

PROPOSTAS DE MELHORIAS NOS RESERVATÓRIOS PARA CONTROLE DE CHEIAS URBANAS

**Marllus G. F. P. Neves¹, Rutinéia Tassi²,
Daniel G. Allasia¹ e Adolfo O. N. Villanueva¹**

¹ Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS

Caixa Postal 15029, CEP 91501-970, Porto Alegre/RS - Brasil. hidrologia@gmx.net

² Departamento de Física da Fundação Universidade Federal do Rio Grande - FURG
Av. Itália, km 08 S/N, CEP 96201-900, Rio Grande/RS – Brasil. ruti@fisica.furg.br

RESUMO

Uma das alternativas atualmente consideradas para o controle de cheias urbanas é a utilização de reservatórios de detenção. Como a implantação destas estruturas é relativamente recente no Brasil, os critérios de dimensionamento utilizados nem sempre são eficazes devido a particularidades locais.

Neste artigo são apresentados problemas detectados nos projetos, implantação e manutenção dos reservatórios de detenção incluídos no Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre-Brasil e as diferentes soluções encontradas para contorná-los.

O artigo é apresentado em forma de exemplos: um exemplo real da necessidade de manutenção de um reservatório de retenção em Porto Alegre/RS-Brasil, reservatório este que vem sendo utilizado pela prefeitura da cidade como exemplo deste tipo de estrutura, e é bem ilustrativo da questão de falta de projeto de manutenções preventivas, ocasionando acúmulo de material sólido e diminuindo a capacidade de reservação; exemplo de adaptação de um reservatório de detenção projetado em área muito plana, onde o sistema de macrodrenagem aporta em um sistema coletor principal. A baixa declividade da região faz com que o coletor principal provoque remanso nos canais que a ele confluem lateralmente, diminuindo assim a capacidade dos mesmos. A solução encontrada nesta região foi o dimensionamento de um reservatório com a finalidade de amortecer a onda remansada para dentro dos condutos; exemplos de reservatórios projetados com 2 câmeras, a primeira, realizada em concreto de fácil limpeza para amortecer as enchentes mais frequentes, a segunda, gramada e oculta na paisagem na forma de campo de esportes.

É discutida também a necessidade de articular organismos municipais para melhorar a eficiência do funcionamento das redes de drenagem; mecanismos de avaliação e correção de problemas em reservatórios urbanos; e a necessidade de mimetização dos reservatórios na paisagem urbana para minimizar rejeição da população aos mesmos.

Palavras-Chave - reservatórios, macrodrenagem, controle de cheias urbanas

INTRODUÇÃO

Atualmente, os reservatórios de detenção ou piscinões vêm sendo cada vez mais utilizados como forma de controle dos excessos de águas pluviais. O objetivo destas estruturas é armazenar temporariamente o volume de escoamento superficial excedente, resultante da redução de capacidade de armazenamento da bacia, devido à impermeabilização das superfícies urbanas.

O controle mediante reservatórios possui as seguintes vantagens (Urbonas e Stahre, 1993): custos reduzidos, se comparados à ampliação de um grande número de redes de drenagem; custo menor de operação e manutenção (se corretamente projetado); facilidade de administrar corretamente a construção; e diminuição do impacto ambiental provocado pela urbanização. Os mesmos autores mencionam as desvantagens de utilização deste tipo de estrutura: dificuldade de encontrar locais adequados; custo de aquisição da área; reservatórios maiores têm oposição por parte da população.

A maioria das desvantagens apresentadas é resultado de projetos inadequados, implantados em cidades brasileiras, devido à importação de idéias sem a correta adaptação à realidade de nossas regiões. No presente artigo são discutidas algumas destas idéias e propostas algumas soluções já testadas.

PROPOSTA PARA DIMENSIONAMENTO DOS RESERVATORIOS

O critério normalmente utilizado para o dimensionamento dos reservatórios é não permitir que a vazão máxima da área que passou pelo processo de desenvolvimento supere a vazão máxima das condições preexistentes para um tempo de retorno escolhido.

Existem diferentes métodos para a estimativa do volume de detenção, muito dos quais são denominados de simplificados. A experiência tem mostrado que os métodos baseados na utilização de modelos hidrodinâmicos, onde é realizada uma representação das características hidráulicas de funcionamento das estruturas constituem a melhor solução. Com a existência de diversos modelos hidrodinâmicos gratuitos na internet (SWMM, HECRAS, etc.) estes métodos estão disponíveis para sua utilização por qualquer hidrólogo, e, embora não sejam simples, compensam o esforço adicional na etapa de dimensionamento, visto que permitem uma economia nos custos e a detecção de falhas de dimensionamento hidráulico no projeto, impossíveis de serem visadas com as metodologias mais simplificadas.

Reservatórios *off-line* com duas câmaras

Os reservatórios se dividem em dois tipos básicos: tipo *off-line* que são reservatórios que não entram em funcionamento para todo e qualquer evento, mas para determinados eventos, definidos em projeto; e reservatórios *on-line* que ao contrário do anterior, recebem água para chuvas com intensidades baixas. A diferença fundamental entre eles é a existência de um *by-pass*, que é simplesmente um canal com uma determinada capacidade. A função do *by-pass* é desviar a vazão do reservatório, caso ela não supere a capacidade do projeto do mesmo. Assim, se em um determinado evento a vazão na tubulação é inferior à de projeto do *by-pass* ela simplesmente escoar pelo *by-pass* sem entrar no reservatório. No momento em a vazão supera a capacidade de projeto do *by-pass*, começa a verter para dentro do reservatório. Desta forma, como não é armazenado todo o

volume do evento e sim o que não pode ser escoado pelo *by-pass*, o reservatório dimensionado tem um volume inferiores à situação *on-line*, e isso se traduz em custos. Como os primeiros milímetros de chuva promovem uma espécie de “limpeza” das superfícies, o escoamento inicial tem alta concentração de poluentes, a utilização de reservatórios *of-line* apresenta ainda uma vantagem adicional, pois uma vez que esta parte “suja” do escoamento (*first-flush*) tenha passado pelo *by-pass*, a água que entra no reservatório possui menor quantidade de poluição, e portanto, menos problemas ambientais.

Sob o ponto de vista de limpeza, também é preferida a utilização de reservatórios *off-line*, pois eles não são utilizados em todos os eventos, necessitando, portanto, menor manutenção; no entanto, existem locais onde devido à falta de espaço físico para a ampliação das redes de drenagem, a única alternativa existente é o controle total da vazão com reservatórios do tipo *on-line*.

Nestes casos, na cidade de Porto Alegre, decidiu-se que os reservatórios que obrigatoriamente teriam que ser *on-line* seriam dimensionados com duas câmaras, conforme exemplificado na figura 1. A finalidade da utilização deste tipo de estrutura foi de aproveitar ao máximo a capacidade de reserva do local, evitando a ampliação das redes a jusante. Esta concepção de projeto utiliza a primeira câmara para amortecer enchentes mais frequentes, com capacidade para vazões decorrentes de chuvas com até 6 meses de Tempo de Retorno (TR), e a segunda câmara recebe vazões para uma chuva de até 10 anos de TR.

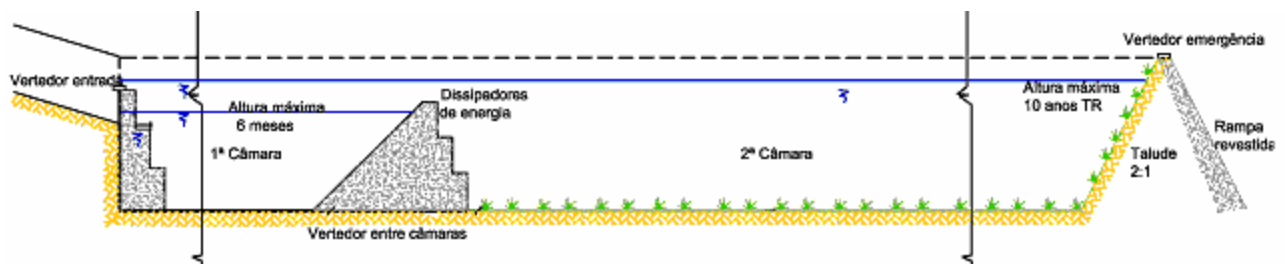


Figura 1. Exemplo de reservatório com duas câmaras

A grande vantagem da utilização deste tipo de estrutura, além do maior aproveitamento, está na facilidade de manutenção. A primeira câmara, que recebe a porção mais suja da chuva pode ser executada com fundo revestido, o que facilita a operação de limpeza após a inundação. A segunda câmara, que passa a receber água em eventos pouco frequentes, pode ser executada com grama, ou outros materiais mais baratos.

É importante mencionar que no dimensionamento dos reservatórios foi considerado o uso múltiplo das estruturas, priorizando o aspecto paisagístico, de forma a elevar o valor agregado da área e diminuir a rejeição das pessoas sobre os reservatórios. Em locais com duas câmaras, a primeira câmara revestida funciona geralmente como pista de “skate” (com o único inconveniente de que quando a chuva é intensa não pode ser utilizado); a segunda câmara é utilizada como quadra de esportes gramada e arborizada, pois recebe águas unicamente em eventos extremos, nos quais, geralmente não são utilizados pela população.

Adaptações em reservatórios para áreas planas

Ao se projetar um reservatório de detenção, deve-se otimizar as estruturas de entrada e saída do mesmo, de forma a desempenhar um funcionamento hidráulico adequado. Uma das formas de

promover um bom funcionamento do reservatório é colocando o descarregador de entrada no reservatório de forma que não trabalhe afogado, e o descarregador de fundo do reservatório junto ao fundo do mesmo, permitindo assim, o completo esvaziamento da estrutura (a menos que a retenção de água seja pretendida).

Estas condicionantes fazem que em um grande número de vezes, os locais disponíveis para a colocação do reservatório não apresentem cotas topográficas (principalmente em regiões planas) para as estruturas de entrada e saída adequadas para esse arranjo. Além deste problema, normalmente nas áreas planas as redes de drenagem trabalham sob condições mais desfavoráveis (efeitos de jusante, remanso, condutos sob pressão, entre outros) que as localizadas a montante, onde em geral, há maior declividade e o escoamento é facilitado.

Justamente em uma região como a mencionada houve necessidade da colocação de um reservatório de detenção na bacia do Arroio Passo das Pedras da cidade de Porto Alegre/RS-Brasil. Através de simulação numérica hidrodinâmica foi projetado um reservatório de detenção na região, que tem a finalidade de amortecer não somente a onda de cheia de montante, mas também parte da onda de cheia que é remansada de jusante.

Assim, foi previsto um desvio na esquina da rua Lasar Segall e Av. Sertório (conforme a figura 2) para dentro do reservatório. Esse desvio faz com que toda a água proveniente do trecho 83 (T83 indicado na figura 2) entre no reservatório, bem como a vazão que é remansada através dos trechos 84, 85 e 86 (T84, T85 e T86), conforme o hidrograma mostrado na figura 3.



Figura 2. Esquema utilizado para desvio das vazões para o reservatório

A adoção dessa medida permitiu que o conduto trecho (T87) propagasse vazões menores, sem a necessidade de ampliação, que seria inevitável caso não fosse utilizado o reservatório de detenção. Na figura 4(a) é mostrado o hidrograma no trecho 77 (T77) e o hidrograma a jusante - T87 (figura 4(b)).

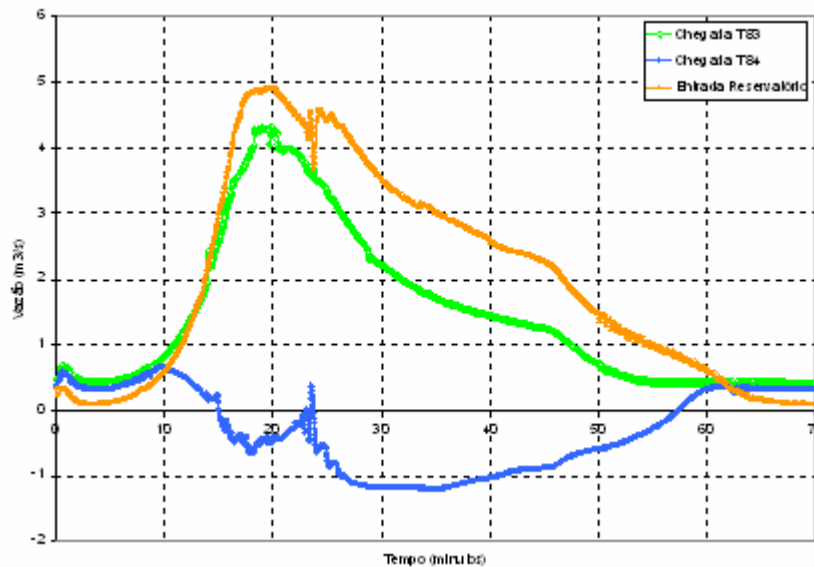


Figura 3. Hidrograma de entrada no reservatório

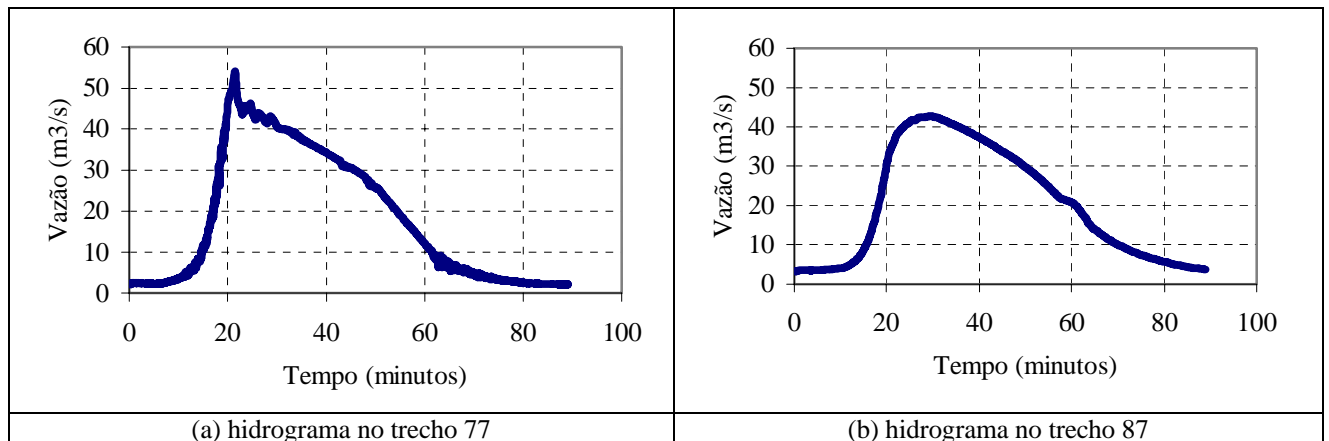


Figura 4. Hidrogramas nos trechos 77 e 87

Além de eliminar a necessidade de ampliação dos condutos da região, o custo de implementação do reservatório foi muito reduzido, uma vez que foi aproveitado um terreno que naturalmente encontra-se com lençol freático elevado (inundado), e com baixo valor agregado.

PROBLEMAS DE PROJETO

Como exemplo dos problemas que podem ocorrer após a implantação de um reservatório de amortecimento, tem-se o caso do Parque Marinha do Brasil em Porto Alegre/RS-Brasil. Como consequência do aumento da urbanização na região da Avenida Padre Cacique e adjacências do setor sul da cidade de Porto Alegre, foram realizadas obras de ampliação das redes de drenagem. No entanto, o projeto de ampliação das redes de drenagem mostrou que como consequência do aumento da capacidade das mesmas, vazões maiores aportariam ao sistema de bombeamento da região – Casa de Bombas 12 (CB12). Como o sistema de bombeamento já estava instalado, e a ampliação da capacidade de bombeamento estaria acima dos custos previstos, foi proposta a instalação de uma Bacia de Retenção (BR – o termo é retenção, visto que a mesma encontra-se com lâmina permanente de água) no Parque Marinha do Brasil que permita o amortecimento das vazões a níveis compatíveis com o sistema de bombeamento.

A área que drena para a bacia é 1,6 km², sendo a vazão de pico para um TR de 50 anos de aproximadamente 16m³/s e a capacidade da casa de bombas é de 6,5 m³/s (embora por questões de segurança e de falta de manutenção foi considerada uma capacidade de 5 m³/s). Aproveitando o mesmo projeto, a BR foi projetada de tal forma que também recebesse parte do total de água que antes era direcionado para a casa de bombas de número 13 (CB 13), a mais próxima da CB 12, cuja capacidade também estava comprometida. Desta forma o volume de projeto ficou em 12.337 m³, sendo a área superficial máxima de projeto de 1,33 ha, conforme a figura 2.

Atendendo à solicitação do DEP (Departamento de Esgotos Pluviais da Cidade de Porto Alegre), o Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) realizou uma verificação do projeto da BR, através de modelagem hidrodinâmica. Na ocasião, chegou-se à conclusão que a BR exerceria seu papel de amortecimento da vazão, desde que garantida a chegada desta vazão, ou seja, que os problemas de microdrenagem já detectados fossem resolvidos de tal maneira que a água realmente atingisse os condutos e canais de macrodrenagem, e estes, por sua vez, conduzissem a água até o reservatório. A precipitação de projeto de 50 anos de tempo de retorno (valor escolhido pelo DEP) nas simulações geraria um escoamento passível de ser amortecido totalmente. O volume do reservatório seria totalmente preenchido.



Figura 2. Bacia hidrográfica contribuinte

Situação atual

Atualmente a BR (foto da figura 3), do ponto de vista hidráulico, está funcionando razoavelmente bem, pois os operadores das bombas têm ligado às mesmas sempre que o nível do reservatório atinge uma determinada cota, mesmo que não esteja chovendo no momento. Não se pode, contudo, prever até quando esta situação permanecerá, visto que há um aporte constante de esgotos cloacais clandestinos, de sedimentos e a manutenção não é contínua.



Figura 3. Bacia de detenção. Foto na direção sudeste. Ao fundo a entrada do canal da avenida José de Alencar

A foto da figura 4 mostra a situação atual da BR (tirada no dia 25 de agosto de 2004, durante o levantamento topográfico). Como mostra a fotografia, os aguapés tomaram conta da parte da bacia voltada para o nordeste.



Figura 4. Aguapés na bacia de detenção

A presença dos aguapés tem dificultado a limpeza do poço da CB 12 (conforme foto na figura 5). Os zeladores da CB 12 retiram os resíduos sólidos das grades com garfos e têm que utilizar a mesma ferramenta para os aguapés. Estes aguapés apareceram depois da construção da BR, pois o esgoto clandestino, antes despejado diretamente no lago Guaíba, começou a convergir para a BR.



Figura 5. Limpeza do poço da CB 12

O DEP possui a divisão de conservação, mas as equipes não fazem limpezas preventivas nas redes, bem como nesta bacia, visto que normalmente, a limpeza nas redes ocorre unicamente quando é feita a solicitação de moradores incomodados com os alagamentos. No caso da BR, o próprio DEP não tem estrutura para a limpeza, dado que o acesso ao reservatório é difícil, pois não foram previstos acessos à bacia de detenção (rampas para a entrada de veículos ou barcos) e o fundo

foi mantido com terreno original (sem revestimento). O resultado disto é que não se consegue entrar com nenhum veículo de limpeza, e nem mesmo os funcionários de DEP conseguem entrar a pé, sob a ameaça de afundarem. Esta situação poderia ter sido evitada se o projeto tivesse contemplado um revestimento no fundo ou estruturas e especiais (passarelas, corredores, etc) que permitisse a entrada de veículos e pessoas.

Além dos aguapés, o aporte de sedimentos forma, dentro do reservatório, caminhos preferenciais, conforme a figura 6, onde se pode ver, a partir do resultado do levantamento topográfico realizado no dia 02 de maio de 2004, as ilhas de sedimento. Este aporte constante pode reduzir o volume de amortecimento projetado e, por conseguinte, de amortecimento das vazões. Quando ocorrer precipitação de 50 anos de tempo de retorno, certamente poderá ocorrer transbordamento e efeito de remanso, represando a água vinda das avenidas, retomando os problemas de alagamentos nos pontos críticos da bacia hidrográfica.

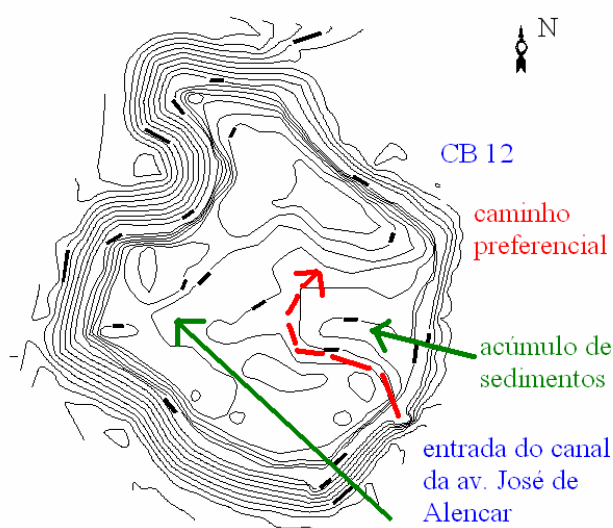


Figura 6. Ilhas formadas pelo aporte de sedimentos

Outro levantamento foi realizado no dia 25 de agosto do mesmo ano. A superposição dos dois levantamentos mostrou que o volume foi bastante reduzido em três meses. O que resta saber agora é quanto deste volume é mesmo de sedimentos, e quanto é de matéria orgânica.

Outro aporte que ocorre na BR é o de resíduos sólidos flutuantes. Nesta bacia, este aporte ainda não é tão grande, pois há varrição diária nas avenidas das bacias, contudo é o bastante para que as bombas sejam prejudicadas, caso estes resíduos passem pela grade instalada no poço da CB 12. Este tipo de problema em reservatórios pode ser controlado através de estruturas de retenção autolimpantes, que são pensadas com a função de utilizar a força da água para empurrar o resíduo, limpando o segregador (tela ou grade), e desviando-o ou não para um local de acumulação, onde a frequência de limpeza possa ser menor, agindo com mínima perda de carga.

Os defletores variam, podendo ser dispostos com um determinado ângulo em relação ao escoamento, suspensos ou não, em geral compostos de um gradeamento. A principal desvantagem neste caso é a necessidade de uma queda ou uma diferença de nível significativa na entrada do reservatório, o que não é o caso do reservatório do parque Marinha do Brasil. Antes do segregador, pode ser feita uma caixa de areia com o objetivo de capturar o material sedimentável, já que este tipo de configuração diz respeito mais ao material flutuante. Um exemplo está na figura 7. Já é

objeto de estudo estruturas autolimpantes que não necessitam de um grande desnível.

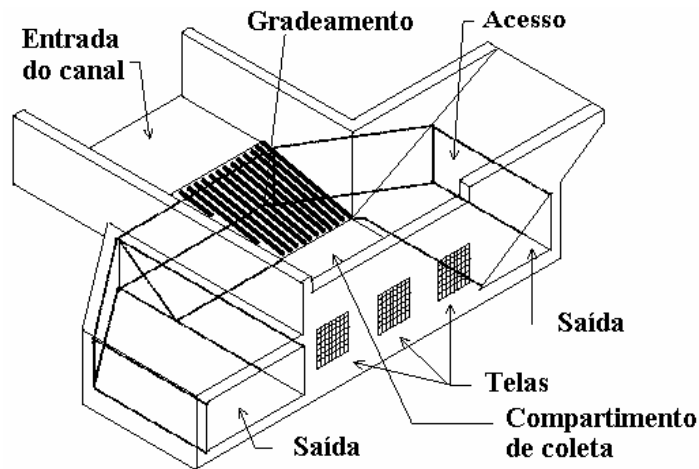


Figura 7. Estrutura BGPT (Baramy Gross Pollutant Trap).

(Fonte: ARMITAGE et al., 1998)

Para o caso do parque Marinha do Brasil, uma solução mais simples pode resolver o problema dos resíduos. Estruturas flutuantes simples como bóias ligadas a duas extremidades fixadas em haste ou mais sofisticadas com a da figura 8 podem ser utilizadas, pois dentro do reservatório a velocidade é baixa. Este tipo de dispositivo não é recomendado em canais, pois o resíduo passa por cima do mesmo.

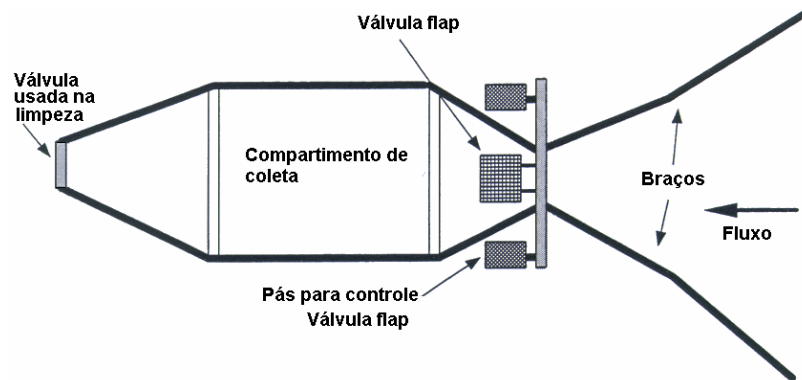


Figura 8. Estrutura flutuante.

(Fonte: BANDALONG ENGINEERING, 1995 apud ALLISON et al., 1998)

O melhor a ser feito é a utilização conjunta de medidas estruturais, com a colocação de estruturas na entrada de bocas-de-lobo, sarjetas ou instaladas dentro dos canais de drenagem para separar e conter os poluentes grosseiros e medidas não estruturais, envolvendo mudanças de atitude e ações da comunidade (incluindo o comércio, a indústrias e os residentes). Este tipo de ação vem sendo utilizada em países como a Austrália e a Nova Zelândia com bom resultados no que diz respeito à redução das cargas de resíduos nos cursos de água urbanos.

DISCUSSÃO

A prefeitura municipal de Porto Alegre, através do Departamento de Esgotos Pluviais (DEP), vem tentando implantar em algumas bacias da cidade, o que está preconizado no Plano Diretor de Drenagem Urbana, ou seja, o controle dos excedentes de vazão decorrentes da urbanização prevista em dois cenários de projeto futuros para 10 anos de tempo de retorno na precipitação de projeto.

A tentativa de implantação destes reservatórios ocorre em meio a discussões conflitantes entre o poder público e a população residente nos locais escolhidos para o controle. Em parte, a população levanta, com razão, questionamentos a respeito dos reservatórios de detenção abertos. Estas bacias custam de 6 a 7 vezes menos que as bacias fechadas, mas tem o viés da necessidade constante de manutenção. Visto que a imagem do DEP encontra-se desgastada frente à escassa manutenção da bacia de retenção do Parque Marinha do Brasil e das redes de drenagem, o departamento encontra resistência da população à introdução de novos reservatórios. Assim, como o DEP tem dificuldades de traçar um plano de limpeza sistemática, o “custo político” dos reservatórios de detenção abertos pode tornar o mesmo inviável.

Outro entrave é a falta de comunicação entre os diferentes setores da Prefeitura. Os locais escolhidos, nas três primeiras bacias hidrográficas estudadas no plano, foram praças da cidade. Estas praças estão sob a responsabilidade da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMAM), no que tange à limpeza urbana. No momento em que um reservatório aberto é proposto, a SMAM questiona o DEP quanto à limpeza, já que, apesar de se tratar de uma praça, o equipamento urbano lá inserido é uma estrutura hidráulica do DEP. O DEP argumenta que as bacias não estarão sempre inundadas e poderão ser utilizadas como espaços de lazer, mas não garante uma limpeza sistemática.

A BR do Parque Marinha do Brasil por vezes é mostrada como exemplo de alternativa de controle por funcionar razoavelmente bem. Porém, ela pode se tornar um contra-exemplo, na medida em que a bacia hidrográfica contribuinte for se urbanizando e o aporte de sedimentos e esgoto cloacal for continuado. O projeto do reservatório do Parque Marinha do Brasil deveria ter contemplado a possibilidade de um reservatório de detenção operando *off-line*, pois além das vantagens mencionadas neste artigo, o mesmo é recomendado principalmente quando não se tem certeza quanto à presença de esgoto cloacal no esgoto pluvial.

Caso houvesse sido confirmada a presença de esgoto cloacal no sistema de drenagem pluvial da BR, poderiam ser instalados coletores de tempo seco ou extravasores (Figura 9) que encaminhariam o esgoto e parte do *first-flush* até uma estação de tratamento, assim a rede de drenagem pluvial receberia escoamento pluvial com menor carga de poluentes.

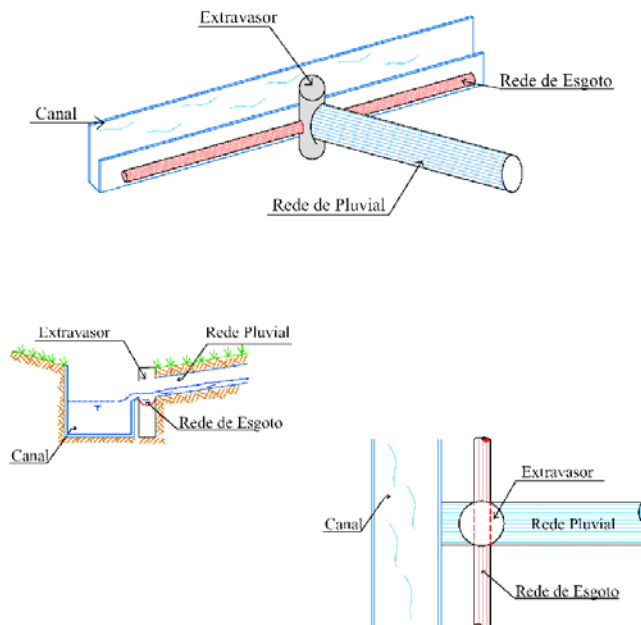


Figura 9. Coletor de tempo seco

É necessário também que os profissionais, responsáveis pelo dimensionamento dos reservatórios, estejam preparados para planejar uma estrutura de baixo impacto ao meio ambiente, buscando a inserção de estruturas integradas à paisagem na qual estarão inseridas. No entanto, muitas vezes o profissional não consegue conciliar as soluções para os problemas de drenagem e o espaço disponível de forma tradicional. Isso faz com que sejam necessárias novas alternativas para o dimensionamento dos reservatórios de retenção, como o caso apresentado onde o reservatório da Av. Sertório, onde o mesmo foi dimensionado para receber o remanso dos condutos. Nestas situações destaca-se a importância da utilização de modelagem adequada para dimensionamento tanto hidrológico quanto hidráulico da estrutura de reservação.

CONCLUSÃO

Em suma, qualquer projeto executivo de um reservatório de retenção nas condições em que se encontram a maioria das cidades brasileiras e, possivelmente das cidades latino-americanas, com populações ainda não totalmente conscientizadas, lançando resíduos e esgotos cloacais em redes que deveriam ter esgotos somente pluviais, deveria levar em consideração os seguintes aspectos:

- as cargas de resíduos sólidos, sedimentos e esgotos cloacais atuais e perspectivas futuras destas;
- prever estruturas de retenção destas cargas;
- prever limpezas sistemáticas dos reservatórios, construindo acessos e evitando que o fundo do reservatório seja em terreno que impossibilite o acesso de homens e máquinas;
- levar estas questões para a população, mostrando o caminho traçado pelos resíduos e mostrando o quanto atinge os reservatórios;
- manutenção das redes de micro e macrodrenagem contribuinte;
- incentivo a construções de baixo impacto no escoamento da drenagem (evitando altas impermeabilizações);
- utilização de modelagem adequada para o dimensionamento das estruturas, bem como verificação hidráulica;

- conscientizar as pessoas de que elas geram esgoto e este esgoto tem que ser encaminhado de maneira correta para uma estação de tratamento.

REFERÊNCIAS

- Allison, R.A., Walker, T.A., Chiew, F.H.S., O'Neill, I.C., McMahon, T.A.** (1998). *From Roads to Rivers - Gross pollutant removal from urban waterways*, Research Report for the Co-operative Research Centre for Catchment Hydrology, Australia, 98 pp.
- Armitage, N., Rooseboom, A., Nel, C., Townshend, P.** (1998). *The removal of urban litter from stormwater conduits and streams*. Water Research Commission. Report No. TT 95/98, Pretoria.
- Urbonas, B., Stahre, P.** (1993). *Stormwater: Best Management Practices and Detention for Water Quality*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall. 450 f.