora o excesso de chuvas ocorra freqüentemente como resultado dos fenômenos atmosféricos de grande escala, nos quais o homem não tem possibilidade de intervir, suas conseqüências são agravadas pelos erros cometidos na exploração do meio ambiente”.

Embora seja impossível o homem deslocar suas cidades para áreas nas quais não sofra com a problemática das enchentes, um dos principais caminhos que a humanidade tem tomado a fim de minimizar os impactos dos altos índices pluviométricos de suas atividades espaciais é através dos métodos de previsão meteorológica a curto e longo prazos, e os controles de vazão das enchentes.

Nesse sentido, a fim se prevenir contra as enchentes, as previsões a curto prazo restringem-se a poucos dias, e com a atual era técnico-científico-informacional, onde os meios de comunicação atingem todos os espaços da superfície terrestre “in-time” e “on-line”, fica-se sabendo através da mídia os prognósticos meteorológicos, o que alivia as calamidades caso seja prevista uma elevada precipitação ou, até mesmo, enchente.

Entretanto, no caso das previsões a longo prazo, basicamente são estudadas a circulação atmosférica das massas de ar e correntes superiores, bem como as correntes de ar em superfície. Do controle desses sistemas atmosféricos, conforme Namias (1973, p. 50):

“As previsões científicas a longo prazo se limitam a um mês, ou no máximo a uma estação de antecedência. São de natureza genérica e procuram prever, sobretudo se a precipitação em regiões extensas será superior, inferior ou igual a média do longo período, isto é, normal,... Os métodos utilizados não são em geral suficientemente precisos para indicar o começo ou o fim de grandes secas que abrangem mais de uma estação e possam durar anos. Nem são suficientemente precisas para prever chuvas persistentes e excepcionais que provocam enchentes”.

Entretanto, quando os modelos matemático-meteorológicos são fidedignos e precisos a ponto de livrar o homem dos traumas atmosféricos, a intervenção do homem no espaço geográfico, como a canalização e construção de represas em um curso d’água, tornam-se a segunda opção de escape, como referido por Strahler (1974, p. 466):

“Frente às repetidas e desastrosas cheias tem-se gastado grandes quantias em dinheiro e em grande variedade de medidas destinadas a reduzi-las ou controlá-las... Existem formas básicas de controle: a) atrasar e deter por vários métodos o escoamento na superfície do terreno e nos tributários menores da bacia, b) modificar o curso baixo do rio para evitar a vinda pelo leito de inundação”.

Dessa forma, mesmo em se tratando de obras de grande impacto ambiental, mas que dão maior sossego ao homem em relação às variações do regime fluvial, o autor apresenta dois principais tipos de medidas estruturais em relação ao controle de cheias. Em primeiro lugar, seria o reflorestamento das vertentes da bacia hidrográfica, o que aumentaria a infiltração e diminuiria o escoamento imediato para os cursos d’água, colocando que este tipo de intervenção, “... pode reduzir em grande maneira os máximos de cheias permitindo que a água tarde mais a chegar ao curso principal”. Em segundo plano, viriam as obras de grande impacto ambiental, mas que teriam uma eficácia maior, e em um curto espaço de tempo: os muros de contenção. Entretanto, cabe ressaltar que esse tipo de atitude possui medida curativa

apenas em escala local, ou seja, muros de contenção em uma cidade não protegerão qualquer outra área urbana á jusante desta obra (STRAHLER, op. cit, p. 466).

O autor ainda ressalta que esse tipo de construção não deve ser feito em qualquer local, pois a ação geomorfológica do rio continua atuando. Assim, “certas partes do leito de inundação se inundam desviando o rio com o fim de reduzir os diques marginais de cheia. Este método só pode ser usado nas partes do leito de inundação menos povoadas”.

Nesse sentido, fica evidente que as enchentes como fenômenos climáticos são muito mais vistas, pela população em geral, como desastres ambientais e que devem, de certa forma, serem previstos ou afastados de seu convívio. Entretanto, esquece-se que as enchentes, assim como as cheias periódicas, são responsáveis por nutrir grande parte dos solos agricultáveis das planícies ao redor do globo.

Desse modo, a educação ambiental pode-se tornar importante caminho no estudo das enchentes, quanto à forma de planejamento adotado àquelas cidades ribeirinhas que julgam sofrer com as enchentes, antes de tomar medidas estruturais, que mais prejudicam do que auxiliam a relação do homem com sua natureza.

CONCLUSÕES

Após revisão bibliográfica, ficou constatado que inundação e cheia têm sido utilizados como sinônimos, e que sua principal característica está na regularidade com que o fenômeno ocorre, diferenciando do conceito de enchente, pois ocorre da mesma forma que cheias e inundações. Entretanto o que assinala seu acontecimento é a sua irregularidade no espaço e no tempo, que foi melhor definido pelo conceito de Guerra E Guerra (2003). Já os alagamentos acontecem principalmente em áreas urbanas, quando ocorrem intensas chuvas, dada à impermeabilização do solo e baixa capacidade de escoamento por parte da rede pluvial das cidades mal planejadas.

Em relação às enchentes quando estudadas dentro das linhas de pesquisa da Geomorfologia, a Bacia Hidrográfica é vista como a unidade hidrogeomorfológica na qual dá-se a ocorrência destes fenômenos.

Ainda, para a Geomorfologia, os tipos de leitos e tipos de canais, bem como a forma de relevo da bacia, são essenciais para os estudos das enchentes, pois estas ocorrem em áreas chamadas planícies de inundação, e nem toda bacia hidrográfica possui uma feição geomorfológica deste tipo. Assim, o relevo torna-se importante condicionante para a ocorrência de enchentes, associada à precipitação e ao escoamento, tanto superficial quanto

subsuperficial. Entretanto é a forma da bacia e seu relevo que possui maior interesse no estudo das enchentes para a Geomorfologia.

Na visão geoambiental e geossistêmica, as enchentes são fenômenos que ocorrem não apenas em um subsistema, mas em vários, tais como o subsistema clima, solos, água, relevo, vegetação, em consonância com subsistemas sociais, tais como agricultura, indústria, meio urbano, população, mineração, dentre outras. Ainda, nesta linha de pesquisa, as enchentes possuem uma dimensão têmporo-espacial, sendo possível trabalhar com a dialética das enchentes em determinado recorte temporal e espacial. Ainda, sendo consideradas parte de sistemas ambientais e sociais, as enchentes são caracterizadas pela presença de “input” e “output”, representados principalmente pela precipitação e escoamento, respectivamente.

Já no contexto climático, diferentemente do que fora visto no contexto geomorfológico e geossistêmico, as enchentes são vistas como azares da natureza sobre o homem, logo, o homem deve aprender a se prevenir. As enchentes ainda podem ser estudadas através do balanço hídrico, mas que não foi realizado para esta pesquisa. Ainda, além de desastres da natureza, as enchentes podem ser consideradas como processos naturais, mas tornam-se catástrofes quando há a presença de cidades nas margens de rios que possuem potencial para a ocorrência de enchentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, D. R.; ANTERO, W. S. Enchentes na bacia do rio Brotas (Nova Iguaçu-RJ). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA E APLICADA, 12., 2007, Natal. **Anais...** Natal: UFRN, 2007. 1 CD-ROM.

BIGARELA, J. J. Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2003. v. 3.

BIROT, P. **Tratado de Geografía Física general**. Barcelona: Vicenz-Vives, 1962.

CAVALCANTI, M. A.; LOPES, L. M. Considerações a respeito das enchentes do alto rio vermelho na cidade de Goiás-GO. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA E APLICADA, 12., 2007, Natal. **Anais...** Natal: UFRN, 2007. 1 CD-ROM.

CHORLEY, R. J. **Geomorphology and the general systems theory**. [S.l]: USGS, 1962.

- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.
- COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encostas na interface com a Geomorfologia. In.: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. cap. 3. p.
- CONTI, J. B. **Clima e Meio Ambiente**. 5. ed. São Paulo: Atual, 1998.
- COQUE, R. **Geomorfología**. Madrid: Alianza, 1977.
- CUNHA, S. B. Geomorfologia fluvial. In.: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. Cap. 5. p.
- CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In.:_____. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. cap. 7. p.
- DERRUAU, M. **Geomorfología**. 2. ed. Barcelona: Ariel, 1978.
- GRILO, R. C.; FORESTI, C.; VIADANA, M. I. C. F. Os condicionantes físicos e a ocupação do solo na cidade de Itajubá: Uma análise da problemática da ocorrência de enchentes. In.: GERARDI, L. H. O.; MENDES, I. A. **Do natural, do social e de suas interações**: visões geográficas. Rio Claro: UNESP, 2002.
- GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 652p.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia – Uma atualização de bases e conceitos**. 2. ed. São Paulo; Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.
- LEINZ, V.; AMARAL, S. E. **Geologia Geral**. 14. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2001. v. 1.
- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IGEO/USP, 1976.
- MONTEIRO, C. A. F. **Clima e excepcionalismo**: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: UFSC, 1991.
- NAMIAS, J. Previsão a longo prazo de enchentes e secas. **Revista O Correio**. Rio de Janeiro. [s./v.], n. 10-11, p. 49-52, 1973.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia – Ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.
- SALGADO, C. M.; CHAGAS, A. L. L.; SANTOS, L. V. Análise das precipitações relacionadas aos episódios de enchentes no município de São Gonçalo (RJ) em 2005. In: Revista Eletrônica Georaguaiá. Barra do Garças-MT. V 5, n.1, p 27 - 45. Janeiro/Julho. 2015.

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA E APLICADA, 12., 2007, Natal. **Anais...** Natal: UFRN, 2007. 1 CD-ROM.

SECRETARIA DO ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagos. **Enchentes no Estado do Rio de Janeiro – Uma abordagem geral**. Rio de Janeiro, 2001. 74p.

STRAHLER, A. N. **Geografia Física**. Barcelona: Omega, 1974.

TEIXEIRA, W., TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos. 2000.

TRICART, J.; CAILLEUX, A. Le problème de la classification des faits geomorphologiques. **Annales de Géographie**, Paris, [s./v.], n. 65, p. 162-186, [s./m.] 1956.

WHITE, G. **Natural hazards: Local, national, global**. New York: Oxford University Press, 1974. 288p.

Recebido para publicação em 25/06/2015
Aceito para publicação em 15/06/2015