



I Congresso Brasileiro de Redução de Riscos de Desastres:
“Gestão Integrada em RRD no Brasil e o Marco de SENDAI para a
Redução do Risco de Desastres 2015 – 2030”
Curitiba, Paraná, Brasil – 12 a 15 de Outubro de 2016

MEDIDAS NÃO CONVENCIONAIS DE CONTROLE NA FONTE PARA MINIMIZAÇÃO DAS ENCHENTES

Rafael Fabião Setti¹, Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora²

1 Universidade Federal Fluminense, Mestrando da Pós-Graduação em Defesa e Segurança Civil,
rafael_fabiao@yahoo.com.br

2 Universidade Federal Fluminense, Coordenadora do Mestrado Profissional em Defesa e Segurança Civil,
dahora@vm.uff.br

RESUMO

A expansão urbana devido à migração por oportunidades de trabalho nos centros das cidades brasileiras desencadeou problemas relacionados à infraestrutura. Como forma de atuação no combate das enchentes e, conseqüentemente, das inundações, o modelo de canalização das águas teve sua substituição pelo conceito de reservação. Este artigo apresenta as medidas não convencionais de controle da fonte que são caracterizadas como alternativas ao modelo tradicional hidráulico, além de apresentar soluções não estruturais como medidas integradoras para o sistema urbano de drenagem. O objetivo consistiu na descrição de soluções para minimização das enchentes em áreas suscetíveis, com uma metodologia baseada na revisão da literatura referente à drenagem urbana.

Palavras Chave: impactos ambientais, medidas estruturais, reservatórios de detenção.

NON-STANDARD MEASURES OF CONTROL IN THE SOURCE FOR FLOOD REDUCE

ABSTRACT

Urban sprawl due to migration for employment opportunities at the centers of Brazilian cities, triggered infrastructure problems related to the urban environment. As a form of action to fight the floods, the waters of the channel model had its replacement by the concept of reservation. This article presents the unconventional measures of source control that are characterized as hydraulic alternatives to the traditional model, and to presenting non-structural solutions such as integrative measures for the urban drainage system. The goal was the description of solutions to minimize flooding in susceptible areas, with a methodology based on the review of the literature related to urban drainage.

Keywords: environmental, structural measures, detention basins.

1



I Congresso Brasileiro de Redução de Riscos de Desastres: “Gestão Integrada em RRD no Brasil e o Marco de SENDAI para a Redução do Risco de Desastres 2015 – 2030” **Curitiba, Paraná, Brasil – 12 a 15 de Outubro de 2016**

1. INTRODUÇÃO

Na passagem do final do século XIX e início do século XX, visando obter melhores condições de vida, passam a acontecer no Rio de Janeiro e São Paulo as grandes migrações da população do campo para as cidades, transformando-as em metrópoles desestruturadas e sem condições de abrigar o inchaço populacional com estrutura e saneamento adequado. A busca de empregos com boa remuneração, a mecanização da produção rural, a fuga dos desastres naturais, tais como secas e enchentes, a falta de escolas e necessidade de infraestrutura e serviços como hospitais, transportes, educação, fizeram com que a população rural começasse a debandar em massa para as metrópoles (GOMES, 2005).

Segundo Tucci (2007), alguns dos principais problemas ligados à infraestrutura no ambiente urbano são: ausência de rede coletora de esgoto com lançamento dos efluentes domésticos na rede de drenagem pluvial; rede de drenagem insuficiente e ocupação das margens dos cursos d'água.

Com a expansão territorial, os problemas de alagamentos e inundações vão se intensificando e se distribuindo ao longo das linhas de escoamento dos deflúvios superficiais em função altitude da cidade e do grau de impermeabilização da área de drenagem (SANTOS e MAMEDE, 2013). A população, principalmente de baixa renda, tende a ocupar áreas de risco de inundações (TUCCI, 2008).

Mattos e Villela (1975) definem o escoamento superficial como a fase que trata da ocorrência e transporte da água na superfície terrestre, ele abrange desde o excesso de precipitação que ocorre logo após uma chuva intensa e se desloca pela superfície do terreno e quanto maior for o grau de impermeabilização da superfície, maior será a quantidade de água escoada.

A solução para controle das enchentes e minimização das inundações é a utilização de sistema não convencional de controle na fonte, impedindo o aumento do escoamento e da carga de poluição hídrica. Dentre as soluções estruturais, diversas cidades brasileiras vêm adotando os reservatórios de amortecimento para controle das cheias urbanas, sendo um importante dispositivo destinado à redução dos riscos enchentes e inundações. De acordo com Baptista *et al.* (2005), os reservatórios de amortecimento se apresentam como uma solução compensatória aos efeitos da urbanização, pois permitem uma redistribuição do volume escoado, no intervalo de tempo em que ocorre o evento chuvoso.

2. OBJETIVOS

O trabalho consiste em apresentar, de maneira sucinta, medidas não convencionais de controle da fonte para minimização das enchentes, com foco nos reservatórios de retenção, suas características e funcionamento, destacando a importância em atender aos requisitos previstos de atenuação dos impactos no ambiente urbano.

3. METODOLOGIA

Este estudo constitui-se de uma revisão da literatura especializada, no qual se realizou uma consulta a livros e periódicos. A busca nos bancos de dados foi realizada utilizando às seguintes terminologias: drenagem urbana; controle de inundações e escoamento superficial.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Avaliação dos Riscos Causados pelas Enchentes

O risco é a probabilidade de ocorrência de um acidente ou evento adverso, relacionado com a intensidade dos danos ou perdas, resultantes dos mesmos (CASTRO, 1998). É um termo que atualmente possui destaque no cenário mundial, pois é com base no entendimento do conceito e aplicação das medidas mitigadoras que a probabilidade de ocorrência de um desastre poderá ser reduzida.

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, instituída pela lei nº 12.608 de 10 de abril de 2012, envolve ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas à proteção e defesa civil, principalmente das áreas suscetíveis a desastres. Dentre seus objetivos, se destacam: redução de riscos de desastres; recuperação de áreas afetadas por desastres; produção de alertas antecipados sobre a possibilidade de ocorrência de desastres naturais e busca pela orientação às comunidades por comportamentos adequados de prevenção e de resposta em situações de desastre.

As características dos riscos têm relação, em muitos casos, com a água e seus efeitos adversos sobre o ambiente urbano e a população. Segundo TUCCI (2007), os principais impactos de natureza hídrica sobre a população podem ser classificados em:

Desenvolvimento urbano: problemas como o risco de falta água e contaminação do sistema de abastecimento de água;

Transporte: falta de água para transporte;

Desenvolvimento rural: problemas ligados à poluição da região e erosão do solo;

Desastres naturais: eventos como inundações, secas e escorregamentos.

Esses fatores podem ser combinados com impactos de outras naturezas, que podem incidir sobre a população, aumentando os efeitos adversos no ambiente natural. Algumas localidades são mais vulneráveis do que outras, tornando a ação dos agentes de fiscalização de extrema importância quanto ao planejamento de medidas para controlar o espaço de risco.

4.2 Medidas de Controle de Enchentes

As medidas para o controle das inundações podem ser classificadas em estruturais, quando o homem modifica o rio, e em não estruturais, quando o homem convive com o rio. No primeiro caso, estão as medidas de controle através de obras hidráulicas como barragens, diques e canalizações, entre outros. No segundo caso, encontram-se medidas do tipo preventivas, tais como zoneamento de áreas de inundação e sistema de alerta vinculado à Defesa Civil. Não se pode achar que as medidas poderão controlar totalmente as inundações; as medidas sempre visam minimizar as suas consequências. Para o controle de inundação de forma eficiente torna-se necessária a associação de medidas estruturais e não estruturais, de modo que garanta à população o mínimo de prejuízo possível além de possibilitar uma convivência harmoniosa com o rio. Para as populações ribeirinhas, essa convivência é fundamental para evitar perdas materiais e até, em alguns casos, perdas humanas (BARBOSA, 2006).

Estas medidas podem ser divididas em diferentes tipos, como ilustrado na Figura 1.

4.3 Medidas Não Convencionais de Controle na Fonte

As medidas de controle visam na redução de danos relativos às inundações em localidades suscetíveis. Como separação do modelo convencional de canalização, soluções diferentes do conceito tradicional têm sido utilizadas atualmente, caracterizando as medidas não convencionais de controle da fonte. A prática tradicional de canalização, exercida por muitos anos, apresentava alguns inconvenientes, pois com o deslocamento rápido do escoamento, o problema era transportado para a jusante dos rios e córregos, causando sérios danos à população localizada nesse ponto da bacia. Como forma de atenuação do volume escoado e minimização das inundações, surgiu o conceito de reservação em substituição à prática de canalização (CANHOLI, 2005). O Quadro 1 resume as diferenças principais entre conceitos de canalização e reservação.

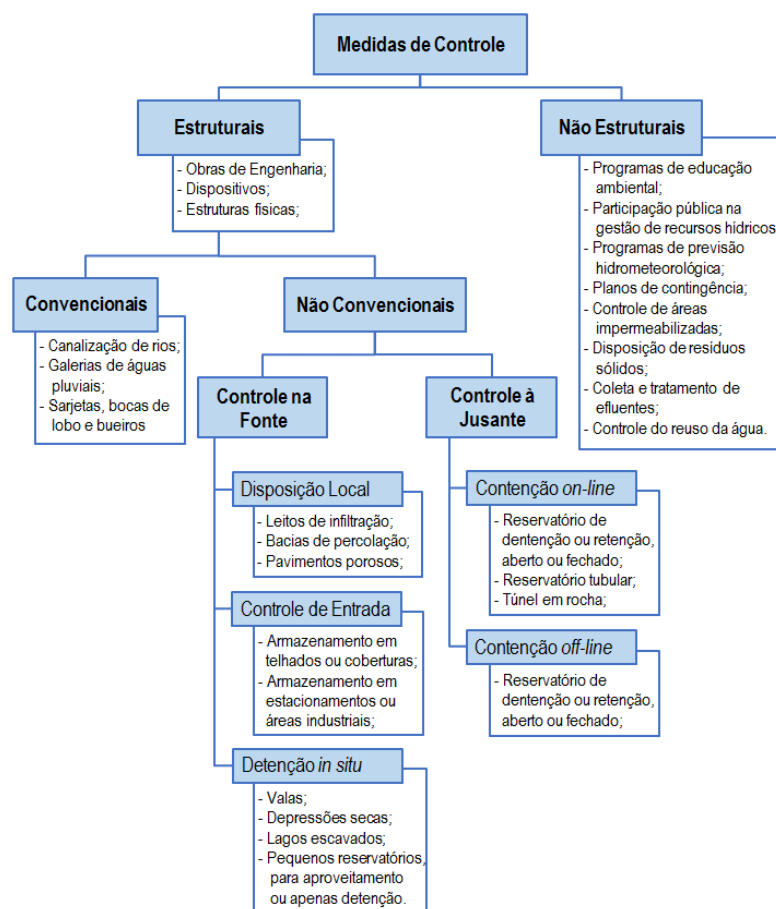


Figura 1: Tipos de medidas de controle de enchentes (Fonte: Adaptado de Canholi, 2005 e FCTH, 2012)

Quadro 1: Conceito de canalização *versus* conceito de reservação (Fonte: Adaptado de Canholi, 2005)

CARACTERÍSTICA	CANALIZAÇÃO	RESERVAÇÃO
Função	Remoção rápida dos escoamentos.	Contenção temporária para subsequente liberação
Componentes Principais	Canais abertos/galerias.	Reservatórios a superfície livre. Reservatórios subterrâneos. Retenção subsuperficial.
Aplicabilidade	Instalação em áreas novas. Construção por fases. Baixa capacidade de ampliação.	Áreas novas (em implantação). Construção por fases. Áreas existentes (à superfície ou subterrâneas).
Impacto nos trechos de jusante (quantidade)	Aumenta significativamente os picos das enchentes. Maiores obras nos sistemas de jusante.	Áreas novas: podem ser dimensionadas para impacto zero. Reabilitação de sistemas: podem tornar vazões a jusante compatíveis com a capacidade disponível.
Impacto nos trechos de jusante (qualidade)	Transporta para o corpo receptor toda carga poluente afluente.	Facilita remoção de material flutuante por concentração em áreas de recirculação e dos sólidos em suspensão, pelo processo de decantação.
Manutenção/operação	Manutenção em geral pouco frequente (pode ocorrer excesso de assoreamento e de lixo). Manutenção nas galerias é difícil (condições de acesso).	Limpeza periódica. Fiscalização. Operação/manutenção dos sistemas de bombeamento. Desinfecção eventual (insetos).
Estudos hidrológicos/hidráulicos	Requer definição dos picos de enchente.	Requer definição dos hidrogramas (volume das enchentes).

A procura pelas novas alternativas e conceitos visou à apresentação de possibilidades eficientes para correção das inundações existentes e minimização dos impactos ambientais em uma determinada região. Entre as medidas não convencionais adotadas usualmente, destacam-se aquelas que visam à infiltração e à retenção dos escoamentos em reservatórios. Na categoria de dispositivos para armazenamento do volume escoado, há uma diferenciação com relação à finalidade de operação, que podem ser caracterizadas para amortecer ou retardar o escoamento.

Os reservatórios para acumulação temporária das águas de chuva pode ser realizada através de reservatórios individuais. Há dois tipos de acumulação, independentemente das dimensões do reservatório, não controlada e controlada, Figuras 1 e 2. Na acumulação não controlada, não há regulação da capacidade de deflúvio, as estruturas geralmente dispõem de sangradouro para o deflúvio e as únicas vantagens delas, nas cheias, resultam dos efeitos da modificação e retardamento da armazenagem. Na controlada, as comportas das estruturas de barragem podem regular o deflúvio, do modo que julgar conveniente (STUDART, 2006).

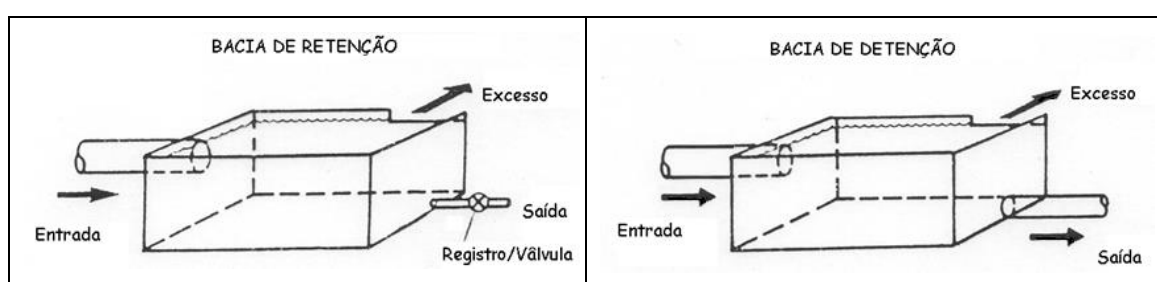


Figura 1. Reservatório de Acumulação com controle Figura 2. Reservatório de Acumulação sem controle
Fonte: Netto, 2004.

De acordo com Tucci (2007), os reservatórios e bacias de amortecimento visam amortecer o pico do reservatório, reduzindo as vazões para jusante. São concebidos para funcionar em série com a rede de drenagem, esvaziando-se completamente entre os eventos e são estruturas de amortecimento da vazão máxima lançada no corpo receptor, atenuando os efeitos da inundação e protegendo a rede de drenagem a jusante. Além da solução de reduzir o pico das enchentes, a partir do armazenamento do volume escoado, a estrutura é composta por dispositivos associados a outras utilidades, como o lazer, transformando as obras hidráulicas em locais para recreação (Figura 3).



Figura 3: Exemplo de reservatórios de retenção de usos múltiplos
Fonte: TIJUCA-RJ, 2008.

A Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, através da Resolução Conjunta SMG/SMO/SMU nº 001, de 27 de janeiro 2005, determina que os reservatórios destinados a reservação das águas captadas nos telhados devem atender aos seguintes critérios: permitir o esgotamento total; serem constituídos de materiais resistentes a esforços mecânicos com superfícies internas impermeáveis; permitir o fácil acesso para inspeção e manutenção do dispositivo; serem dotados de extravasor, de modo que possibilite o deságue do fluxo de água excedente e possuïrem cobertura e vedação adequadas.

Além da retenção em reservatórios para amortecimento das cheias, existem dispositivos que atuam na superfície da bacia para infiltração da água da chuva. O objetivo é combinar a proteção do meio ambiente com a redução da vazão. Segundo TUCCI (2007), algumas medidas extensivas que funcionam para infiltração e que contribuem para minimização dos impactos das inundações são a cobertura vegetal (capacidade de armazenar parte do volume de água precipitado pela interceptação vegetal, reduzindo a velocidade de escoamento superficial pela bacia) e o controle de erosão do solo (reflorestamento, pequenos reservatórios, estabilização das margens e práticas agrícolas corretas).

A adoção de medidas para amortecimento de cheias urbanas tem característica estrutural, visando a implementação de obras hidráulicas para garantir o funcionamento adequado. Porém, tais medidas poderão desencadear o aumento da ocupação das áreas inundáveis, gerando insegurança na população e consequentes danos ao meio ambiente. Como forma de atuação em conjunto com as medidas estruturais, há a introdução de medidas de caráter não estruturais que não englobam obras civis, e que podem minimizar substancialmente os impactos, além de apresentarem um custo relativamente menor em relação às anteriores (Quadro 2). Na prevenção de desastres, essas medidas envolvem meios naturais para redução do escoamento superficial, pois utilizam a transmissão de informações sobre o risco de enchentes locais para a população, com o intuito de reduzir os prejuízos causados pelos eventos. O principal objetivo é a promover a mudança no comportamento tradicional da população, através de programas de conscientização de ocupação do solo, da disposição adequada do lixo doméstico, de adoção de dispositivos de drenagem com a capacidade de infiltração necessária para evitar inundações, uso de materiais alternativos que não contaminem o meio ambiente, maior fiscalização e manutenção dos dispositivos de drenagem e disseminação da prática de reuso de água pluvial.

Quadro 2: Categorias de medidas não estruturais (Fonte: Baptista *et al.*, 2005)

PRINCIPAIS CATEGORIAS	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS
Educação pública	Educação pública e disseminação do conhecimento.
Planejamento e manejo da água	Equipe técnica capacitada. Superfícies com vegetação. Áreas impermeáveis desconectadas. Telhados verdes. Urbanização de pequeno impacto.
Uso de materiais e produtos químicos	Uso de produtos alternativos não poluentes. Práticas de manuseio e de armazenamento adequadas.
Manutenção dos dispositivos de infiltração nas vias	Varrição das ruas. Coleta de resíduos sólidos. Limpeza dos sistemas de filtração. Manutenção das vias e dos dispositivos. Manutenção dos canais e cursos d'água.
Controle de conexão ilegal de esgoto	Medidas de prevenção controle a conexão ilegal. Fiscalização: detecção, retirada e multa. Controle do sistema de coleta de esgoto e de tanques sépticos.
Reuso da água pluvial	Jardinagem e lavagem de veículos. Sistema predial. Fontes e lagos.

5. CONCLUSÃO

As medidas adotadas para controle do escoamento superficial são, atualmente, utilizadas por diversas cidades brasileiras, com o intuito de minimizar as vazões de pico das enchentes. Uma das alternativas apresentadas no processo de controle da fonte é a implantação de reservatórios de amortecimento, os quais são caracterizados como medidas estruturais para atenuação dos eventos extremos. A escolha pelo dispositivo estrutural adequado no sistema de drenagem representa um custo elevado e sua execução dependerá de outros fatores, tais como a definição do local para sua construção e dos impactos ao meio ambiente. Porém, uma medida não estrutural tem caráter educativo, sendo sua implementação mais rápida e com custo reduzido.

Para que o sistema adotado de drenagem seja eficiente, é necessária a integração das atividades de fiscalização e manutenção, à cargo do poder público, de modo que as medidas não estruturais viabilizem a eficiência e eficácia das medidas estruturais.

6. REFERÊNCIAS

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. *Técnicas compensatórias em drenagem urbana*. 2ª ed. Porto Alegre: Ed. ABRH, 2005, 318 p.

BARBOSA, F.A.R. *Medidas de proteção e controle de inundações urbanas na bacia do rio Mamanguape/PB*. 2006. 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Centro de Tecnologia/Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2006.

CANHOLI, A. P. *Drenagem Urbana e Controle de Enchentes*. 1ª ed. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2005, 302p.
CASTRO, A.L. *Glossário de Defesa Civil. Estudos de Riscos e Medicina de Desastres*. 5ª ed. Brasília: Ed. SEDEC/MI, 1998, 191p.

GOMES, M.F.C.M. *Política de Habitação e Sustentabilidade Urbana*. In: GOMES, M.F.C.M.; PELEGRINO, Ana Izabel de C. (orgs). *Política de Habitação Popular e Trabalho Social*. Coleção Espaços do Desenvolvimento. Rio de Janeiro: DP&A, Editora, 2005, 240p.

FCTH. *Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais. Aspectos Tecnológicos: Diretrizes para projetos*. Volume III. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano (SMDU). São Paulo, 2012, 128p.

MATTOS, A; VILLELA S.M. *Hidrologia Aplicada*. 1ª ed. São Paulo: Ed. McGraw-Hill, 1975, 245p.

NETTO, O. M. C. *Técnicas de Minimização da Drenagem de Águas Pluviais*. In: *Gerenciamento do Saneamento em Comunidades Organizadas*, São Paulo, 4 e 5 de maio de 2004. Disponível em: <<http://www.etg.ufmg.br/wp-content/uploads/2016/06/auladrenagem.ppt>>. Acesso em abr. de 2016.

SANTOS, L.B.; MAMEDE, B.B. *Automação em drenagem pluvial e controle de enchentes: Aproveitamento das águas nos grandes centros urbanos*. *IX Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v. 9, n. 2, 2013, pp. 457-475.

STUDART, T. M. C. *Hidrologia. Capítulo 1 – Controle de Enchentes e Inundações*. Apostila, 2006. Disponível em: <http://www.deha.ufc.br/ticianar/Arquivos/Graduacao/Apostila_Hidrologia_grad/Cap_10_Controlde_Enchentes_e_Inundacoes.pdf>. Acesso em abr. de 2016.

TIJUCA-RJ. *Praça Afonso Pena: Tijuca-RJ – O seu bairro na Internet*. 2008. Disponível em: <<https://tjucarj.wordpress.com/2008/07/22/praca-afonso-pena/>>. Acesso em mar. de 2016.

TUCCI, C.E.M. *Inundações Urbanas*. 1 ed. Porto Alegre: Ed. ABRH/RHAMA, 2007, 393p.

TUCCI, C.E.M. Águas urbanas. *Estudos Avançados*, 22(63), 2008, 97-112. <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200007>.