



Adriana de Fátima Penteadó

Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo - USP
adripent@usp.br

Sandro Henrique Petry

Departamento de Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
sandro@saoleopoldo.rs.gov.br

Jurandyr Luciano Sanches Ross

Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo - USP
juraross@usp.br

RESUMO

Parte da planície inferior do rio dos Sinos (RS-Brasil) apresenta grande adensamento urbano-industrial em áreas naturalmente atingidas por cheias. Para prevenir contra este fenômeno iniciou-se em 1970 a execução do Sistema de Controle de Enchentes no Vale do Rio dos Sinos - SCEVRS. O objetivo deste trabalho é analisar os fatores de risco associados ao estado da parte instalada. Contextualizou-se o problema das enchentes e buscou-se a compreensão do funcionamento do Sistema. Depois, mediante relatos técnicos e observações de campo, analisaram-se os problemas.

Palavras chave: Controle de enchentes, risco de inundação, pôlderes, Vale do Rio dos Sinos.

RESUMEN

Los riesgos asociados con el sistema de control de inundaciones en Valle del Río dos Sinos - Parte de la llanura baja del Río dos Sinos (RS-Brasil) tiene una alta densidad de uso urbano/industrial en tierras naturalmente afectadas por inundaciones. Para prevenir contra este fenómeno fueron ejecutadas obras de retención y drenaje. El propósito de este estudio es analizar los factores de riesgo asociados al estado de la parte ya instalada del proyecto del Sistema de Control de Inundaciones del Valle del Río dos Sinos. Se ha problematizado el fenómeno de las inundaciones, fue estudiado el ingenio de Control y a través de entrevistas y observaciones de campo se evaluaron los factores de riesgo.

Palabras clave: Control de inundaciones, riesgo de inundaciones, pôlderes, Valle del Río dos Sinos.

RÉSUMÉ

Risques associés au système de contrôle des débordements d'eau dans la Vallée de Rio dos Sinos - Partie de la plaine inférieure du Rio dos Sinos (RS-Brésil) présente une très haute densité d'occupation urbaine-industrielle naturellement touché par les débordements d'eau. Pour éviter ce phénomène, ouvrages de confinement et drainages ont été réalisés. Le but de cette étude est d'analyser les risques associés à l'état de la partie installée du projet du Système. Le phénomène naturel a été problématisée, l'engin de Contrôle des débordements a été étudié, et par des rapports et observations les facteurs de risque ont été analysés.

Mots-clés: Contrôle des débordements, risques d'inondation, polders, Vallée du Rio dos Sinos.

ABSTRACT

Risks associated with the system of flood control in the Valley of the Rio dos Sinos - Part of the lower plain of the Rio dos Sinos (RS-Brazil) presents a high density of urban-industrial occupancy in natural-flooding areas. To prevent this phenomenon, retention and drainage works were executed. The aim of this study is to analyze the risk factors associated with the state of the installed part of the project of the Rio dos Sinos Valley Flood Control System. The natural phenomenon was problematized at first, then the Control engine was considered, and by means of reports and field observations the risks were evaluated.

Key words: Flood control, flood risk, polders, Rio dos Sinos Valley.

* O texto deste artigo corresponde à comunicação apresentada ao II Congresso Internacional de Riscos e VI Encontro Nacional, tendo sido submetido para revisão em 02-05-2010, tendo sido aceite para publicação em 21-02-2011. Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 19, 2012, © Riscos, ISBN: 0872- 8941.

Introdução e problematização geral

As inundações se constituem em problema que atinge com frequência algumas cidades brasileiras e a intensidade dos danos possui, geralmente, relação direta com o maior grau de adensamento urbano. Segundo estudos da PESQUISA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PNSB (2000), dos 4.327 municípios com serviço de drenagem urbana, 1.235 (28,5 %) soreram com as inundações entre os anos de 1998 e 2000.

As áreas urbanizadas em relação às não urbanizadas possuem o escoamento superficial das águas 10 a 30% maior; a água subterrânea diminui entre 32 e 50% e, aproximadamente 43% das precipitações são evacuadas das áreas urbanas pelo sistema de drenagem (PICKETT *et al.*, 2001). Os sistemas de drenagem são classificados de acordo com suas dimensões, em sistemas de microdrenagem, também denominados de sistemas iniciais de drenagem, e de macrodrenagem. A microdrenagem inclui a coleta e afastamento das águas superficiais ou subterrâneas através de pequenas e médias galerias, fazendo ainda parte do sistema todos os componentes do projeto para que tal ocorra. A macrodrenagem inclui, além da microdrenagem, as galerias de grande porte ($D > 1,5m$) e os corpos receptores tais como canais e rios canalizados. Os sistemas de drenagem urbana são essencialmente sistemas preventivos de inundações, principalmente nas áreas mais baixas das comunidades sujeitas a alagamentos ou marginais de cursos naturais de água. É evidente que no campo da drenagem, os problemas agravam-se em função da urbanização desordenada (FERNANDES, 2002).

Os principais efeitos da urbanização sobre o ciclo hidrológico são (Tucci, 1993): aumento do escoamento superficial e redução do tempo de escoamento, que provocam aumento nas vazões máximas e antecipam os picos de cheias; redução do escoamento subterrâneo que causa rebaixamento do nível do lençol freático; redução nos processos de evapotranspiração; redução da infiltração da água no solo.

As conseqüências da urbanização sobre a hidrologia são mais diretas e referem-se ao crescimento das vazões máximas de cheias causando inundações e a redução das vazões mínimas no período de estiagem (Tucci, 1995).

No Brasil, principalmente no século XX, a adaptação da hidrografia aos sistemas de vias urbanas causaram drásticas intervenções, como a retificação de meandros dos rios. O objetivo de tais ações era o de recuperar terrenos impróprios para a ocupação, dando lugar à urbanização. Os fundos de vale se transformaram em locais passíveis de loteamentos ou áreas comercializáveis, abrigando também as vias marginais, comuns nas cidades (FELICIO, 2009).

Apesar dos inúmeros casos de inundações ao longo do tempo, trazendo prejuízos materiais e humanos, no Brasil não existe nenhum programa sistemático de controle deste fenômeno que envolva seus diferentes aspectos. O que se observa são ações isoladas por parte de algumas cidades (REZENDE & TUCCI, 1979).

Atualmente as inundações são cada vez mais causadas pela combinação de fatores naturais e sociais. Tem origem natural porque estão associadas com a ocorrência de fenômenos atmosféricos, com dinâmica e extensão espacial própria. Observa-se, porém, que se registram cada vez mais eventos que foram induzidos, acelerados ou ampliados pela intervenção humana relacionados a processos como desmatamento, desestabilização de vertentes, degradação de ecossistemas, mudanças no padrão de uso do solo agrícola, crescimento urbano sem planejamento adequado e sem provisão de infraestrutura de drenagem. Assim, os lugares de grande concentração urbana apresentam, na atualidade, maior suscetibilidade a que ocorra este tipo de evento (COLLISCHONN, 2009).

As inundações na bacia hidrográfica do Rio dos Sinos

Segundo RAMOS (1975), no rio dos Sinos as cheias ocorrem principalmente no inverno e têm como causa principal o influxo das águas do corpo receptor (Guaíba). O regime do complexo fluvial provém de um conjunto de fatores, entre os quais, o de ter um dos maiores índices pluviométricos do Rio Grande do Sul no Planalto Meridional, aliado ao fato de receber praticamente todos os contribuintes da bacia do rio Jacuí. O escudo Sul Rio-Grandense e o litoral representam um obstáculo ao escoamento das águas até o oceano Atlântico, por isto elas são acumuladas no Guaíba.

Segundo BERTÊ (2004), o agravamento das cheias periódicas, no rio dos Sinos e em todo o estado do Rio Grande do Sul, possui relação direta com a diminuição dos ambientes reguladores - as terras úmidas - e com o desmatamento na margem dos rios. O volume de água da precipitação, que antes ficava retido pela vegetação e era absorvido gradativamente pelos solos antes de chegar aos cursos de água, flui rapidamente para os rios, transportando, assim, sedimentos.

A Câmara de Vereadores de Porto Alegre, no período entre 1824 e 1983, registrou grandes inundações na Região Metropolitana de Porto Alegre ocorridos nos anos de 1833, 1873, 1897, 1905, 1912, 1914, 1921, 1926, 1928, 1936, 1937, 1941, 1954, 1956, 1964, 1965, 1967, 1970, 1976 e 1983. Os municípios de São Leopoldo e Novo Hamburgo, quase sempre eram os mais atingidos, principalmente nas inundações de 1941, 1965 e 1967, as maiores já registradas, com dezenas de milhares de desabrigados na região (METROPLAN, 2001 apud ALTENHOFEN, 2005).

Drenagem e contenção na planície de inundação

Devido a esta susceptibilidade natural de ocorrência de inundações no Vale do rio dos Sinos, as quais atingem a área ocupada da planície inundável, foi elaborado, nos anos 1960, um projeto de obras civis para prevenir contra as enchentes. O Sistema de Controle de Enchentes no Vale do Rio dos Sinos - SCEVRS, em sua parte já instalada, constitui-se no objeto da pesquisa presente. Segundo documento apócrifo fornecido pelo órgão regional do Ministério da Integração Nacional, a prevenção contra o extravasamento do rio dos Sinos, causado pela elevação das águas do Guaíba, por vazões excessivas do próprio Sinos ou pela sobreposição de ambos os fatores, só pode ser assegurada com a construção de diques.

O sinistro em algum ponto destes diques ocasiona danos muito mais graves do que aqueles que ocorrem quando a enchente não encontra a contenção artificial, pois no primeiro caso a inundação é rápida e violenta, principalmente se o sinistro ocorrer durante a enchente. Igualmente, a efetividade da proteção em cada polder depende de toda uma infra-estrutura (um polder é uma porção de terrenos baixos e planos que constituem uma entidade hidrológica artificial, incluída entre aterros conhecidos como diques, utilizados para a agricultura ou habitação. Para esgotamento das águas pluviais os polders devem ser drenados por meio de canais com comportas e/ou de bombas, a fim de impedir a subida excessiva da água no interior da área ensecada pelos diques. Fonte: WIKIPÉDIA. Acessado em: 01/02/2010. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/P%C3%B4lder>), que inclui indispensavelmente bombas que fazem o recalque das águas para o canal principal da bacia quando, em função da elevação das águas no curso do rio, os tributários não deságuam por gravidade nos locais normais junto ao receptor. Nesse caso o influxo do receptor, por simples gravidade, deve ser impedido, começando o bombeamento. A operação do Sistema também depende dos serviços de manutenção contínua, na falha dos quais a população fica sujeita a eventos com conseqüências tão mais graves quanto mais ficam inesperados estes eventos, devido à situação de despreparação para a ocorrência, e da intensificação da urbanização nas áreas furtadas às inundações periódicas em conseqüência da proteção conferida pelo Sistema em funcionamento.

Objetivo e Justificativa

O objeto de pesquisa é a parte instalada do SCEVRS. Objetiva-se fazer uma análise dos fatores de risco relacionados ao estado de manutenção e conservação do Sistema, considerando a realidade encontrada pelos pesquisadores durante os levantamentos entre os meses de dezembro de 2009 e abril de 2010.

Estudo desta natureza permite a análise comparada entre casos semelhantes, fornecendo subsídio para os processos de planejamento e gestão de sistemas de controle de enchentes em contextos similares àquele do objeto de estudo, ou seja, sob o efeito da possível escassez do aporte de recursos regulares para manutenção da parte instalada, e principalmente (como será demonstrado) daqueles em implantação ou operação em áreas densamente urbanizadas e convertidas em polders, compreendendo a construção de aterros (menor custo do que os muros de contenção) com estrutura de corpo estradal fraca, mas ligando ocupações sem substituto rodoviário, e de canais de drenagem, com a formação de faixas de domínio, em cidades com grandes contrastes sociais (como é característico das metrópoles brasileiras), em cidades sob forte pressão da clandestinidade na ocupação de áreas públicas.

Metodologia

O encaminhamento metodológico se subdividiu em duas fases. Compreendeu inicialmente um levantamento bibliográfico geral a respeito do problema das inundações ribeirinhas em áreas ocupadas pelo homem, das formas de contenção das mesmas e de drenagem de áreas urbanas, seguida, então, de visita a órgãos gestores do SCEVRS tendo em vista a necessidade de compreensão do Sistema em operação na área de estudo. Foram obtidos dados e informações junto ao Gabinete de Defesa Civil da Prefeitura Municipal de São Leopoldo e de órgão regional do Ministério da Integração Nacional.

O projeto institucional do Sistema é muito maior do que sua parte já instalada, sendo que o foco de pesquisa esteve na parte em operação e seus problemas atuais, dado o objetivo de pesquisa já exposto. Fez-se a análise do material disponibilizado pelos órgãos e realização de entrevistas com os operadores do Sistema. As informações históricas sobre o Sistema se concentraram na cooperação técnica Brasil-Alemanha, a qual culminou no projeto dos polders I a VI, e na conclusão dos polders IV e V, muito embora já estivessem em operação, antes destes, dois polders do Sistema, mais próximos a Porto Alegre (Mathias Velho e Rio Branco).

No segundo momento, realizaram-se as observações visuais da realidade atual dos principais elementos do Sistema. Foram vistoriadas algumas valas e comportas da macrodrenagem dos polders VI e V, foi verificada a situação ao longo dos aterros-diques em operação nos municípios de Canoas e São Leopoldo, e dos muros ao longo do segmento canalizado do rio dos Sinos. Visitou-se o município de Novo Hamburgo nas proximidades do dique projetado.

Durante os campos foi realizado levantamento fotográfico terrestre e obtida coordenada geográfica de cada local

fotografado. Durante estas mesmas saídas de campo, os pesquisadores interagiram com populares assentados nos locais visitados, o que contribuiu, também, no aspecto metodológico para a obtenção dos resultados finais.

Localização e caracterização da área de estudo

Situada a nordeste do estado do Rio Grande do Sul (Fig.1), a bacia do rio dos Sinos abrange total ou parcialmente 32 municípios. Possui uma área de 3.800 km² correspondendo a 4,5% da área total da bacia hidrográfica do Lago Guaíba e 1,5% da área total do Estado (FEPAM, 1991).

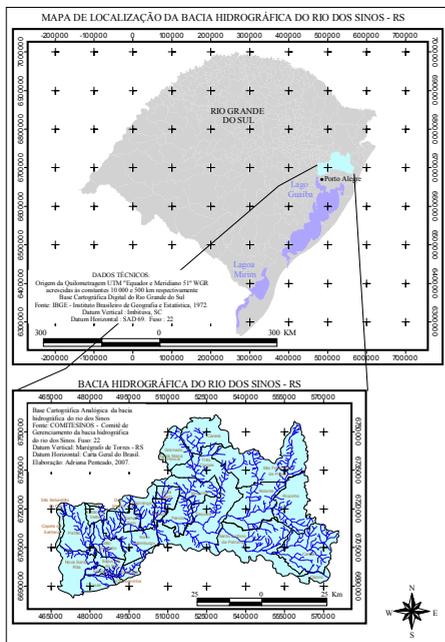


Fig. 1 - Situação e localização da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos. Autoria Temática: Adriana PENTEADO.

As características naturais que facilitaram a ocupação na planície propiciam também enchentes periódicas. Da sua foz até Campo Bom o rio dos Sinos percorre uma depressão com largura variando entre 5 a 8 km. A declividade dessa área é de aproximadamente três metros entre Campo Bom e São Leopoldo, e um metro entre este e a foz.

No povoamento do Vale do Rio dos Sinos, a influência principal é de movimentos migratórios germânicos do século XIX, incentivados por políticas públicas de atração populacional do Brasil Imperial. A população é atualmente multi-composta em termos étnicos, estimada, segundo FEPAM (1991), em 975.000 habitantes, com 90,6 % concentrada na área urbana e 9,4 % em área rural.

Quase todas as cidades que compõem a região têm atuação no ramo coureiro-calçadista, o que a eleva a maior conglomerado do mundo no ramo (ABICALÇADOS). Uma área de 140 Km² abriga mais de 1.700 indústrias relacionadas com o calçado, cujo produto acabado,

insumos ou componentes são largamente exportados. As indústrias metal-mecânica e eletrônica, também exportadoras, têm destaque na região e são fornecedoras do mercado interno.

Verifica-se o adensamento urbano muito próximo ao rio dos Sinos (Fig. 2), herança da colonização alemã, que teve seu início em 1824 na região do Vale do Sinos. O parcelamento oficial do solo nas áreas úmidas da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos data, pelo menos, da época do desembarque dos colonos alemães, quando iniciou-se uma distribuição de lotes entre alemães e açorianos. A questão envolvendo a propriedade dos lotes distribuídos aos colonos estrangeiros que iam chegando, em levas sucessivas, a quem se oferecia acesso a terra como incentivo para a imigração, motivou a elaboração, segundo MOEHLECKE (1976), já por volta de 1833, da primeira planta de loteamento da colônia, feita pelo Piloto da Carta Geral, Miguel Gonçalves dos Santos. Nesta planta já se vê, perfeitamente delineado, o traçado urbano do que viriam a ser os pôlderes IV e V, representados atualmente pelo assentamento sobre área inundável em São Leopoldo.



Fig. 2 - Vista aérea dos pôlderes IV e V do SCEVRS.

Fonte: Google Earth.

Elaboração: Adriana PENTEADO, 21/09/09.

Há registro histórico de grande inundação em 1833, na mesma época da elaboração da Carta Geral (vide Introdução), o que faz ficar, assim, evidente que a dinâmica hidrológica dos locais de assentamentos humanos não se constituía em óbice para a urbanização. A proximidade do local de fixação humana com os canais oferecia, entre suas amenidades, a maior facilidade para o abastecimento de água. No caso do canal principal, a proximidade com o rio facilitava a utilização do que, há apenas algumas décadas, ainda era o principal meio de transporte entre as cidades na região (fluvial). O rio dos Sinos liga os assentamentos à capital do estado, Porto Alegre, sem turbulências expressivas ou quedas d'água, já que, como dito, a declividade do terreno é reduzida.

A convivência da população da planície aluvial do rio dos Sinos com as inundações existe desde os primórdios da

ocupação, e somente após meados do século XX serão realizadas obras realmente consistentes para dar às áreas inundáveis uma proteção mais efetiva do que os aterramentos (elevações de cota de terreno). O Sistema institucional que foi construído na planície de inundação do curso principal inclui dois trechos sem conexão funcional, implantados em momentos e circunstâncias distintas, nos municípios de Canoas e São Leopoldo.

O Sistema de Controle de Enchentes no Vale do Rio dos Sinos (SCEVRS)

Com o objetivo de amenizar os efeitos das inundações no Vale do Rio dos Sinos foi elaborado o Plano Diretor Hidrológico da área. O governo do Rio Grande do Sul obteve assistência técnica do governo alemão com base em acordo firmado em 30 de novembro de 1963, entre a Alemanha e o Brasil. Quando da assinatura deste acordo de cooperação, já havia dois pôlderes em operação, bem próximos à capital do estado, feitos fora do âmbito da cooperação técnica, designados Mathias Velho e Rio Branco, em alusão aos bairros de suas localizações.

Os estudos tiveram início em maio de 1967 e foram concluídos após dois anos. Entre as entidades responsáveis estava uma firma de Consultoria Alemã, de Essen, com o apoio da Secretaria de Obras Públicas do estado do Rio Grande do Sul e da Faculdade de Economia de São Leopoldo.

Antes do início das obras os principais estudos elaborados foram: Plano Diretor Geral Hidrológico, Estudo Sócio-Econômico, Plano Geral de Proteção Contra as Cheias e o Estudo de Viabilidade Econômica. As obras foram previstas para serem executadas entre os municípios de Campo Bom até Canoas, no curso inferior da bacia.

Em meados dos anos 1970 efetivou-se um contrato entre a União e o banco alemão KFW-Kreditanstalt für Wiederaufbau, o qual se comprometeu a reembolsar 40% dos gastos que seriam realizados pelo Estado, os quais foram rateados em partes iguais entre unidade federada e União. Foi prevista a construção de seis pôlderes, sendo eleitos como prioritários os pôlderes IV e V pela maior importância sócio-econômica, pois abrigam maiores áreas com adensamento urbano-industrial.

No local onde os diques estão paralelos ao rio, num trecho aproximado de 160 metros, a planície de inundação foi suprimida. Neste local ocorre um acentuado estrangulamento na seção transversal de escoamento das águas nas cheias. Duas pontes atravessavam o rio, reduzindo adicionalmente a seção transversal de escoamento (Na época do Projeto havia duas. A saturação do trânsito associada ao envelhecimento de uma das pontes que integram o sul e o norte de São Leopoldo motivou a construção de uma terceira (Ponte Henrique Luiz Roessler), no

final da década de 1990, para a qual foi necessária a realização de estudos adicionais em hidrologia tendo em vista o risco de comprometimento da efetividade da proteção conferida pelas obras projetadas no âmbito do acordo de cooperação técnica. Atualmente está em construção mais uma ponte, esta ferroviária, com moderna tecnologia (sem pilar central), o que diminui o impacto na dinâmica natural. Todas estas pontes estão concentradas no trecho de maior estreitamento).

Em vista da criticidade desta área foram necessários ensaios em modelo para simular situações e formas ótimas sob o ponto de vista técnico-hidráulico. A partir desta simulação foi também possível verificar a relação da velocidade da água com a erosão do leito do canal, o que agrava o assoreamento a jusante, intensificando as cheias.

Para a execução do modelo, o Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) contratou o Instituto de Pesquisas Hidráulicas - IPH da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Dois modelos reduzidos foram estudados, o primeiro considerou possíveis ampliações das pontes e afastamentos entre os diques da margem esquerda e direita. A partir dos resultados obtidos optou-se pelo segundo modelo.

No segundo caso, as ampliações necessárias no leito do rio foram substituídas por um canal lateral que desvia para a margem direita a descarga não absorvida pelo leito principal e nas seções das pontes. Reintegrou-se o leito composto à jusante das pontes da BR 116, transformando a zona central da margem direita em ilha (Fig.3).

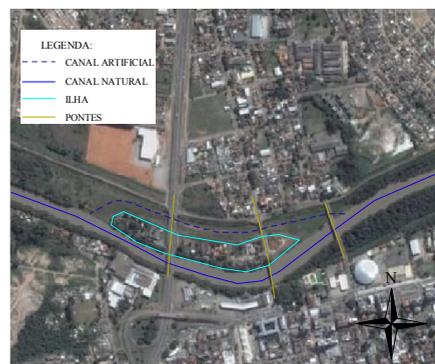


Fig. 3 - Canal artificial no ponto de estrangulamento. Fonte: Google Earth, adaptação Adriana PENTEADO, 02/2010.

O SCEVRS compreende a drenagem dos pôlderes através de valas, cursos fluviais retificados e canalizados. Também, casas de bombas (Fot. 1), bem como sifões para a travessia das estradas, entre outros itens. A alguns canais de macrodrenagem estão associadas comportas que permitem a passagem da água por diferença de pressão (Fot.2), nas cheias as comportas se fecham, ao tempo em que a água excedente destes canais vai ser bombeada para o rio principal da bacia. As casas de bombas possuem capacidade diferenciada.



Fot. 1 e 2 - Uma casa de bombas e uma comporta do sistema de macrodrenagem em São Leopoldo.

Autoria: Adriana PENTEADO, 10/2009.

Resultados

Parte em implantação: efeito de planejamento de longo prazo

Constatou-se que a maior parte das obras projetadas do SCEVRS está em franca implantação, embora seja notório o desconhecimento geral quanto à função de contenção de enchentes que terá o corpo estradal de uma rodovia federal já em construção, BR 448 (chamada de Rodovia do Parque), com extensão de 22 quilômetros, ligando a capital do Estado, Porto Alegre, às cidades ao sul. Esta rodovia pretende desafogar o tráfego extremamente saturado da principal ligação entre os municípios do Vale do Sinos, a BR 116. O traçado da BR 448 coincide exatamente com aquele da parte projetada dos diques com base nos amplos estudos realizados há mais de quarenta anos.

Em folder publicitário elaborado pelo extinto DNOS por volta de 1967 consta a informação de que “alguns dos diques foram projetados de tal forma que poderão no futuro ser utilizados como rodovias, originando assim benefícios secundários no escoamento do tráfego”. Este material não aponta quais seriam os diques.

Problemas constatados na parte implantada

De forma geral, as obras de contenção (em operação) contra enchentes do vale do rio do Sinos, em Canoas e São Leopoldo, necessitam de constante manutenção para que não haja rompimento ou falhas que comprometam a proteção da população. Segundo TUCCI (1995), o controle das inundações urbanas é um processo permanente que deve ser mantido pelas comunidades, visando à redução do custo social e econômico dos impactos.

O Manual de Operação e Manutenção do Sistema de Proteção, elaborado pela Consultoria Alemã, alerta para alguns perigos da má conservação dos diques de terra e canais de macrodrenagem. Este manual destaca alguns pontos, que assim foram sintetizados pelos pesquisadores: o enleivamento (vegetação que cobre superfícies, oriunda de torrões originalmente transportados, que somam estabilidade à estrutura) dos taludes do maciço das bermas (seção inclinada do dique) deve ser mantido raso e homogêneo, devendo a vegetação arbustiva alta

em desenvolvimento ser retirada, pois suas raízes podem desestabilizar os taludes em épocas de cheia; erosões, tanto aquelas provocadas pelo tráfego de pedestres e animais, como as surgidas naturalmente, a exemplo das depressões na superfície plana que podem acumular água, devem ser objeto de manutenção contínua, somente sendo permitido, nos diques, o tráfego de veículos de pequeno porte, de duas rodas; não devem ser construídas casas e rampas nos maciços e nas bermas de equilíbrio dos diques, o que compromete a estabilidade da estrutura, e nem nas faixas de domínio dos diques e canais de macrodrenagem, tendo em vista a necessidade de acesso dos técnicos e operários para a manutenção.

Em trabalho de campo para a identificação de falhas e danos no SCEVRS verificou-se a existência de todos os fatores de risco apontados (Canoas/São Leopoldo). Ocorrência de erosão ao longo de todo o percurso dos diques devido a passagem de pessoas e veículos, construção de moradias irregulares em bermas de equilíbrio (Fot.6), construção de rampas com corte de talude (fot.7), com remoção de grande quantidade de massa do corpo do dique, o que provoca seu enfraquecimento, e tráfego de carros e tratores. Em outro local (Fot. 3) observa-se um reparo, feito pela municipalidade, na parte danificada do dique por construção de rampa irregular de acesso, reparo este que, logo depois, foi demolido pelos utilizadores. Vemos um trecho normalizado do dique (Fot.4).



Fot. 3 e 4 - Reparo em dano causado por construção de rampa irregular ao dique e situação atual.

Fonte: Respectivamente, Gabinete de Defesa Civil de São Leopoldo, 09/2009, e Sandro PETRY, 01/2010.



Fot. 5 - Muro de contenção no centro de São Leopoldo (época de implantação).

Fonte: PROJETOS - RIO DOS SINOS.

<http://www.wittler.com.br/engenharia/site/default.asp?TroncoID=906480&SecaoID=707260>



Fot. 6 e 7 - Edificação em berma de equilíbrio e rampa de acesso irregular/tráfego pesado.

Autoria: Sandro PETRY, 01/2010.

Em alguns locais há também vegetação arbustiva alta, e no interior das áreas apropriadas pelos ocupantes irregulares encontramos vegetação de porte arbóreo. Casas estão construídas do lado interno do dique (lado correspondente ao rio), estas promovendo o aterro nas áreas onde estão localizadas. Segundo informação declaratória de um operador do SCEVRS, o surgimento desses fatores teria tido início com a extinção do DNOS, em 1989, ocasião em que houve uma paralisação de obras de manutenção.

Segundo relatório técnico do SCEVRS (2005), a manutenção das Valas de Macrodrenagem, que vem sendo desenvolvida, encontra dificuldades de execução, pois em alguns trechos de valas já não é mais possível dragar devido à localização de casas irregulares nas faixas de domínio e nas áreas reservadas para o trânsito dos equipamentos ao longo de todo o Sistema de Proteção e, até mesmo, nos diques.

A partir dessa situação, forçou-se o sistema de proteção a executar os serviços de dragagem utilizando-se o passeio interno e a berma de equilíbrio, para o trânsito dos Drag-Lines e para deposição resultante da dragagem, comprometendo a estabilidade dos diques.

Quanto à manutenção dos equipamentos do SPCVRS, o Ministério das Cidades transferiu para o Ministério da Integração Nacional (que atualmente administra o órgão gestor do Sistema) R\$ 24 milhões. As prioridades serão as reformas das casas de bombas dos diques, sendo que a casa que se encontra em estado mais crítico está localizada no bairro Santo Afonso, em Novo Hamburgo (JORNAL VALE DOS SINOS, 2009). Esta Casa possui sete bombas, sendo que, na cheia de 2009, apenas uma bomba funcionou, inundando parte da área protegida e obrigando a Defesa Civil a prestar socorro às vítimas da inundação.

Partes não-institucionais

Como resultado preliminar, pode-se apontar a existência de elementos não institucionais que, em hipótese, teriam efeito relativo de controle de inundações. É o caso da Estrada dos Municípios, em Novo Hamburgo (bairro Canudos), a qual, segundo constatação de campo, se localiza próxima a assentamento humano, constituída também de aterro, marcando a transição entre, de um lado, a ocupação, e, de outro, área com características ecossistêmicas de terra úmida. O possível efeito de contenção de alguns elementos encontrados, efeito este não-reconhecido tecnicamente, é uma hipótese cuja confirmação depende de aprofundamento da presente pesquisa.

Conclusão

Medidas adotadas quase sempre apresentam caráter localizado. Os trechos dos canais ampliados reduzem os prejuízos das áreas afetadas, mas devido à transferência das vazões as inundações agravam-se para jusante e as planícies utilizadas pelas águas, suprimidas por obras, serão sempre requeridas à jusante (CANHOLI, 2005).

As inundações ocorridas no Vale do rio dos Sinos em 1983, 1984, 1985, 1987 e 1989, atingiram cotas muito superiores ao que seria esperado pelo volume de água precipitado. Podemos incluir alguns dos últimos eventos hidrológicos na bacia, como enchentes ocorridas desde 2008, como de grande magnitude. O nível do rio, em 2009, chegou a atingir cota assustadora, menos de um metro inferior à altura do dique - conforme declaração de moradores do bairro Vicentina (São Leopoldo). Suas moradias estão instaladas a poucos metros do rio dos Sinos.

Segundo SCEVRS a manutenção das obras com relativa segurança tem sido um trabalho difícil, pois constantemente ocorrem novas invasões, roubos e vandalismos nas obras do Sistema de Controle e isso pode acarretar em graves problemas de inundação no interior dos pôlderes.

As obras de contenção de enchentes, com manutenção inadequada e danos significativos em sua estrutura, são, diante do sinistro, piores do que não ter obra alguma, pois, nesse caso, as inundações ocorrem gradativamente, ao contrário daquelas obras que possam romper provocando ondas de grandes dimensões. Diante dos prejuízos e entraves que as ocupações irregulares têm causado percebe-se que a remoção destas e o impedimento da instalação de novas moradias é um caso de segurança a toda a população residente próxima aos diques.

É possível ainda especular quanto ao modelo de pensamento, e aos efeitos deste na configuração dos pôlderes, vigentes na época da idealização do Sistema, ocasião em que não havia o mesmo grau de esclarecimento e preocupação quanto ao valor natural e a necessidade de preservação de terras úmidas. O projeto do Sistema previa, inclusive, diques que décadas depois nem haviam sido implantados, muito embora, como já dito, a BR 448 (rodovia federal), em construção, com mais de 20 Km de extensão, siga o traçado planejado e exerça o efeito de contenção. Novos pôlderes entrarão em operação com a rodovia e seus efeitos não se resumem à proteção conferida, já que a idealização de sistema de controle não deve focar apenas a contenção em si, ao tempo em que artificializa toda a dinâmica natural de uma bacia hidrográfica.

E principalmente, concluímos que a gestão do Sistema deve ser encarada como problema multi-complexo, já que riscos de falha não se calculam somente na relação entre a dinâmica natural alterada por meio de obras civis, de um lado, e as características técnicas das obras, de outro, mas também da dinâmica urbana dos homens.

Bibliografia

Livros e teses

ALTENHOFEN, Rafael José (2005) - "*Relações Ecológicas, Percepções e Representações de Populações Humanas Ribeirinhas: Subsídios para Conservação de Áreas Úmida na Bacia Hidrográfica do Rio Dos Sinos*", RS.

CANHOLI, Aluísio Pardo (2005) - "*Drenagem urbana e controle de enchentes*". São Paulo, Oficina de Textos.

COLLISCHONN, E. (2009) - "*Inundações em Venâncio Aires/RS: Interações entre as dinâmicas natural e social na formação de riscos socioambientais urbanos*". Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 327p.

FELICIO, B da C.; SILVA, R. S. (2009) - "*Ações antrópicas nas áreas lindeiras a corpos d'água urbanos*". XIII Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional. Florianópolis.

FERNANDES, C. (2002) - "*Microdrenagem - Um Estudo Inicial*", DEC/CCT/UFPB, Campina Grande, 196p.

MOEHLECKE, G.O. (1976) - "*Primórdios da urbanização de São Leopoldo*". Anais do 2º Simpósio de História da Imigração e Colonização Alemã no Rio Grande do Sul, p.73 a 104.

METROPLAN (Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano) (2001). "*Os rios na cidade: as enchentes na evolução urbana da região metropolitana de Porto Alegre*". Porto Alegre. 96 p

PICKETT, S. T.; CARDENASSO, M. L.; GROVE, J. M.; NILON, C. H.; POUYAT, R. V.; ZIPPERER, W. C.; CONSTANZA, R. (2001) - "*Urban Ecological System: Linking Terrestrial, Ecological, Physical and socioeconomic Components of Metropolitan Areas*". Annual Review of Ecology and Systematics, 33.

PROJETO PLANAGUA/GTZ DE COOPERAÇÃO TÉCNICA BRASIL - ALEMANHA. (1998) - "*Rios e Córregos. Preservar - Conservar - Renaturalizar a recuperação de rios. Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental*".

REZENDE, B. ; TUCCI, C. E. M. (1979) - "*Análise das Inundações em Estrela: relatório técnico*". Estrela, Prefeitura Municipal de Estrela, 30p.

Tucci, C.E.M. (1993) - "*Controle de Enchentes*". In Tucci, C. (org). Hidrologia ciência e aplicação. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH cap 16, p621-658.: 952p.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. de (Orgs.) (1995) - "*Drenagem Urbana*". ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre: UFRGS, 428 p.

Documentos institucionais

PREFEITURA DE SÃO LEOPOLDO (2008) - "*Projeto de Controle de Enchentes no Vale do Rio dos Sinos*". Estudo de escoamento de vazões críticas no canal central do rio dos Sinos localizado entre a antiga ponte férrea da Av. Mauá e a Casa de Bombas nº 04 - Polder V - São Leopoldo - RS. Relatório Final.

RELATÓRIO TÉCNICO DO PROJETO DE CONTROLE DE ENCHENTES NO VALE DO RIO DOS SINOS (1992). Secretaria do Desenvolvimento Regional da Presidência da República. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. São Leopoldo.

Endereços eletrônicos

ABICALÇADOS. Associação Brasileira da Indústria de Calçados. Disponível em: <http://www.abicalcados.com.br/polos-produtores.html>. Acessado em: 08/04/2010.

JORNAL VALE DOS SINOS. Disponível em: <http://www.jornalvs.com.br/site/principal/capa.asp>. Acessado em: 17/01/2010.

PESQUISA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PNSB (2000) Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/default.shtm> . Acessado em: 10/01/2010.

PRÓ-SINOS - Programa de Educação Ambiental da bacia hidrográfica do rio dos Sinos. Disponível em: <http://www.portalprosinos.com.br/>. Acessado em 10/12/2009.

SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO, SANEAMENTO E DESENVOLVIMENTO URBANO DO RIO GRANDE DO SUL. Disponível em <http://www.habitacao.rs.gov.br/portal/index.php?acao=servico&cod=corsan>. Acessado em: 21/12/2009.