



# XIV Encontro Nacional da ANPUR

23 a 27 · maio · 2011 · Rio de Janeiro

---

XIV ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR  
Maio de 2011  
Rio de Janeiro - RJ - Brasil

---

## A INEXORABILIDADES DAS INUNDAÇÕES E AS NOVAS ABORDAGENS DAS POLÍTICAS PÚBLICAS EM DRENAGEM URBANA

**Luciana Travassos** (PROCAM/USP) - ltravassos@gmail.com

*Arquiteta urbanista pela Universidade de São Paulo (1999), mestre e doutora em Ciência Ambiental também pela USP (PROCAM/USP, 2005 e 2010). Atualmente é arquiteta concursada da SPU/SP e docente de urbanismo na FIAM/FAAM.*

## **A Inexorabilidade das Inundações e as Novas Abordagens das Políticas Públicas em Drenagem Urbana**

Diversas cidades no mundo sofrem periodicamente eventos críticos de chuva, que redundam em inundações e alagamentos, principalmente causados pela impermeabilização excessiva do solo, que multiplica as áreas inundáveis, pela ocupação dessas áreas por usos não consoantes, pela inadequação de determinadas estruturas de drenagem ou por sua má conservação!

As causas que estão na raiz dos problemas de drenagem urbana não podem ser dissociadas do próprio desenvolvimento urbano, assim, é preciso destacar que os planos e ações nesse contexto não eliminarão os eventos de inundação, mas poderão diminuir sua intensidade e seu impacto na vida das comunidades que sofrem tais eventos.

De uma forma geral, os conceitos de drenagem urbana têm evoluído, nos últimos anos, de diretrizes que se apoiam em promover um aumento da condutividade hidráulica para aquelas que preveem a reservação de água pluvial nas proximidades de onde ela se precipita. Isso quer dizer que, na maior parte dos casos, se passou da ideia de retificar e canalizar cursos-d'água, com o objetivo de expulsar rapidamente toda a água precipitada, para a elaboração de formas de retardamento dessa água, principalmente porque começou a ficar claro para todos que os impactos da forma precedente de tratamento eram muito grandes nos cursos d'água à jusante e a possibilidade de controlá-los, incerta.

Em muitas cidades, dar espaço para as águas significou somente a construção de reservatórios, e no entanto, mesmo essas medidas não foram suficientes para eliminar as inundações,

*“it must be borne in mind that river channelization and reservoir construction may eliminate small or medium-sized flood events but cannot always hold back large floods.” (EEA, 2001:20)*

Autores como Morin (2006) e Leff (2003) avaliam que as bases científicas tradicionais já não respondem adequadamente aos problemas colocados. É necessário, então, segundo Morin (*idem*), superar a limitação dos conhecimentos compartimentados e simplificadores, tomando como método a adoção do pensamento complexo. Leff (*idem*) também trilha o caminho da complexificação do conhecimento e propõe a substituição da racionalidade tecnológica ou econômica por uma nova racionalidade, agora ambiental.

Tanto as ciências exatas quanto as sociais ou as ciências da terra vêm alterando de alguma forma seus paradigmas para se adequar às incertezas inerentes à relação entre a sociedade e o ambiente natural. A internalização das incertezas é um dos principais

desafios colocados para as políticas públicas contemporâneas, e deve ser especialmente considerada naquelas afetadas à drenagem urbana.

Especificamente na física, que serve de base à engenharia, Prigogine (1996) ressalta que o determinismo e a previsibilidade que caracterizavam o estabelecimento de suas leis científicas fundamentais vêm sendo há muito revistos, e que nas últimas décadas esses estudos ganharam força, principalmente com a física dos processos de não equilíbrio, que dá suporte à ideia de irreversibilidade, e de sistemas dinâmicos instáveis. Segundo o autor:

*“as leis fundamentais exprimem agora possibilidades e não mais certezas. Temos não só leis, mas também eventos que não são dedutíveis das leis, mas atualizam as suas possibilidades”* (Prigogine, 1996: 13).

A partir desses postulados, o autor defende a tese de que a flecha do tempo é um componente importante das leis da natureza, participando ativamente de seu devir. Daí, estabelece que a observação dos processos no passado não pode ser prontamente transpassada para o futuro, uma diferenciação que estava ausente da mecânica newtoniana. Nos sistemas instáveis e aleatórios, que englobam boa parte dos eventos atmosféricos, pequenas modificações das condições iniciais vão produzindo mudanças que se amplificam ao longo do tempo.

As variáveis que influenciam o clima e o tempo são tantas, que impossibilitam que se tenha certeza sobre os eventos. Segundo Tavares (2010) os elementos do clima, temperatura, umidade e pressão atmosférica, variam no tempo e no espaço, em razão de fatores geográficos, como a latitude, a continentalidade, a altitude – que são fatores imutáveis – mas também a vegetação e as atividades humanas – variáveis. Nesse sentido, a dinâmica atmosférica faz com que o ar se movimente permanentemente, e essas condições se superpõem aos elementos e fatores climáticos. Desastres naturais, como as inundações, são resultado de determinadas combinações dos elementos constitutivos do clima, dos fatores geográficos e do tempo atmosférico.

A incerteza presente nos modelos hidrológicos, plenamente conhecida pelos engenheiros hidráulicos, mas pouco considerada nas políticas públicas ao longo do século 20, passou a ser percebida e sentida, ensejando uma mudança na forma de tratamento, principalmente das redes de macrodrenagem (Porto, 1995; Travassos, 2004).

Nesse contexto, começou a ficar cada vez mais evidente a necessidade de criar outros mecanismos para a proteção da vida e do patrimônio urbano. Os planos passaram a considerar uma série de atividades relacionadas ao reconhecimento da impossibilidade de eliminar inundações: o mapeamento de áreas de risco, a proibição de novas

construções nessas áreas e a retirada de estruturas existentes, a instalação e melhoria de sistemas de previsão e alerta de inundação, a restauração dos rios e a manutenção de barragens, entre outros. A implantação dessa série de ações implicou também na criação de instituições e linhas de financiamento, que ainda devem ser destinados à prestação de socorro e às indenizações (EEA, 2001).

Em 2001, a Agência Ambiental Europeia, EEA (sigla em inglês para *European Environmental Agency*), elaborou um estudo sobre os usos sustentáveis da água na Europa. O terceiro volume foi dedicado às inundações e às secas. O estudo se baseou na metodologia, DPSIR – (*driving forces, pressures, status, impacts and responses*)<sup>ii</sup>, ou, como vem sendo usado na literatura em língua portuguesa, FPEIR: força-motriz, pressão, estado, impacto e resposta.

O padrão de precipitações e as características das bacias são vistos como forças-motrizes, enquanto as mudanças climáticas, as alterações no uso do solo da bacia, a impermeabilização, a urbanização, a construção de infraestrutura de transportes e de drenagem são considerados como pressão, ou aspectos que, dependendo como forem tratados, podem induzir ou aumentar as inundações e seus impactos. Na Europa, a EEA considera que a urbanização é uma das maiores responsáveis pelas modificações na hidrologia das bacias (EEA, 2001). É preciso considerar que, nas áreas urbanas, todas as variáveis consideradas como pressão são imediatamente observáveis, o que aumenta a complexidade do problema.

Na categoria estado, são consideradas duas variáveis, o tipo de inundação e a probabilidade de sua ocorrência, ou sua frequência. Verificam-se, então, dois tipos recorrentes de eventos de inundação. O primeiro é constituído pelas inundações rápidas, *flash floods*, causadas principalmente por eventos muito intensos de chuva em bacias de pequeno e médio porte. Uma das características desse tipo de inundação é uma grande amplitude entre as vazões médias e aquelas do pico de inundação, em um espaço curto de tempo. No contexto europeu, essas inundações ocorrem com maior frequência na região mediterrânea. O segundo tipo são as inundações em grandes bacias, causadas por chuvas em períodos mais longos, sobre grandes extensões de terras. As inundações desse tipo demoram mais tempo para acabar e dependem menos de chuvas intensas. Em 1995 houve uma enchente desse tipo na bacia do Reno, quando a vazão do rio suplantou em seis vezes a média e levou duas semanas para voltar ao valor dos períodos de normalidade (EEA, 2001). No contexto brasileiro, é possível ilustrar ambos os tipos: o primeiro é comum na Cidade de São Paulo, enquanto o segundo se assemelha às inundações ocorridas no Vale do Rio Itajaí, em Santa Catarina, em 2008.



Rio Reno, em Basel. (Foto: Norbert Aepli, 2006).

Os impactos causados por tais eventos levam em consideração a perda de vidas e os prejuízos financeiros de cada inundação. Entre 1992 e 1998, ocorreram 35 inundações significativas na Europa, cujo custo individual chegou a cerca de 800 bilhões de dólares americanos e somaram 300 mortes. É importante destacar que muitos desses eventos aconteceram em áreas que contavam com infraestrutura de drenagem. Em um relatório anterior, a EEA coloca a extensão da transformação dos rios da Europa: em países como a Alemanha e a Bélgica, na bacia do Reno, cerca de 80% dos rios foram “regularizados”<sup>iii</sup> (EEA, 1995), permitindo ocupação intensa das várzeas, como mostra a foto na página anterior. Tal fato evidencia o grau de incerteza a respeito dos regimes pluviais e fluviais e demonstra a insuficiência da adoção simples de medidas estruturais.

Por fim, as respostas, ou seja, como os países ou regiões estão lidando com as inundações, ou com os riscos de inundação, e quais tipos de políticas estão em curso. Nesse item, há algumas premissas importantes no encaminhamento das políticas. A primeira é a necessidade de coordenação dos diversos órgãos envolvidos com o tema, a fim de que suas ações sejam integradas e que um rol amplo de tipos de intervenção seja aplicado. A segunda é tratar a questão com realismo – como dito acima, não é possível eliminar por completo o risco de extravasamento dos corpos-d’água. Esta premissa gera a terceira: transparência, ou seja, é preciso esclarecer para as comunidades os riscos que continuam presentes em cada medida tomada para mitigar inundações. Além dessas, o

estudo ressalta que a prevenção deve ser prioridade frente à intervenção, assim, o planejamento deve anteceder às medidas estruturais, premissa que vem sendo cada vez mais seguida pelos países europeus. Por último, mas não menos importante, é preciso considerar a questão ambiental relacionada às inundações, que nos ambientes naturais possui a função de renovação do substrato, ao carrear mais sedimentos que a vazão de períodos normais. Essas premissas estão diretamente vinculadas à introdução de novos mecanismos nos planos de drenagem urbana, conforme veremos nos exemplos abaixo.

Tais mecanismos estão expressos nos planos de prevenção ao risco na França. O país possui cerca de 30% de suas comunas<sup>iv</sup> em áreas de risco a inundação, o que o coloca como um dos países mais vulneráveis da Europa. Esse fato vem demandando há décadas o estabelecimento de uma política para lidar com os riscos vinculados aos desastres naturais. Em 1994 e 1995, uma política nacional foi concebida e implementada, exigindo que todas as comunas consideradas sob risco de inundação elaborassem, a cada dez anos, planos de prevenção e mitigação, principalmente por meio de manejo de água fluviais e proteção contra inundações, *Plans de Prévention des Risques Naturels Prévisibles*, conhecidos como PPRs.

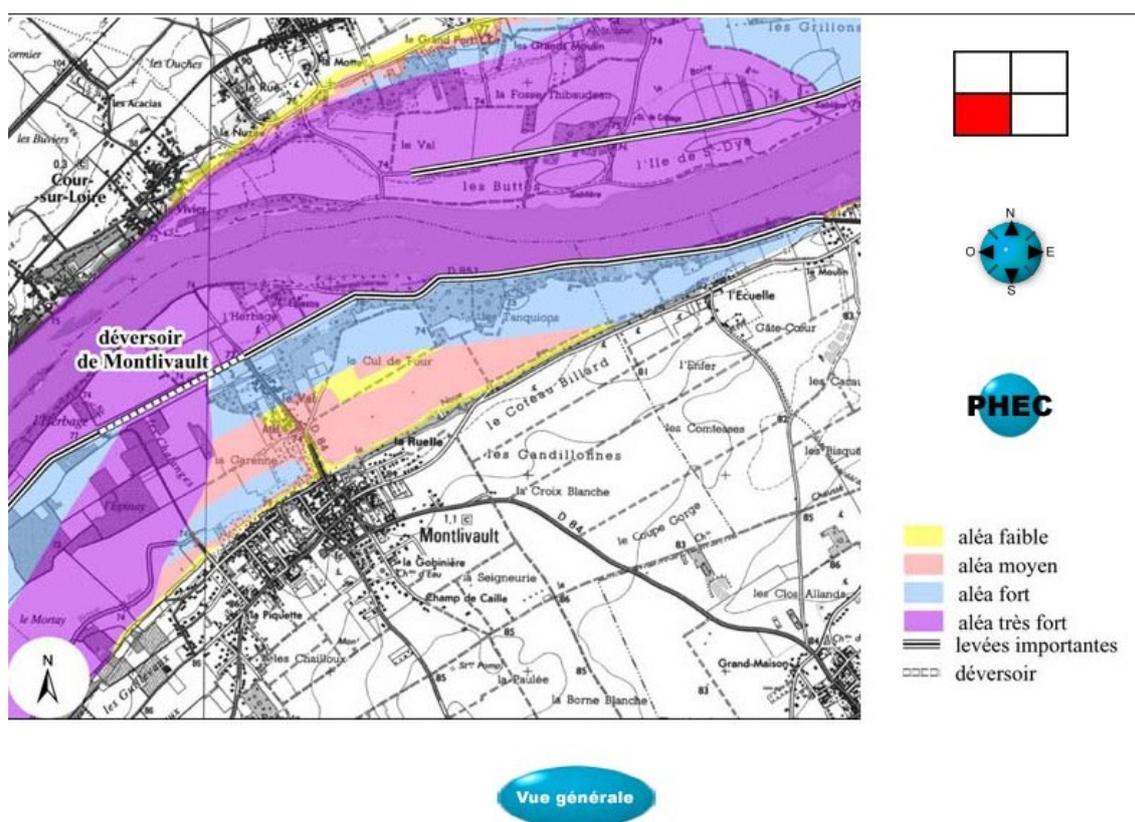
O primeiro plano dessa natureza foi iniciado em 1994, na bacia do Rio do Loire, *Plan Loire Grandeur Nature*, que atualmente se encontra na terceira fase. O plano possui quatro grandes objetivos. O primeiro é institucional, e foca a criação de uma instituição que trate a questão hidrológica e o fortalecimento de parcerias entre os órgãos responsáveis pela gestão da Bacia do Loire. Os três seguintes são relacionados diretamente à água: proteção das comunidades frente às inundações, atendimento às demandas pelo uso da água e proteção e restauro da biodiversidade do rio (WWF, Loire Vivent, 1994).



Inundações do rio Gier, na Bacia do Loire em 2008 (fonte: <http://www.leprogres.fr/> em jan. 2010)

A segurança das comunidades localizadas nas áreas inundáveis deve ser incrementada por uma série de iniciativas: identificação dos riscos, com publicação de mapas das áreas, de conselhos para a proteção da vida e do patrimônio e de planos de evacuação em eventos extremos; controle da urbanização; melhoria dos sistemas de alarme; estudo e implantação de alternativas à construção de barragens e diques – solução que foi bastante empregada no passado, na bacia. Uma das principais ações nesse sentido é exatamente retirar construções das áreas inundáveis, em vez de tentar protegê-las (WWF, Loire Vivante, 1994; EEA, 2001).

Como metodologia de trabalho, um grupo multidisciplinar foi montado para tentar entender de maneira mais complexa a dinâmica das inundações do rio. O grupo tinha como meta elaborar modelos hidrológicos para inundações de grande impacto, como subsídio para a construção de sistemas de alarme e planos de evacuação, monitorar a morfologia do rio – com o intuito de entender os efeitos causados por mudanças no uso do solo – e auxiliar o desenvolvimento de programas de restauro de áreas naturais. As ações que tinham como sentido *“dar espaço para o rio respirar”* (EEA, 2001: 78, tradução e grifo nosso).



Detalhe do Atlas de Áreas Inundáveis, um dos muitos instrumentos acessíveis pelo Portal do Risco de Inundações do Loire (<http://www.inondation-loire.fr/>)

É preciso destacar o papel importante do monitoramento dos rios na França e em outros países europeus, onde há cerca de 16 mil quilômetros de rios, que, além de monitorados, possuem sistemas de alerta de inundação.

Assim como a França, outros Estados-Membros da União Europeia já apresentavam planos próprios de gestão e mitigação de riscos de inundação. Porém, as inundações do final da década de 1990 e, principalmente, as inundações de 2002 nas bacias dos Rios Elba e Danúbio, que provocaram cerca de 700 vítimas e exigiram que aproximadamente 25 bilhões de euros fossem pagos em seguros, tornaram premente uma tomada de ação coordenada entre os países. Entre os resultados, foi elaborado um manual de boas práticas e também aprovada uma diretiva europeia específica para gerir e atenuar as inundações.



Inundações em Dresden, na bacia do rio Elba, em 2002 (em <http://www.tu-dresden.de>)

A Diretiva 2007/60/CE, relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundação, reconhece a inevitabilidade das inundações, o papel do uso do solo e das mudanças climáticas no acirramento de seu impacto negativo e a necessidade de tratar as inundações no âmbito da bacia hidrográfica como um todo. A diretiva dá aos Estados-Membros a responsabilidade pela elaboração dos planos de gestão dos riscos de inundação, colocando algumas diretrizes metodológicas, como a necessidade de mapeamento de áreas inundáveis, e conceituais, como a ideia de “dar mais espaço aos rios” por meio da manutenção e recuperação das planícies aluviais, sempre que possível, bem como a adoção de medidas de proteção às pessoas e ao patrimônio.

A diretiva prevê três atividades. A primeira é a avaliação preliminar dos riscos de inundação, a partir das informações existentes, que deve ser realizada por todos os Estados-Membros até 2018. Após essa etapa, é necessário elaborar cartas de zonas

inundáveis e de risco de inundação, em três gradações: fraca, média e alta probabilidade de ocorrência, contendo ainda a amplitude e a profundidade do alagamento e a velocidade da corrente; as cartas devem conter ainda informações socioeconômicas que permitam avaliar a extensão dos riscos e danos. Essa etapa deve ser realizada até 2019. Por fim, devem ser elaborados os planos de gestão dos riscos de inundação, em consonância com os planos de gestão das bacias e de forma a permitir a participação de todos os interessados no processo de elaboração. A revisão de cada etapa deve se dar de seis em seis anos.

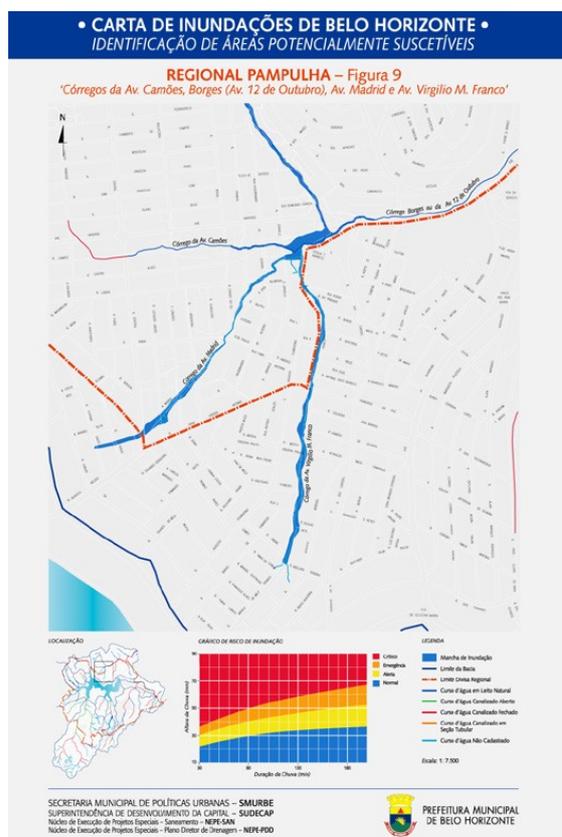
É patente, na análise do documento, a importância dada ao levantamento e mapeamento de informações, bem como sua publicização e divulgação.

O manual de boas práticas editado pela União Europeia compartilha algumas premissas da diretiva e avança em alguns temas. Reconhece igualmente que as inundações sempre ocorrerão e que tratá-las demanda um olhar para a bacia, e não para o corpo do rio. Também coloca que as ações devem abandonar o aspecto de defesa contra inundações para aquele de gestão e convivência com as mesmas, contexto no qual o aprimoramento de sistemas de previsão, alerta e defesa civil são chave. O documento reforça a necessidade de adoção de medidas não estruturais, ao lado das estruturais, tendo em conta que essas não trazem segurança absoluta, embora criem tal sensação. Nesse quesito, consideram que as medidas de mitigação e as não estruturais são mais eficientes e sustentáveis no longo prazo. Essas questões devem ser tratadas por meio de metodologias interdisciplinares e de forma multilateral.

No Brasil, no começo de 2010, o município de Belo Horizonte, apoiado em sua Carta de Inundações – um dos instrumentos do Plano de Recuperação Ambiental de Belo Horizonte –, tomou algumas ações nesse sentido, criou Núcleos de Alerta de Chuvas e implantou placas de aviso em áreas inundáveis, que somam 82 “manchas” (Cobrape, 2010). As cartas de inundação também estão disponíveis no Portal da Prefeitura (<http://www.pbh.gov.br>) – embora a interface para o usuário seja difícil.

O plano de drenagem de Belo Horizonte, se insere no projeto *Switch – Managing Water for the City of the Future*, projeto coordenado pela *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, Unesco, e mantido pela Comunidade Europeia em seu Sexto Programa Estrutural. Reúne uma rede de pesquisadores, planejadores e consultores, visando à cooperação técnica, de pesquisa e ação, para inovação em gestão e manejo das águas em diversas cidades do mundo, com condições diferentes de desenvolvimento e de questões a serem tratadas<sup>v</sup>. Grande parte dos projetos nas cidades dos países menos desenvolvidos tem como objetivo principal a melhoria da qualidade da água e o aumento de sua disponibilidade. As questões relacionadas à drenagem urbana e

risco de inundações são consideradas em Birmingham, Hamburgo e Belo Horizonte (<http://www.switchurbanwater.eu/> em dezembro de 2009).



Carta de Inundações de Belo Horizonte. Regional Pampulha. (PMBH, Smurbe, Sudecap, 2009)



Placa instalada pela Prefeitura de Belo Horizonte (fonte: Bragon, 2009)

Uma outra questão importante é que, dada a impossibilidade de eliminar completamente as enchentes, muitos países procuram, além de criar instrumentos que assegurem a vida das pessoas, elaborar formas de lidar com os prejuízos advindos das inundações. Uma das formas que vêm ganhando força é o seguro contra enchentes. Neste contexto, os seguros são vistos dentro de uma lógica de diminuição da ajuda financeira posterior ao desastre para enfatizar ações pré-desastre, uma mudança das ações de reabilitação de áreas atingidas por eventos extremos, para a prevenção de perdas e criação de redes de segurança.

A mudança de postura de *ex-post* para *ex-ante* se deve ao fato de que raramente os recursos disponíveis para a recuperação dessas áreas – mesmo nos países desenvolvidos, mas principalmente nos países em desenvolvimento – são suficientes para responder às perdas sofridas pelos cidadãos. Muitas vezes o poder público acaba restringindo suas ações à reconstrução de infraestrutura danificada, enquanto as doações

humanitárias, quando ocorrem, somente são suficientes para recuperar uma pequena parcela dos danos sofridos.

Tais seguros podem se dar de diversas formas: desde sua gestão feita exclusivamente por seguradoras privadas, passando por parcerias público-privadas e chegando a sistemas coletivos dos quais participam organizações não governamentais, comunidades, o poder público e a iniciativa privada. Linnerooth-Bayer & Mechler (2007) consideram que raramente a iniciativa privada sozinha disponibiliza seguros para edificações que se encontram em áreas de risco, a não ser que haja uma forte regulamentação e obrigatoriedade para tal, como acontece na França.

Lá, a política de seguros incorpora deliberadamente a ideia de solidariedade nacional, por meio do pagamento de taxas e subsídios cruzados entre áreas de baixo e alto risco de inundação e entre diferentes tipos de riscos ambientais. As seguradoras privadas são obrigadas a oferecer seguro para todos os tipos de catástrofe e há um fundo, administrado pelo poder público, de resseguros. Ainda, se o fundo for insuficiente para cobrir os prêmios, há uma incorporação de valores nas taxas públicas. Um detalhe importante é que o prêmio não se baseia no risco, mas no valor da propriedade. Apesar disso, o mapeamento do risco continua sendo necessário para estabelecer os subsídios cruzados. O pagamento também sofre repetidos decréscimos a cada vez que uma área é afetada, o que, no contexto francês, serve como estímulo à relocação. Pode-se dizer também que aqui está implícita a ideia de que os riscos não são produzidos exclusivamente na área onde se realizam.

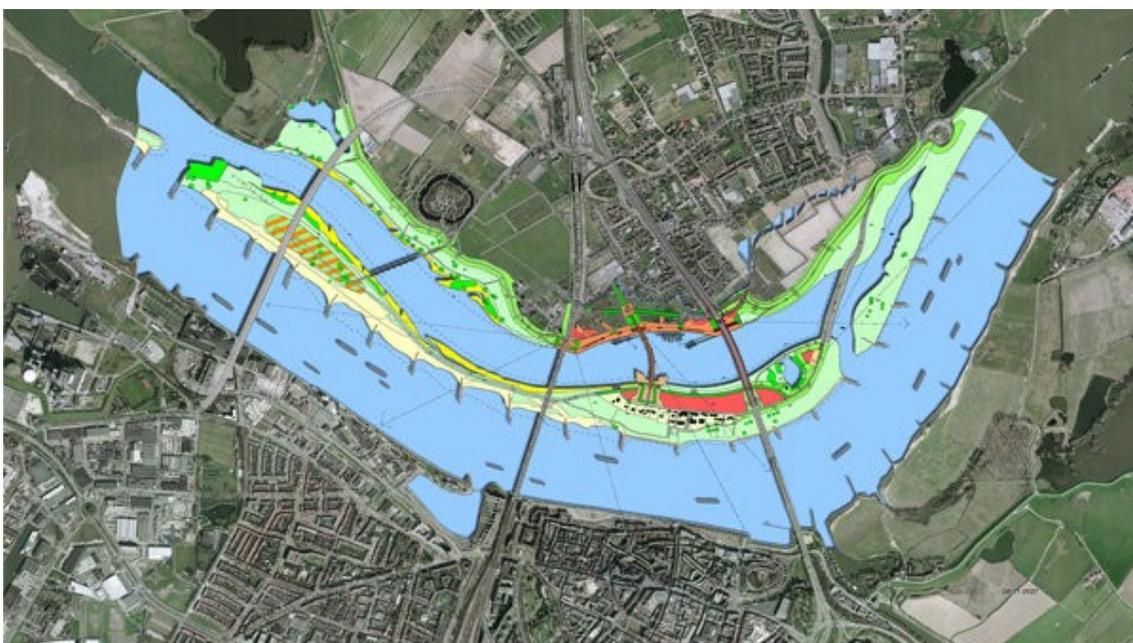
Os mesmos autores consideram, contudo, que para as populações de renda média e baixa, há uma impossibilidade de manutenção de seguros privados; observam que mesmo aqueles oriundos de parceria público-privada possuem uma baixa permeabilidade, principalmente pelos custos de contratação. Os custos não são o único empecilho à contratação dos seguros para essas populações: há problemas com os títulos de propriedade e com o entendimento sobre o funcionamento do seguro, mas há ainda uma confiança sobre a capacidade do poder público em arcar com os prejuízos de um evento extremo.

É preciso destacar ainda que o seguro deve, além de ser passível de aquisição em termos financeiros, levar os indivíduos a adotar estratégias que visem minorar os prejuízos, e não o contrário.

Uma segunda questão importante é que, para haver seguro contra inundações, é preciso construir um sistema de informações que seja suficiente para o conhecimento dos riscos de inundação em cada região da bacia hidrográfica. Daí se depreende a

importância, também para essa política, do mapeamento das áreas passíveis de inundação.

De forma geral, é possível concluir que as mudanças conceituais na forma de lidar com as inundações têm redundado em novas políticas de gestão desses eventos. As ações de planejamento territorial e intervenção contemporâneas recaem principalmente em planejamento do uso do solo, com remoção paulatina da população que vive em áreas inundáveis e em políticas de “dar espaço para o rio”, protagonizadas pelo poder público, como pode ser visto na parcela holandesa do Rio Reno (*Netherlands Water Partnership*, 2010), pela comunidade ou outros tipos de instituições, como as discussões em curso na bacia do Danúbio, encabeçadas pela *World Wildlife Foundation*, WWF (Beckmann, 2006).



Projeto “Make room for the river”, Holanda (fonte: Room for the river, <http://www.topos.de/> em dez de 2009).

Uma série de novos tipos de intervenções segue essas diretrizes de criar espaços para que as várzeas dos rios voltem a cumprir parte de suas funções, atenuando as inundações e mantendo a qualidade da água e da vida aquática, principalmente a criação de corredores verdes ou parques lineares e a restauração ecológica dos corpos d’água, intervenções que começam a se difundir ainda que timidamente no Brasil e em São Paulo (Travassos, 2010). Além disso, no contexto brasileiro, essas novas políticas passam também pelo necessário fortalecimento estrutural e institucional da defesa civil.

## Bibliografia

BECKMANN, Andreas. **Make room for the river: Restoring the Danube**. WWf: 2006.

(disponível em [http://www.panda.org/wwf\\_news/features/?uNewsID=67120](http://www.panda.org/wwf_news/features/?uNewsID=67120) em nov 2009)

Brasil, Ministério das Cidades & Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília: MCidades, 2007.

Brasil, Ministério da Integração Nacional (MIT), Secretaria Nacional de Defesa Civil (SNDC). **Política Nacional de Defesa Civil**. Brasília: SNDC, 2007

COBRAPE. Belo Horizonte usa Carta de Inundações para combater enchentes.

**Reportagem Especial**. Belo Horizonte: 2010. Disponível em

[http://www.cobrape.com.br/det\\_noticia.php?id=83](http://www.cobrape.com.br/det_noticia.php?id=83) em jan de 2010).

Comissão das Comunidades Européias (CCE). **Gestão dos riscos de inundação**.

Protecção contra as cheias e inundações, sua prevenção e mitigação. Comunicação da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. Bruxelas: CCE, 2004. (Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2004:0472:FIN:PT:PDF>).

Comissão das Comunidades Européias (CCE). **Proposal for a directive of the european parliament and of the council on the assessment and management of floods**.

Bruxelas: CCE, 2006. Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0015:FIN:EN:PDF>)

European Environmental Agency (EEA). **European Rivers and lakes**. Assessment of their environmental state. Copenhagen: EEA, 1995.

European Environmental Agency (EEA). **Sustainable water use in Europe**. Part 3: Extreme hydrological events: floods and droughts. Copenhagen: EEA, 2001

GLOBAL WATER PARTNERSHIP(GWP), World Meteorological Organization (WMO), ASSOCIATED PROGRAMME ON FLOOD MANAGEMENT (APFM). **Legal and**

**Institutional Aspects of Integrated Flood Management. Case Studies**. Geneva: WMO, 2006.

LEFF, Enrique. **A complexidade ambiental**. São Paulo: Cortez, 2003.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2006.

Netherlands Water Partnership. **Room for the River – Rhine**. (disponível em

[www.waterland.net](http://www.waterland.net), em novembro de 2009).

Parlamento Europeu; Conselho. Diretiva 2007/60/ce do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de outubro de 2007, relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundações. **Jornal Oficial da União Européia**. Bruxelas: 2007.

PORTO, Rubem La Laina. escoamento superficial direto. In: TUCCI, Carlos, PORTO, Rubem La Laina & BARROS, Mario. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH/ Editora da Universidade/ UFRGS, 1995.

Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PMBH), Secretaria Municipal de Políticas Urbanas (Smurbe), Superintendência de Desenvolvimento da Capital (Sudecap). **Carta de Inundações de Belo Horizonte**. Identificação de áreas potencialmente suscetíveis. Belo Horizonte, 2009 (disponível em <http://www.pbh.gov.br>, em fevereiro de 2010).

PRIGOGINE, Ilya. **O fim das certezas**. Tempo, caos e as leis da natureza. São Paulo: Editora da UNESP, 1996.

TAVARES, Renato. Clima, tempo e desastres. In: TOMINAGA, Lídia; SANTORO, Jair & AMARAL, Rosângela. **Desastres naturais. Conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2010.

TRAVASSOS, Luciana. **A dimensão socioambiental da ocupação dos fundos de vale urbanos no Município de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da USP (PROCAM/USP). São Paulo: PROCAM, 2004.

\_\_\_\_\_. **Revelando os rios: novos paradigmas para a intervenção em fundos de vale urbanos na Cidade de São Paulo**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da USP (PROCAM/USP). São Paulo: PROCAM, 2004.

World Wildlife Fund (France), Loire Vivent. Plan Loire Grandeur Nature. [The 4 parts of the Plan Loire Grandeur Nature](#). Rivernet: 1997. (disponível em <http://www.rivernet.org/>).

<sup>i</sup> Os extravasamentos de água podem ser classificados em quatro tipos: inundação, enchente ou cheia, alagamentos e enxurrada. Não estão diretamente relacionados ao tipo de cobertura ou uso do solo nas várzeas, mas à intensidade do processo e sua causa. Para explicar as diferenças, é preciso imaginar a calha de um rio, em sua porção mais bem definida, ou leito menor. As enchentes, em geral, não ultrapassam o leito menor, enquanto as inundações extravasam o limite do canal, atingindo a planície de inundação ou várzea, no leito maior; é possível dizer que toda inundação vem de uma enchente. Quando esse extravasamento ocorre por algum tipo de bloqueio de vazão, é chamado de alagamento, e quando vem com alta intensidade e bastante concentrado, é uma enxurrada (Brasil, Ministério das Cidades & IPT, 2007).

<sup>ii</sup> Essa metodologia foi desenvolvida pelo órgão ambiental na década de 1990 e se baseia na conhecida metodologia PSR (*pressure, state, and response*), criada pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico, OCDE

<sup>iii</sup> O termo em inglês é *river regulation* e abarca quaisquer mudanças físicas antropogênicas impostas aos rios. As principais são aterros e enxugamentos de terrenos, canalizações, construção de reservatórios, barragens, dragagens, entre outros (EEA, 1995).

<sup>iv</sup> As comunas francesas são as unidades básicas do território francês, em geral, as menores divisões administrativas, como os municípios brasileiros, mas em áreas muito menores. Somente três comunas apresentam subdivisões: Paris, Marselha e Lion.

<sup>v</sup> As cidades são Acra (Gana), Alexandria (Egito), Pequim e Chongqing (China), Lima (Peru), Cali (Colômbia), Belo Horizonte (Brasil), Birmingham (Grã-Bretanha), Hamburgo e a região do Emscher (Alemanha), Lodz (Polônia), Tel Aviv (Israel) e Zaragoza (Espanha).