

# Gestão integrada das águas urbanas

Carlos E. M. Tucci

**RESUMO:** A população e o meio ambiente têm sofrido impactos por práticas insustentáveis de desenvolvimento urbano que inicia pelo uso do solo e segue na limitada capacidade de gestão estratégica das cidades para resolver os problemas relacionados com gestão das águas urbanas. A sociedade brasileira está no estágio que os países desenvolvidos se encontravam antes da década de 70, denominada de higienista, já que procura distribuir água segura, coletar o esgoto e transferir para jusante sem tratamento, desta forma evitando doenças na vizinhança de quem gera o esgoto, mas transferindo para outros e deixando para o meio ambiente o ônus do tratamento e desta forma recebendo um subsídio. Com o crescimento urbano os impactos aumentaram tornando-se generalizados dentro e fora da cidade e reduzindo a qualidade da água segura para a própria população.

Este artigo analisa esta tendência dentro de uma visão comparativa internacional e os desafios que o país se encontra na busca das metas do milênio. Trata também de discutir como integrar a gestão dos recursos hídricos em implantação e a gestão da cidade na busca da sustentabilidade estratégica de longo prazo.

**PALAVRAS CHAVE:** desenvolvimento urbano; estratégico; águas urbanas; saneamento.

**ABSTRACT:** Human development and environment has been received major impacts due to the lack of sustainable practices in the urban developments which starts with the soil use and is followed by the lack of strategic capacity of the cities in solving its issues related to urban waters management. Brazilian society is in the same level of stage of developed countries before 70's. It is called hygienist phase which supplied safe water, collecting waste and transferring to downstream river without treatment, avoiding diseases but leaving the environment to treat the waste and receiving a subsidy. However with the population grow the impacts starts to be unsustainable inside and outside of the cities.

This paper presents the tendencies in a national and international comparative vision together with challenges for the country in the way to reach the millennium development goals. It also presents the integrated urban water management and its relations with the water resource management as a strategic long term policy.

**KEY WORDS:** urban development; strategic; urban waters; sanitation.

## INTRODUÇÃO

O século vinte passou por várias transições que marcaram o desenvolvimento dos recursos hídricos e o meio ambiente no Brasil e a nível internacional. A população urbana no Brasil era pouco mais de 50% em 1970, passando para 83% na virada do milênio. A urbanização concentrou a população no espaço sem um adequado planejamento e ocupação sustentável e com limitada infra-estrutura de saneamento ambiental (água, esgoto sanitário, drenagem e resíduos sólidos). Os impactos resultantes são

principalmente: (a) contaminação das fontes de abastecimento (mananciais), (b) contaminação dos sistemas hídricos urbanos por efluentes doméstico e pluvial e a produção de resíduos sólidos; (c) erosão e sedimentação com áreas degradadas; (d) áreas de risco de inundação, escorregamento; (e) proliferação de doenças. O resultado final é a degradação da qualidade de vida urbana e de uma tendência de maior agravamento do problema dentro do cenário atual de desenvolvimento urbano.

Os principais impactos são resultantes são os seguintes: (a) *grande concentração populacional* em

pequena área; (b) *aumento da periferia das cidades de forma descontrolada* pela migração rural em busca de emprego; (c) *a urbanização é espontânea, já que* o planejamento urbano é realizado para a cidade ocupada pela população de renda média e alta, resultando na *cidade formal e a informal*; e (d) *ocupação das áreas de mananciais*.

As principais consequências diretas da desorganização na gestão das cidades, quanto à infra-estrutura de água são as seguintes: (a) falta de tratamento de esgoto e contaminação dos rios; (b) ocupação de risco de inundação ou de encostas com potencial deslizamento; (c) impermeabilização e canalização dos rios urbanos com aumento da vazão de cheia; (d) contaminação das águas pluviais; (e) aumento dos resíduos sólidos sem controle; (f) áreas degradadas pela erosão e sedimentação e (g) contaminação dos mananciais urbanos.

As principais causas deste processo estão relacionadas com a limitada gestão do uso do solo da infra-estrutura de água, práticas inadequadas de sustentabilidade urbana e o baixo investimento.

Neste artigo é apresentado a uma visão comparativa entre o desenvolvimento da infra-estrutura de água na cidade a nível internacional e nacional e as metas internacionais. A seguir é apresentada a integração da gestão da cidade e dos recursos hídricos no Brasil, caracterizando suas interfaces institucionais e os desafios a serem superados e a proposta de uma gestão estratégica.

## GESTÃO NAS CIDADES E CENÁRIO INTERNACIONAL

### Cenário evolutivo internacional

No final do século 19 e parte do século 20 a *água urbana* se resumia no abastecimento, entregar a água à população e retirar o esgoto para longe e dispor na natureza sem tratamento. Esta fase tem sido chamada de *higienista* (Silveira, 1999), em função da preocupação dos sanitaristas em evitar a proliferação de doenças e reduzir as doenças de veiculação hídrica, retirando de perto das pessoas. Neste período a solução sempre foi de coletar a água a montante e dispor o esgoto à jusante. O escoamento pluvial disposto por canais, retificando os rios urbanos ou drenando por galerias enterradas.

Os países desenvolvidos saíram desta fase (tabela 1) para a fase corretiva com o tratamento de esgoto doméstico e controle das inundações urbanas com

detenções (amortecimento). O esgoto doméstico foi implementado até a cobertura quase total, desta forma o ambiente urbano se tornou melhor, mas não recuperou sua condição natural. Observou-se que além do esgoto sanitário existia a carga do esgoto pluvial e a necessidade de uma adequada coleta e tratamento dos resíduos sólidos. O resíduo que não é coletado acaba dentro do sistema de drenagem. Os países desenvolvidos estão atuando para resolver este tipo de problema, além da carga das áreas rurais denominados *de poluição ou carga difusa*. Este impacto necessita de maiores investimentos para seu controle porque é distribuído e difuso na cidade. Na busca das soluções verificou-se que não bastava atuar sobre as consequências, mas é necessário trabalhar preventivamente na origem do desenvolvimento urbano e na gestão dos efluentes.

Para buscar uma solução ambientalmente sustentável para novos empreendimentos é necessário o gerenciamento integrado da infra-estrutura urbana, iniciando-se pela definição da ocupação do espaço com preservação das funções naturais como a infiltração e a rede natural de escoamento. Este tipo de desenvolvimento tem sido denominado por LID (Low Impact Development): Desenvolvimento de baixo impacto nos Estados Unidos (NAHB Research Center, 2004 e U.S. Environmental Protection Agency, 2000) ou *Water Sensitive Urban Design* (WSUD) na Austrália. Este estágio atual tem como princípios: o abastecimento nobre através de água segura, tratamento e reuso dos efluentes, conservação dos caminhos naturais de escoamento, reciclagem dos resíduos e minimização dos aterros, tendendo a sua eliminação com reciclagem.

### Cenário Brasileiro

O planejador urbano tem desenvolvido a infra-estrutura urbana ciente de que o engenheiro de transportes, de saneamento e de outras infra-estruturas encontrará uma solução para o uso do solo planejado ou espontâneo que ocorre nas cidades. Neste sentido a água é retirada do manancial de montante (que pode estar poluído) e entregue à jusante sem tratamento, a drenagem é projetada para retirar a água o mais rápido possível de cada local, transferindo para jusante o seu aumento. O resíduo sólido é depositado em algum local remoto para não incomodar as pessoas das cidades. Este conjunto de soluções locais pode ser justificado dentro de um projeto local com todas as equações que foram desenvolvidas ao longo

**TABELA 1**  
**Estágios do desenvolvimento sustentável urbano nos países desenvolvidos**

Anos	Período	Características
Até 1970	Higienista	Abastecimento de água sem tratamento de esgoto, transferência para jusante do escoamento pluvial por <i>canalização</i>
1970-1990	Corretivo	Tratamento de esgoto, <i>amortecimento</i> quantitativo da drenagem e controle do impacto existente da qualidade da água pluvial. Envolve principalmente a atuação sobre os impactos.
1990 – até o momento	Sustentável	Planejamento da ocupação do espaço urbano, obedecendo aos mecanismos naturais de escoamento; Controle dos micro-poluentes, da poluição difusa e o desenvolvimento sustentável do escoamento pluvial através da recuperação da <i>infiltração</i> .

dos anos pelos engenheiros hidráulicos, hidrólogos e sanitaristas para resolver um “dado problema”.

As cidades cresceram, ficaram mais próximas uma das outras e a estratégia de desenvolvimento se manteve na fase *higienista* (tabela 1), gerando o que é chamado do ciclo de contaminação (Tucci, 2003), onde a cidade de montante polui o rio que escoava para a cidade de jusante e esta deverá poluir a seguinte. Muitas cidades, através de seus decisores, consideraram que o investimento em tratamento de esgoto é muito alto e optaram por investimentos em setores considerados por eles mais importantes, sem entender que estavam deixando de combater o “câncer” na sua origem. Hoje a doença está tomando conta do sistema e o custo para sua solução passou a ser mais alto.

Os problemas de hoje se refletem na saúde da população, nas inundações frequentes, na perda de meio ambiente rico e diversificado em muitas regiões. Com a transformação de um ambiente rural para urbano, este problema cada vez mais se agrava e quanto mais tempo isto perdurar, maior será a herança de prejuízos para as próximas gerações, que receberão um passivo muito alto.

Os países em desenvolvimento estão tentando sair da primeira fase (tabela 1) para uma ação corretiva com pouco desenvolvimento dentro da fase sustentável. A terceira fase (tabela 1) envolve a integração entre o projeto de implantação no espaço, o projeto arquitetônico e as funções da infra-estrutura de água dentro do ambiente urbanizado e não apenas a busca de espaço de infiltração dentro do *projeto*.

Atendimento dos Serviços de Saneamento e as Metas de desenvolvimento do Milênio (MDG) no Brasil

As metas do milênio propostas pelas Nações Unidas envolvem vários aspectos nos quais a gestão das águas urbanas faz parte necessariamente. Os principais são: (a) redução da falta de água potável e coleta e tratamento de esgoto em 50% até 2015; (b) redução da pobreza, onde a vulnerabilidade a eventos naturais e antrópicos tem peso muito grande, já que a vulnerabilidade a secas e inundações é um dos principais fatores de pobreza. Para atingir as Metas do Milênio em 2002, em Johannesburgo na Cúpula de Desenvolvimento Sustentável, foi acordado que os países deveriam buscar desenvolver Planos de Recursos Hídricos para atingir as várias metas. Estes Planos na realidade envolviam desenvolver a Gestão dos Recursos Hídricos nos países.

Na tabela 2 pode-se observar uma comparação entre os estágios de desenvolvimento institucional esperado pelos países e o cenário brasileiro. Grande parte dos países ainda está no primeiro estágio.

O Brasil evoluiu no processo quanto à Gestão de Recursos Hídricos, pois ao implantar a Política de Recursos Hídricos deu o primeiro passo instituindo o mecanismo amplo de gestão das águas, criou os instrumentos como a outorga, cobrança e o enquadramento dos rios (metas de qualidade da água), estabelecendo as condições de contorno para as cidades em especial quanto à contaminação dos rios. Recentemente o Plano Nacional de Recursos Hídricos (MMA, 2006) foi concluído e foi aprovado (janeiro

**TABELA 2**  
**Fases do desenvolvimento dos recursos hídricos no Brasil (adaptado de Tucci, 2005b)**

<b>Fase</b>	<b>Características</b>	<b>Brasil</b>
Setorial	Desenvolvimento setorial dos recursos hídricos, sem um marco legal integrador	Período em o setor se baseava somente no Código de Águas
Instituição do Marco legal integrador nacional	Lei Nacional de Recursos Hídricos em 1997, Instituição do Conselho Nacional de Recursos Hídricos e da Agência Nacional de Recursos Hídricos.	Lei das Águas em 1997; Instituição do Conselho Nacional, Agência Nacional de Águas e sua relação com Ministério de Meio Ambiente e Secretaria de Recursos Hídricos
Descentralização e regulamentação setorial	Desenvolvimento institucional dos Estados, Criação do comitê de bacias, federais e estaduais, e regulamentação de setores relacionados com recursos hídricos, Por exemplo, Energia, Saneamento; início da cobrança pelo uso da água; Elaboração de Planos de Recursos Hídricos; órgão gestor de recursos hídricos	Esta fase está em desenvolvimento no Brasil, onde foram criados os comitês de algumas bacias nacionais e muitas estaduais e os marcos regulatórios setoriais estão em desenvolvimento.
Sustentabilidade institucional e econômica	Sustentabilidade econômica e desenvolvimento de medidas sustentáveis em recursos hídricos com resultados avaliados por metas quantitativas perceptiva para a sociedade, como a redução da poluição dos rios.	Esta fase somente se realizará quanto houver recursos arrecadados para a gestão e a efetiva implementação dos instrumentos, com metas definidas.

de 2007) as Diretrizes e Normas sobre Saneamento Básico. Foram implementadas as instituições como a Agência Nacional de Águas e estão em andamento o estabelecimento dos órgãos gestores de águas dos Estados como as agências estaduais e os Conselhos e comitês de bacia. No entanto, no âmbito das ações em saneamento observa-se o seguinte:

(a) Atualmente no país existe um universo de várias cidades com serviços privatizados (empresas de direito privado é da ordem de 10% do total), com serviços públicos municipais e a grande maioria de serviços públicos estaduais. As empresas estaduais representam 82% da população atendida para abastecimento e 77% da população no esgoto nas áreas urbanas (IPEA,2002). Estes serviços possuem limitada fiscalização quanto aos preços e qualidade dos mesmos. Toda a avaliação é realizada pelas próprias companhias. Desta forma, a Gestão é partilhada entre o poder Municipal (uso do solo, drenagem e resíduo sólidos) e Estadual (Água e Saneamento), o que dificulta uma gestão eficiente, já que o espaço de gestão não permite uma visão integrada se não houver um acordo bastante equilibrado entre os atores interessados;

(b) O país tem uma grande cobertura de atendimento do abastecimento de água urbana (tabela 3) e ainda limitada para a população rural. O atendimento é menor nas populações de baixa renda, aumentando para as de maior renda;

(c) A cobertura de coleta de esgoto é média se forem consideradas as fossas (tabela 3), mas é baixa cobertura de tratamento de esgoto que compromete o todo, já que contamina os mananciais (tabela 3). Considerando o total da demanda total da água, o efluente tratado resultante é inferior a 11,4%<sup>1</sup>. Isto resulta da ordem de 7 a 11 mil toneladas<sup>2</sup> de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) por dia nos sistemas hídricos brasileiros. Esta poluição podem ser

<sup>1</sup> Para um total de coletado de 54,27% (área urbana e coleta de rede) e tratamento de 28,2% do coletado, com eficiência de 75% quanto à redução da carga, resulta 11,4% de carga efetivamente tratada.

<sup>2</sup> Considerando a carga de 183,6 milhões de pessoas, concentração de 250 mg/l de DBO, consumo de 250 l/dia e retorno de 80%, resultam 8,3 mil toneladas por dia, onde parte é despejado em fossas ~ 25% .

**TABELA 3**  
**Cobertura de atendimento de Água e Esgoto em % (adaptado de ESBE, 2006 e SNIS,2004)**




Tipo	Urbano		Rural		Total	
	Atendimento	Déficit	Atendimento	Deficit	Atendimento	Deficit
População (milhões)	152 (83%)		31,6 (17%)		183,60	
Abastecimento de Água <sup>1</sup> (%)	91,95	8,05	88,44 <sup>3</sup>	11,56	91,35	8,65
Coleta de Esgoto <sup>1</sup> (%)	77,22	22,78	18,43	81,57	67,10	32,9
Rede (%)	54,27		4,08		45,63	
Fossas (%)	22,95		14,35		21,47	
Tratamento de Esgoto <sup>2</sup> (%)					28,2 <sup>4</sup>	71,8

1 – proporção obtida segundo os domicílios de levantamento IBGE para 2005; 2 – obtido como proporção de entidades amostradas pelo SNIS; 3 - cobertura de água + água de fonte segura 4 – este percentual se refere ao total coletado e não ao total de esgoto.

fontes de doenças de veiculação hídrica (transmissão de microorganismos) e deteriorização do ambiental natural. Cada habitante está recebendo um subsídio ambiental por não pagar pelos seus impactos;

(d) vulnerabilidade a eventos pluviais das cidades é alta, o que agrava a situação de pobreza na periferia das cidades. Os maiores prejuízos não são necessariamente materiais, mas sociais.

Para que o país possa atingir as Metas do Milênio e aumento do abastecimento e atendimento de coleta e tratamento de esgoto, reduzindo este déficit em 50% até 2005, seria necessário atuar principalmente sobre o seguinte:

-  Aumentar o abastecimento de água na área rural e da população de baixa renda, buscando atingir os níveis de cobertura total de água segura (tabela 3);
-  O deficit em coleta de esgoto é ainda de 32,9 %, portanto para buscar as metas representaria reduzir este déficit para 16,4 %;
-  O maior problema, no entanto, se encontra no aumento do tratamento de esgoto, onde o déficit se encontra em 71,8% (somente para o que é coletado). Dentro da Metas do Milênio representaria reduzir para 35,4 % (que ainda seria muito alto).

O programa PRODES (programa de financiamento de tratamento de esgoto para as cidades brasileiras do governo federal) financia 50% das obras e tratamento de esgoto. O princípio do investimento se

baseia na eficiência do sistema, através da fiscalização da quantidade tratada e do nível de tratamento. Os municípios para construir as obras, utilizam os títulos públicos para contratação das empresas. Para que o município possa aderir ao programa é necessária a solicitação ser aprovada no comitê de bacia. Até 2002, 170 empreendimentos foram aprovados num valor total de R\$ 1,15 bilhões, equivalente a 25,6 milhões de pessoas. No entanto, com recursos limitados em 2002 a Agência investiu apenas R \$ 17 milhões para um valor total dos empreendimentos de R\$ 66 milhões (- 22 milhões), ou seja 6% da demanda (ANA, 2003). O cenário não se alterou muito nos últimos anos, já que os investimentos foram pequenos perto da magnitude do problema.

Estudo realizado pelo PMSS (Programa de Modernização do Setor de Saneamento) realizado em 2003-2004 (apud ESBE,2006) menciona a necessidade de um investimento de R\$ 178 bilhões em 20 anos para atingir a universalização. Tucci (2005) apresentou a necessidade de investimento para um Programa Nacional de Águas Pluviais que controlasse os impactos na drenagem e inundação das cidades e identificou um total de R \$ 21,5 bilhões em 24 anos para solução destes impactos, representando até 0,2% do PIB num ano (da época). Atualizando os valores do investimento total representa cerca de 10% do PIB e, representaria 0,5% por em Água, Esgoto e Drenagem para o horizonte de aproximadamente 20 anos. Caso este investimento fosse realizado, como previsto em Tucci (2005), iniciando com as cidades

maiores e depois para as cidades menores, priorizando as maiores cargas.

No entanto, a evolução da cobertura dos serviços nos últimos 5 anos ( ~1% ) é inferior ao crescimento habitacional brasileiro (2001-2005), o que tem levado a um aumento do déficit de cobertura e não necessariamente a uma redução (ESBE,2006). As principais dificuldades existentes são relacionadas com os seguintes aspectos:

(a) Aspectos institucionais relacionados com a gestão das empresas de serviços de saneamento, mudança de legislação e falta de eficiência dos serviços, na medida em que não existem parâmetros, metas bem definidas de atendimento e eficiência dos serviços. A ineficiência é transferida aos usuários, já que os serviços não possuem competitividade;

(b) econômicos – financeiros como o contingenciamento dos recursos e a capacidade de endividamento dos municípios para obtenção do financiamento.

Atualmente falta integrar, efetivamente, as metas da Gestão dos Recursos Hídricos às do Saneamento Ambiental, que apesar de estarem implicitamente previstas na legislação, na prática não ocorre. O Plano da Bacia Hidrográfica prevê o enquadramento dos rios e as cidades deveriam atuar no controle dos efluentes urbanos para atingir a meta do enquadramento dos rios internos e externos à bacia. No entanto, é necessário que existam planos e o mesmo enquadre os rios nos quais as cidades influenciam, seguido de um plano de ações para atingir as metas.

A gestão de recursos hídricos, após 10 anos da Política Nacional de Recursos Hídricos de janeiro de 97, mostra que está ainda distante de atingir resultados palpáveis para a sociedade. Exemplo disto, é a bacia do rio dos Sinos, que possui comitê de bacia dos mais antigos ( > 20 anos) e no entanto, esteve no noticiário em função de grande mortandade de peixes, devido à falta de tratamento de efluentes domésticos e industriais. O risco da gestão dos recursos hídricos é ficar somente no processo e não apresentar um efetivo plano de ação estratégico onde estão especificadas metas quantitativas e os meios para atingi-las.

## GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS URBANAS

### Princípios

A ocupação urbana tradicional não procura compreender como solo, água e plantas estão integradas na natureza para buscar mitigar os efeitos adversos da introdução de superfícies impermeáveis de telhados,

passeios, ruas e o despejo de efluentes. Na Natureza a precipitação que não se infiltra tende a formar ravinamentos naturais de acordo com intensidade e frequência da precipitação, cobertura e resistência do solo. A água que infiltra, escoar pelo sub-solo e no aquífero até chegar aos rios. Com a cidade, fossas, despejos no sub-solo, esgoto são despejados na Natureza. Com a destruição da drenagem natural, o novo sistema é formado por ruas, bueiros, condutos e canais que aceleram o escoamento e aumentam as vazões máximas, em várias vezes, além de lavar as superfícies, transportando assim o poluente gerado pelas emissões de carros, caminhões ônibus, indústrias e hospitais.

Para desenvolver a gestão integrada é necessário conhecer a interface entre os sistemas. O desenvolvimento urbano representado pela ocupação do uso do solo é a fonte dos problemas, como destacado anteriormente.

A seguir são discutidas as interações geradas entre os sistemas hídricos nas áreas urbanas em função de uma gestão deficiente e desintegrada:

**Abastecimento urbano:** As principais interfaces com os outros sistemas são: (a) os esgotos sanitário e pluvial contaminam os mananciais superficiais e subterrâneos; (b) depósitos de resíduos sólidos como aterros que podem contaminar as áreas de mananciais; (c) inundações podem deixar sem funcionamento o sistema de abastecimento e destruir a infra-estrutura das redes pluvial e sanitária, além de Estação de Tratamento de Esgoto;

**Esgoto sanitário e drenagem urbana:** as principais inter-relações são: (a) quando o sistema é misto o sistema de transporte é o mesmo, com comportamento diverso nos períodos sem e com chuva. A gestão deve ser integrada; (b) quando o sistema é separador existem interferências de gestão e construtivas, devido à ligação de esgoto sanitário na rede de drenagem e águas pluviais no sistema de esgoto produzindo ineficiências de funcionamento;

**Drenagem urbana, resíduo sólido e esgotamento sanitário:** (a) na medida em que o sistema de coleta e limpeza dos resíduos é ineficiente ocorre um grande prejuízo para o sistema de escoamento pluvial devido à obstrução dos condutos, canais e riachos urbano; (b) erosão urbana modifica o sistema de drenagem e pode destruir o sistema de esgotamento sanitário.

A visão integrada ocorre no planejamento da gestão dos impactos existentes ou no planejamento

do desmembramento e ocupação do espaço na fase do loteamento, de acordo com o cenário. Neste último caso, o projeto deve procurar preservar o ravinamento natural existente, distribuição de água segura, de forma racional e eficiente, a coleta e tratamento dos efluentes resultantes. Ao contrário do que se propõe atualmente, no projeto sustentável os mananciais são protegidos, o esgoto é tratado ou utilizado com reuso, o sistema natural de drenagem é preservado e a ocupação ocorre em lotes menores, conserva maior área verde comum, retira o meio fio das ruas de menor movimento, integrando o asfalto a gramados ou outros sistemas naturais vegetais, para que toda a água infiltre.



No âmbito de esgotamento sanitário, deve-se desenvolver a ligação a rede de esgoto com padrão adequado e executado através da gestão, pela empresa de serviços de água e saneamento.

Nos resíduos sólidos deve-se buscar aprimorar a coleta domiciliar e limpeza das ruas, disposição automática de retenção de lixo e educação da população com sistemas de reciclagem economicamente eficientes.

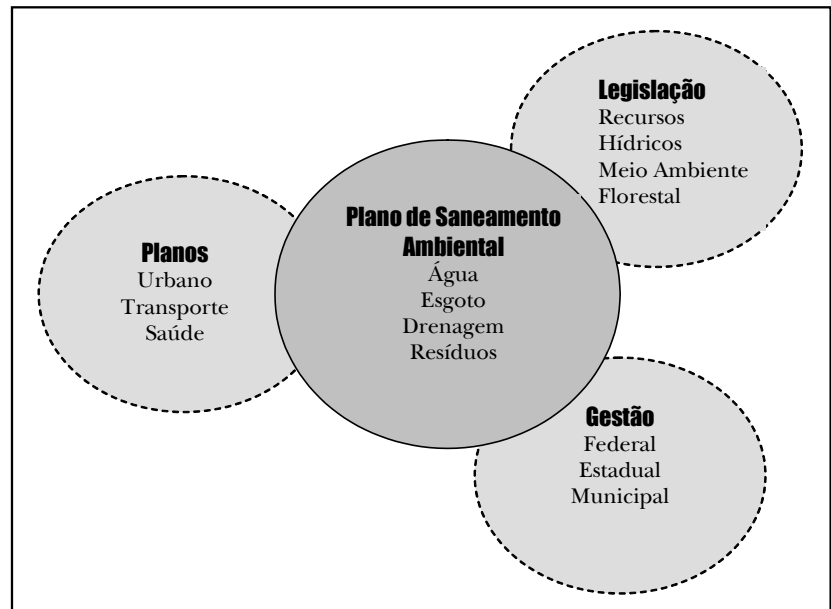
No escoamento pluvial, o custo de uma infraestrutura sustentável tende a ser menor que o custo de sistema corretivo e este ainda menor que a infraestrutura tradicional devido à retirada de vários

sistemas como a eliminação de redes de condutos de drenagem, sarjetas, entre outros, que são substituídos por gramados que infiltram, valos gramados, e sistemas naturais protegidos.

Isto parece uma utopia dentro da nossa realidade, no entanto, o empreendedor é sensível ao custo e a população que deseja comprar um ambiente mais adequado, está buscando qualidade de vida. Estes são dois fatores importantes na tomada de decisão. Dificilmente os países em desenvolvimento poderão pular etapas devido ao grande passivo existente nas cidades quanto ao escoamento pluvial (sem falar nos demais). Portanto, é necessário desenvolver estratégias dentro de duas plataformas principais:

-  Controlar os impactos existentes, através do cenário de ações corretivas estruturais que tratam da gestão por sub-bacias urbanas;
-  Medidas não-estruturais que levem aos novos empreendimentos a utilizarem um desenvolvimento com menor impacto e sustentável.

Estas duas medidas podem ser implementadas pelo Plano de Saneamento Ambiental ou por um Plano Diretor Urbano que inclua estes elementos junto com esgotamentos sanitário, resíduo sólido, transportes e uso do solo. Na figura 1 pode-se observar como os componentes das águas urbanas da cidade se integram e buscam identificar os componentes



**FIGURA 1.** Interface entre os Planos da cidade e o Plano de Saneamento Ambiental.

de integração, visando a solução destes aspectos de forma integrada.

A atuação preventiva no desenvolvimento urbano reduz os custos de solução dos problemas relacionados com a água. Planejando a cidade com áreas de ocupação e controle da fonte da drenagem, a distribuição do espaço de risco e o desenvolvimento dos sistemas de abastecimento e esgotamento, os custos serão muito menores do que quando ocorrem as crises, onde o remédio passa a ter custos insuportáveis para o município. Cruz e Tucci (2006) demonstraram que o custo da drenagem em Porto Alegre seria 6 vezes inferior se tivesse sido desenvolvida de forma sustentável, sem considerar os prejuízos provocados de inundação.

O desenvolvimento do planejamento das áreas urbanas envolve principalmente:

- ☒ Planejamento do desenvolvimento urbano;
- ☒ Transporte;
- ☒ Abastecimento de água e saneamento;
- ☒ Drenagem urbana, controle de inundações e da erosão urbana;
- ☒ Resíduo sólido;
- ☒ Controle ambiental.

O planejamento urbano deve considerar os aspectos relacionados com a água, o uso do solo e a definição das tendências dos vetores de expansão da cidade. Considerando os aspectos relacionados com a água, existe uma forte inter-relação entre os mesmos. Algumas destas inter-relações são as seguintes:

- ☒ o abastecimento de água é realizado a partir de mananciais que podem ser contaminados pelo esgoto sanitário e pluvial ou por depósitos de resíduos sólidos;
- ☒ a solução do controle do escoamento da drenagem urbana depende da existência de rede de esgoto cloacal e tratamento de esgoto, além da eliminação das ligações entre as redes;
- ☒ a erosão do solo produz assoreamento e interfere na ocupação do solo, nas ruas, sistemas de esgoto, entre outros;
- ☒ a limpeza das ruas, a coleta e disposição de resíduos sólidos interferem na quantidade e na qualidade da água dos pluviais.

A maior dificuldade para a implementação do planejamento integrado decorre da limitada capacidade institucional dos municípios para enfrentar

problemas tão complexos e interdisciplinares e a forma setorial como a gestão municipal é organizada.

### **Gestão dos Recursos Hídricos na Bacia e os condicionantes das cidades**

A gestão das ações dentro do ambiente urbano pode ser definida de acordo com a relação de dependência da água através da bacia hidrográfica ou da jurisdição administrativa local, estadual ou federal. A tendência da gestão dos recursos hídricos tem sido realizá-la através da bacia hidrográfica, no entanto a gestão do uso do solo é realizada pelo município ou grupo de municípios em se tratando de uma região Metropolitana. A gestão pode ser realizada de acordo com a definição do espaço geográfico externo e interno à cidade (Tabela 4).

Os Planos das bacias hidrográficas têm sido desenvolvidos para bacias grandes (>3.000 km<sup>2</sup>). Neste cenário existem várias cidades que interferem umas nas outras transferindo impactos. O Plano da bacia dificilmente poderá envolver todas as medidas em cada cidade, mas devem estabelecer os condicionantes *externos* às cidades, como a qualidade de seus efluentes, as alterações da quantidade desses afluentes, que visem a não transferência de impactos.

O ambiente interno das cidades são as gestões dentro do município para atender os condicionantes *externos* previstos no Plano de Bacia para evitar os impactos e buscar a melhoria da quantidade e qualidade da bacia como um todo, além dos condicionantes internos que tratam de evitar os impactos à população da própria cidade.

Estes dois espaços principais definem os gestores, os instrumentos de gestão, as metas, como descritas na tabela 4. A construção integral desta estrutura de gestão esbarra em algumas dificuldades:

- ☒ Limitada capacidade da maioria dos municípios para desenvolver a gestão;
- ☒ Sistema de gestão das bacias ainda não é uma realidade consolidada em todo o país;
- ☒ Reduzida capacidade de financiamento dos municípios, das ações e o alto nível de endividamento governos locais.

No primeiro caso, a solução passa pelo apoio estadual e federal, através de escritórios técnicos que apoiem as cidades, em especial de menor porte, no desenvolvimento de suas ações de planejamento elaboração de projetos para o aumento a financiamento e implementação. O segundo dependerá da



**TABELA 4**  
**Espaço de Gestão das águas urbanas**

Espaço	Domínio	Gestores	Instrumento	Característica
Bacia Hidrográfica <sup>1</sup>	Estado ou Governo Federal	Comitê e Agências	Plano de bacia	Gestão da quantidade e qualidade da água no sistema de rios que formam a bacia hidrográfica, evitando a transferência de impactos.
Município <sup>2</sup>	Município ou Região Metropolitana	Município	Plano Diretor urbano e Plano integrado de Esgotamento, Drenagem Urbana e Resíduo Sólido	Minimizar os impactos de quantidade e qualidade dentro da cidade, nas pequenas bacias urbanas e não transferir impactos para o sistema de rios.




1 – bacias de grande porte (> 1000 km<sup>2</sup>); 2 – área de abrangência do município e suas pequenas sub-bacias de macrodrenagem (< 50 km<sup>2</sup>). Os valores de áreas são indicativos e podem se alterar para cidades de grande porte.

transição e evolução do desenvolvimento da gestão no país. O terceiro dependerá fundamentalmente do desenvolvimento de um programa a nível federal e mesmo estadual com um fundo de financiamento para viabilizar as ações.

### **Gerenciamento de bacias urbanas compartilhadas**

Grande parte das cidades compartilham com outros municípios, uma ou mais bacias hidrográficas. Geralmente existem os seguintes cenários: (a) um município está a montante de outro; (b) o rio divide os municípios (figura 2).


O controle institucional das águas urbanas, que envolve pelo menos dois municípios, pode ser realizado pelo seguinte:

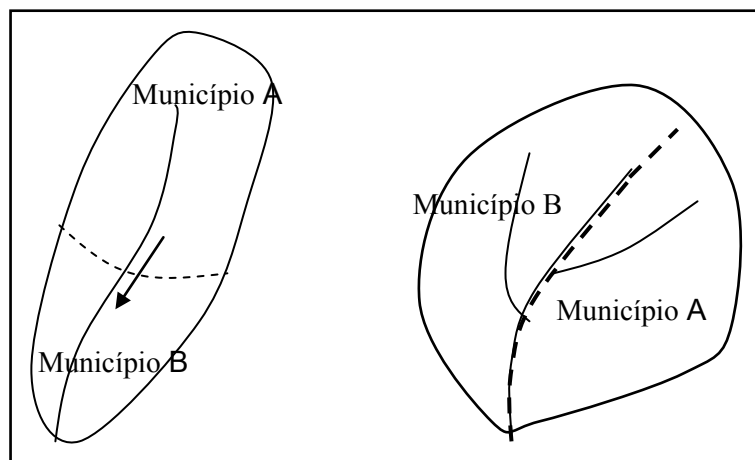
-  Comitê de Bacia: o comitê estabelece o enquadramento dos rios e as cidades através dos seus Planos devem estabelecer medidas para atingir as cargas limites para manter os rios dentro do enquadramento. A implementação do Plano se dá por meio de legislação municipal adequada para cada município;
-  Por meio de legislação estadual que estabeleça os padrões a serem mantidos nos municípios de tal forma a não serem transferidos os impactos para jusante (baseado no enquadramento para qualidade da água e na outorga de aumento de vazão, art.12 da lei de recursos hídricos);
-  Estabelecimento de distritos de Drenagem onde cada Distrito englobaria um ou mais

municípios e dentro dos mesmos são estabelecidos normas comuns quanto à gestão territorial relacionada com os elementos das águas urbanas. Estas normas podem ser estabelecidas no Comitê de bacia. Este é o cenário mais provável para rios de Regiões Metropolitanas.

Estes entendimentos podem ser realizados dentro do comitê da bacia e quando do desenvolvimento dos Planos Estaduais de Recursos Hídricos. Portanto, quando forem desenvolvidos os Planos das Bacias que envolvam mais de um município, deve-se buscar acordar ações conjuntas entre os municípios para se obter o planejamento de toda a bacia.

Os problemas atualmente existentes podem ser resumidos nos seguintes cenários:

-  Nas regiões metropolitanas é comum a existência de bacias hidrográficas com grande predominância de urbanização que atravessa mais de uma cidade e as transferências de impactos entre as cidades é muito grande. Por exemplo, uma cidade a montante que canaliza seu escoamento para jusante seguramente irá aumentar as inundações na cidade de jusante, da mesma forma que a poluição ou esgoto não-tratado. Para isto não existem mecanismos legais para que isto seja evitado, apesar de que qualquer projeto deveria ser aprovado ambientalmente e estes são impactos que deveriam fazer parte do licenciamento ambiental, mas isto geralmente não ocorre e as cidades estão sujeitas a serem processadas pelas pessoas prejudicadas;



**FIGURA 2** Relações básicas entre municípios

≡ No caso de municípios que se encontram em margens opostas, mesmo que um deles adote medidas legais para gestão de sua parte da bacia hidrográfica, a outra margem continuará impactando a jusante, o que inviabiliza uma solução sustentável. Neste caso, também somente é possível o desenvolvimento de medidas sustentáveis de longo prazo, através de estabelecimento de mecanismos legais a serem exigidos dos projetos quando da sua aprovação nas duas cidades.

#### **Potenciais medidas de controle externo às áreas urbanas**






O mecanismo previsto nas legislações de recursos hídricos para o gerenciamento externo das cidades é o Plano de Recursos Hídricos da Bacia. No entanto, nesse Plano dificilmente será possível elaborar o Plano de Saneamento Ambiental ou os Planos de Drenagem, Esgotamento Sanitário e Resíduo Sólido de cada cidade contida na bacia. O Plano deveria estabelecer as metas que as cidades devem atingir para que o rio principal e seus afluentes atinjam níveis ambientalmente adequados de qualidade da água. A meta de qualidade da água é estabelecida pela despoluição que permitirá atingir o enquadramento do rio, enquanto que quanto a quantidade de água a meta poderá ficar limitada a capacidade de escoamento no rio para jusante, a ser definido no processo de outorga. O Plano Integrado de Drenagem Urbana, Esgotamento

Sanitários e Resíduos Sólidos deve obedecer aos controles estabelecidos no Plano da bacia no qual estiver inserido. Tucci (2005a) apresenta uma proposta de regulamentação da outorga da legislação de Recursos Hídricos para estabelecer um mecanismo legal de indução ao processo a qual explicitam.

#### **DESAFIOS**

O desafio atual para a Gestão de Recursos Hídricos é sem dúvida o controle dos impactos das cidades sobre o sistema natural. Representa o maior problema ambiental do país, devido a grande carga de poluentes despejadas nos rios sem tratamento. Somente dos esgotos domésticos estima-se que a carga esteja entre 7 a 11 mil toneladas/dia de DBO. Nos últimos anos o déficit de atendimento dos serviços urbanos tem aumentado devido ao menor crescimento dos serviços do que o aumento da população. Portanto, a tendência é de não cumprimento pelo país das Metas do Milênio e agravamento das condições sanitárias.

Para alterar este cenário são necessários investimentos da ordem de 0,6 % PIB em Água e Saneamento e 0,2% em Drenagem (falta avaliar a parcela sobre os resíduos sólidos), resultando num total de R\$ 16 bilhões/ano (valores de 2006). No entanto, existem vários arranjos de gestão a serem aprimorados para buscar eficiência no investimento, garantindo o retorno final para a sociedade, o que atualmente não vem ocorrendo. Os principais desafios são:

-  Consolidar as metas de qualidade e quantidade para os rios próximos à cidade através da outorga e enquadramento dos rios segundo o comitê de bacia. Para isto é necessário a implementação dos comitês das principais cidades (maiores cargas) e a efetiva gestão dos recursos hídricos associado a gestão urbana, implementando-se os Planos de Saneamento Ambientais;
-  Desenvolver dentro do processo de outorga e enquadramento metas de eficiência na prestação dos serviços, ligados não as obras, mas aos seus resultados finais;
-  Viabilizar um Fundo de Investimento que atenda as necessidades anuais de investimentos do setor com mecanismos sustentáveis: empréstimos, recuperação de custo, prêmios com subsídios e capacidade de endividamento;
-  Apoio técnico aos municípios através de Programas Estaduais e Federais para minimizar os custos de implementação e gestão dentro das cidades;
-  Institucionalização dos mecanismos de cobrança pelos avanços e cumprimento das etapas do Plano de Saneamento Ambiental e seus resultados associado às legislações existentes.

## Referências

- ANA, 2003 <http://www.ana.gov.br> acessado em 15/2/2004.
- CRUZ, M.; TUCCI, C.E.M. 2008. Avaliação dos Cenários de Planejamento na Drenagem Urbana. RBRH, Vol. 13 n° 3, 59-72p. Porto Alegre.
- ESBE, 2006. PNAD 2005 Aumenta o déficit de dos serviços de Saneamento Básico. Projeções indicam Universalização em 50 anos. ESBE Associação das Empresas de Saneamento Estaduais. 2006.
- IPEA, 2002. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 2001. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento SNIS. Programa de Modernização do Setor de Saneamento PMSS.
- MMA, 2006. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Secretaria de Recursos Hídricos. Ministério do Meio Ambiente.
- NAHB RESEARCH CENTER. 2004. Municipal Guide to Low Impact Development. Maryland. Disponível on-line em <http://www.lowimpactdevelopment.org>
- SILVEIRA, A L. L., 1999. *Impactos Hidrológicos da urbanização em Porto Alegre*. 4º Seminário de Hidrologia Urbana e Drenagem. Belo Horizonte ABRH.
- SNIS, 2004. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2003. PMSS Programa de Modernização do Setor de Saneamento. Ministério das Cidades.
- TUCCI, C.E.M. 2003. Inundações e drenagem urbana in: Tucci, C.E.M; Bertoni, J.C. Inundações da América do Sul. Capítulo 3. ABRH GWP. 450p.
- TUCCI, C.E.M, 2005a. Programa de Drenagem Sustentável: Apoio ao Desenvolvimento do Manejo das Águas Pluviais Urbanas - Versão 2.0 Ministério das Cidades.
- TUCCI, C.E.M. 2005b. Desenvolvimento dos Recursos Hídricos no Brasil. REGA V 2 N2. dezembro.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 2000. Low Impact Development (LID): A Literature Review. 35p. Washington D.C.. Disponível on-line em <<ftp://lowimpactdevelopment.org/pub>>