

2.2. Problemas apresentados

A aplicação de metodologias convencionais de projeto atendem à facilidade de elaborar projetos para cidades imaginárias. Como se o desenvolvimento da cidade fosse estático e não houvesse necessidade de participação da sociedade local para o bom funcionamento das estruturas construídas. Opta-se pela comodidade de tratar as questões no campo técnico exclusivo, evitando que o processo de consulta social.

Esse processo tem permitido que haja maior agilidade na elaboração dos projetos, no entanto, não se cria a oportunidade de pactuação social sobre a forma de uso e ocupação do solo, fator predominante na definição das premissas consideradas no dimensionamento das águas a serem coletadas.

Um processo setorial de elaboração dos projetos tem levado também à separação do tratamento dado às águas pluviais e as políticas de saneamento ambiental que tratam do abastecimento de água, da coleta e tratamento de esgotos e da disposição final de resíduos sólidos.

Essa separação provoca, por sua vez, a gestão desintegrada e a menor eficiência da gestão urbana em todos os seus aspectos relativos à manutenção das cidades.

2.3. Participação social

Nas metodologias convencionais praticamente não há instância de participação social, salvo nas grandes emergências onde são solicitados os remanejamentos de populações de áreas de risco ou quando há a necessidade de se elevar impostos para ações corretivas nos sistemas danificados ou danosos ao meio urbano.

3. METODOLOGIA COM PARTICIPAÇÃO SOCIAL

3.1. Elaboração dos projetos

A metodologia proposta, conforme fluxograma no Anexo 2, visa reavaliar os procedimentos convencionalmente adotados abrindo o processo à participação de todos os agentes que possam, de alguma forma, possibilitar que:

a) as demandas sociais e ambientais sejam contempladas desde a concepção inicial do sistema de drenagem urbana, e

b) o dimensionamento das redes e estruturas seja elaborado a partir de definições de uso do solo com o envolvimento da sociedade contribuinte local.

A proposta que elaboramos a seguir leva todos estes componentes em consideração e pode ser ilustrada pela Figura 2. Esta proposta é dividida em 6 Etapas nas quais consideramos os aspectos acima sugeridos e buscamos concentrar as decisões que elas requerem nas áreas temáticas do conhecimento científico ou na inserção da participação social.

3.1.1. ETAPA 1 - Levantamento e tratamento de dados

Consiste no levantamento completo dos dados mínimos para a elaboração do projeto de drenagem, quais sejam:

- projeto urbano (escala 1:2000);
- memorial descritivo do projeto urbano;
- mapa cartográfico regional (escala 1:5000);
- levantamento planialtimétrico (escala 1:2000);
- levantamento da cobertura vegetal nativa (escala 1:5000);
- levantamento da cobertura vegetal anterior ao assentamento urbano (escala 1:5000);
- levantamento hidrográfico (escala 1:5000);
- levantamento geológico (escala 1:10.000);
- levantamento pedológico (escala 1:10.000).

Com estes dados podemos promover a análise das características urbanísticas definindo os seguintes parâmetros:

- poligonal da área urbana a ser implantada;
- identificação dos lotes de uso privativo e seus tipos de ocupação;
- identificação das áreas verdes públicas;
- identificação das áreas para estacionamentos de veículos leves;
- identificação conjunta de ruas e calçadas.

Definiremos as poligonais da área urbana de forma a garantir a orientação para os cálculos hidroclimáticos e para o lançamento final de efluentes, contemplando:

- traçar bacias hidrográficas que contenham toda a área urbana a ser implantada;
- definir na bacia hidrográfica:
 - área urbanizada de projeto;
 - área de expansão urbana;
 - áreas de proteção e conservação ambiental;
 - áreas rurais;
 - áreas antropizadas e drenadas para outras bacias.
- definir os canais de escoamento das águas, perenes ou intermitentes;
- dividir a bacia hidrográfica em sub-bacias com área aproximada de 2 Km²;
- calcular para cada sub-bacia a área e a declividade média.

Com os dados acima poderemos preencher a Tabela 1, abaixo.

Tabela 1 – Características das sub-bacias hidrográficas das áreas urbanizadas

Sub-bacia	Exutório (UTM)		Cotas (m)		Declividade média (m/m)	Área urbana (km ²)	Área de expansão urbana (km ²)	Área de proteção ambiental (km ²)	Áreas rurais (km ²)	Áreas drenadas para outras bacias (km ²)	Área total da sub-bacia (km ²)
	X	Y	máx	Mín							

Com os dados inventariados podemos definir as características do escoamento superficial, por meio do cálculo dos coeficientes de escoamento superficial natural e aquele imediatamente anterior à ocupação urbana, considerando tipos de coberturas do solo e declividade do terreno.

1.1.2 ETAPA 2 - Definição de critérios técnicos - com participação social

Nesta etapa devem ser definidos os critérios cuja participação social é fundamental para o atendimento de suas metas. Deve ser construído um sistema onde a população local e os órgãos públicos competentes para a gestão urbana possam discutir e definir de maneira consensual os critérios e posturas para a regulação do uso do solo e, também, o manejo das águas pluviais.

Assim deve-se proceder para a definição do tempo de retorno para eventos críticos e das taxas de uso e ocupação dos lotes públicos e privados.

As equipes técnicas responsáveis pela elaboração dos projetos devem simular matematicamente as várias situações urbanas no que se refere às taxas de uso e conservação de água e ao tempo de retorno a ser definido para os cálculos dos eventos críticos. A tomada de decisão dar-se-á no colegiado gestor por meio de apresentação e deliberação sobre os resultados apresentados nas simulações.

Os períodos de recorrência de eventos hidrológicos para as diferentes regiões da cidade serão definidos considerando os tipos de ocupações e os riscos a serem assumidos pela sociedade. Após a definição dos critérios pode-se calcular o coeficiente de escoamento superficial urbano equivalente, conforme fórmula abaixo:

$$Ceq = \frac{(\sum(Cip \times Alp) + Cavn \times Aavn + Cevl \times Aevl + Crc \times Arc)}{(\sum(Alp) + Aavn + Aevl + Arc)} \quad (1)$$

Em que:

Ceq = Coeficiente de escoamento superficial urbano equivalente

Cip = Coeficiente de escoamento superficial de lote privativo

Cavn = Coeficiente de escoamento superficial de áreas verdes públicas

Cevl = Coeficiente de escoamento superficial de estacionamentos públicos para veículos leves

Crc = Coeficiente de escoamento superficial de ruas e calçadas

Alp = área do lote privativo (m²)

Aavn = áreas verdes públicas (m²)

Aevl = área dos estacionamentos públicos para veículos leves (m²)

Arc = área de ruas e calçadas (m²)

Considerando para lotes privativos:

a) taxa de interceptação vegetal;

b) taxa de infiltração e percolação;

c) taxa de reúso de águas pluviais;

d) taxa de detenção.

Considerando para áreas verdes públicas:

a) coeficiente de escoamento superficial igual ao da área nativa

Considerando para estacionamentos públicos para veículos leves:

a) taxa de detenção por utilização de pavimento permeável;

b) taxa de interceptação vegetal.

Considerando para ruas e calçadas:

a) coeficiente de escoamento superficial dado o pavimento utilizado.

Tabela 2 – Cálculo do Coeficiente de Escoamento Superficial Urbano Equivalente

Área urbana		Taxas por tipo de ocupação				Coeficiente de escoamento	Área (km ²)
		Infiltração	Interceptação	Reuso	Detenção		
Lotes privativos	1						
	2						
	3						
Áreas verdes públicas							
Estacionamento de veículos leves							
Ruas e calçadas							
Coeficiente de escoamento superficial urbano equivalente							

1.1.3 ETAPA 3 - Elaboração do Projeto do Sistema

Inicialmente definiremos os parâmetros a serem considerados para o dimensionamento de dutos e estruturas hidráulicas, quais sejam:

a) equação de chuva que melhor representa as condições pluviométricas da região;

b) dutos coletores da microdrenagem considerando os aspectos relativos à profundidade do lençol freático, à vazão natural dos cursos de águas receptores e ao custo de implantação das redes.

Tabela 3- Análise comparativa para os dutos das galerias

Consideração	Valor	400mm	500mm	600mm	800mm	1000mm	1200mm	1500mm
Nível do Lençol (m)								
Vazão descarga (m ³ /s)								
RS/m ³ /s								

Após essas considerações, definiremos o tipo de material e o diâmetro máximo a serem utilizados no projeto e, de posse disto e da declividade máxima dada pela fórmula (2), calcularemos as vazões máximas prováveis no lançamento final destes dutos.

$$I = v^2 / (931,3 \times D^{4/3}) \quad (2)$$

Em que:

I = inclinação dos dutos (m/m)

v = velocidade máxima (m/s) – considerar 8 m/s

D = diâmetro do duto (m)

Para o cálculo das redes do sistema de drenagem utilizaremos o Método Racional, considerando:

a) as sub-bacias hidrográficas definidas na etapa 1;

b) as vazões máximas de escoamento por duto coletor definidas na etapa 3;

c) o tempo de concentração médio inicial igual a 20 minutos (valor inicial para a iteração, baseado no valor médio obtido para dutos de 800 mm em redes convencionais);

d) o coeficiente de escoamento superficial da bacia de drenagem por rede igual a:

$$Cbd = \frac{Ceq \times (Aurb + Aexurb) + Cprurb \times Arur + Cnat \times App}{(Aurb + Aexurb + Arur + App)} \quad (3)$$

Em que:

Ceq = coeficiente de escoamento superficial urbano equivalente

Cprurb = coeficiente de escoamento superficial pré-urbanização

Cnat = coeficiente de escoamento superficial da área nativa

Aurb = área urbanizada (m²)

Aexurb = área de expansão urbana (m²)

Arur = área rural (m²)

App = área de preservação e conservação ambiental (m²)

e) o índice de retardamento da vazão (n) igual ao menor valor consideradas as condições de declividade e de área da bacia de drenagem;

f) o tempo de retorno (Tr) definido na etapa 1;

(4)

(5)

(6)

d) apresentação da planilha de cálculos do sistema: esta planilha deverá permitir tanto a análise da sistemática de cálculo quanto a averiguação dos valores pré-definidos para a rede.

Devem ser elaborados indicadores para os resultados encontrados após a elaboração do detalhamento técnico no sentido de municiar a análise comparativa com outras alternativas para a solução do projeto de drenagem. Abaixo são sugeridos alguns exemplos:

a) vazão natural x vazão de lançamento para cada exutório de sub-bacia

Considerando que todos os valores excedentes serão compensados pela construção de reservatórios de detenção com regularização da vazão vertente, o indicador para nosso projeto será igual a 1. Desta forma, quanto mais próximo da unidade, melhor será a eficiência do sistema projetado com relação às premissas de conservação das condições iniciais do ciclo hidrológico.

b) área de impermeabilização x volume de retenção por sub-bacia

Representa o custo necessário para a ocupação intensiva do solo. Considerando como área impermeabilizada aquela ocupada por ruas e calçadas e, dado o volume ocupado pelos reservatórios de detenção, este indicador poderá representar a maior ou menor intervenção em obras nas áreas urbanas e, conseqüentemente, maior custo a ser arcado pela população local.

c) área de impermeabilização x densidade habitacional

Este indicador poderá orientar a elaboração de novos projetos urbanísticos, considerado que indica diretamente a relação entre a capacidade de acomodação populacional com o tipo de ocupação do solo.

d) coeficiente de escoamento equivalente urbano x densidade habitacional

Da mesma forma que o indicador anterior o valor deste índice poderá orientar novos projetos urbanos. Considerando os valores obtidos e os dados urbanísticos apresentados no memorial descritivo podemos orientar a população sobre a necessidade do estabelecimento de taxas restritivas de ocupação ou impositivas de detenção ou reuso das águas pluviais.

e) coeficiente de escoamento superficial equivalente urbano x área urbanizada

Este indicador apresenta como estão sendo pactuadas as regras de ocupação do solo uma vez tanto menor seu valor nominal quanto melhores deverão ser as condições de conservação do ciclo hidrológico.

f) vazão escoada na rede x habitante

Este indicador nos mostra a eficiência da gestão das águas pluviais considerado o sistema coletor.

g) comprimento da rede x habitante

O valor nominal deste indicador poderá nos propiciar a análise comparativa do custo financeiro aproximado entre diferentes sistemas para os projetos urbanísticos.

h) custo x habitante

De forma direta, este indicador nos apresenta o valor a ser gasto pela sociedade local para a implantação dos sistemas de drenagem urbana.

i) custo x área urbanizada

Indicador importante para a apreciação da equipe de projetistas da cidade para as estimativas de custo de infraestrutura.

j) custo x comprimento de rede

Da mesma forma que o indicador anterior, este valor será muito útil na avaliação da eficiência financeira dos projetos elaborados.

1.1.6 ETAPA 6 - Sistema de Gestão de águas urbanas

O Sistema de gestão de águas urbanas terá como objetivos:

a) integrar o sistema de gestão urbana à gestão de águas;

b) instituir legislação específica para o trato das águas da cidade integrando os sistemas de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem urbana e resíduos sólidos e atmosféricos;

c) constituir órgãos públicos competentes e especializados;

d) possuir como instância decisória, normativa e consultiva colegiado gestor com participação da sociedade local e de órgãos públicos, à exemplo dos comitês de bacia instituídos pela Lei nº 9.433/97;

e) criar e implementar instrumentos de gestão das águas urbanas.

Os instrumentos para a gestão deste sistema poderiam, à exemplo da gestão das águas no Brasil, estabelecer-se como os que abaixo apresentamos, sem prejuízo de se definirem outros que possam ser necessários, quais sejam:

a) **Plano Diretor de Hidrologia Urbana:** instrumento que estabelecerá diretrizes para o planejamento dos usos dos recursos hídricos na área urbana compreendendo, no mínimo, os seguintes tópicos: i) diagnóstico do ciclo hidrológico urbano; ii) estabelecimento de critérios e disciplinamento dos usos dos recursos hídricos; iii) critérios para a ocupação do solo urbano; iv) plano de investimentos para a conservação, preservação, recuperação e melhoria das condições do ciclo hidrológico; e v) manual de drenagem urbana;

b) **Sistema de Monitoramento e Informações sobre os recursos hídricos urbanos:** consiste na organização de redes de estações de monitoramento e controle dos recursos hídricos, armazenando e disponibilizando dados sobre as quantidades hidro-meteorológicas, a qualidade das águas urbanas e os efeitos correlatos da ação da ocupação do solo e das águas na área urbana;

c) **Controle da autoridade municipal sobre o uso e a destinação das águas urbanas:** compreende a criação e capacitação de órgãos municipais com a atribuição de analisar e aprovar os projetos com o uso dos recursos hídricos, possibilitando seu planejamento e controle.

d) **Programas indutores para o controle da drenagem urbana:** consistirá do desenvolvimento de programas que, de maneira específica para as diferentes situações urbanas, possam criar as condições necessárias para que se preserve o ciclo hidrológico onde a situação é nativa e possam ser recuperadas as áreas urbanas degradadas. Devem possibilitar o incentivo e a fiscalização necessários para o cumprimento do Plano Diretor de Hidrologia Urbana.

e) **Programas de educação continuada para a gestão das águas urbanas:** devem criar as condições necessárias para a educação continuada visando desde programas de educação ambiental e de manejo das águas urbanas até a capacitação de técnicos e profissionais com a atribuição de cuidar destes bens, seja dentro dos organismos públicos, seja dentro das entidades educacionais ou de associações civis. Deverá gerar ainda o desenvolvimento de tecnologias e práticas para o bom uso das águas e do solo, disseminando-as junto aos profissionais envolvidos e às comunidades locais.

2 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No planejamento da cidade, não podemos construir um modelo de intervenção técnica sem considerarmos as diversas áreas envolvidas na elaboração de critérios que interferem diretamente no resultado que esperamos após a implementação dos projetos.

A metodologia proposta tem uma linha de ação coerente com este entendimento e com os conceitos de sustentabilidade da cidade. Trata-se de uma proposta a ser testada em casos reais para que possamos averiguar as suas limitações e apresentar as correções necessárias.

São previsíveis as dificuldades que enfrentaremos nesta aplicação, algumas das quais demandariam estudos mais apurados. Dentre estes estudos e ações recomendamos que:

a) inclusão das demandas técnicas para o desenvolvimento dos projetos de drenagem urbana na aquisição de dados para os relatórios ambientais concebidos para a implantação dos sítios urbanos, tais como: caracterização mais completa do ciclo hidrológico, detalhamento dos parâmetros do solo para estudos de infiltração, definição de áreas de recarga, análise quantitativa dos cursos d'água, etc;

b) utilização de sistemas de informação georeferenciados;

c) compatibilização entre os programas computacionais utilizados para os projetos urbanos, os projetos urbanísticos e os bancos de dados hidro-ambientais;

d) elaboração de programas para cálculo de redes de drenagem que possam considerar o cálculo dos coeficientes de escoamento superficial em função do tipo de ocupação do solo e das taxas de uso e conservação da água. Estes programas poderiam disponibilizar todos os resultados técnicos das redes projetadas considerada a metodologia e os indicadores propostos, ou outros que possam ser considerados necessários;

e) elaboração de novas rotinas para a Etapa III – Elaboração do Projeto Técnico - considerados outros métodos de cálculo de redes, principalmente aqueles baseados na análise do hidrograma da bacia de drenagem;

f) estudos sobre o impacto hidrológico e no meio ambiente aquático relativos ao lançamento das águas pluviais nos cursos receptores, quantificando vazões e velocidades máximas, considerando ou não a utilização de dissipadores;

g) estudos sobre materiais e estruturas hidráulicas capazes de atender à demanda de escoamento e de detenção necessárias ao projeto de uma rede de drenagem;

h) avaliação econômica da construção de estruturas hidráulicas distribuídas na cidade, considerando os impactos positivos gerados no ciclo hidrológico e no meio ambiente, a possibilidade de reúso e a conseqüente minimização das seções das redes de distribuição de água e a desoneração da infraestrutura de drenagem da cidade;

i) avaliação de experiências de regulamentação da drenagem urbana, por meio dos Planos Diretores ou sistemas implantados nas administrações municipais, em execução no país e no mundo;

j) proposta de modelos para a inclusão da participação social nas decisões sobre as questões urbanas, incluídas as tomadas de decisão para a metodologia proposta;

k) elaboração de modelos para o Sistema de Gestão das Águas Urbanas.

Neste contexto, a integração pró-ativa com outras áreas interferentes e a participação social na definição dos parâmetros sócio-econômicos necessários aos projetos de drenagem urbana poderão possibilitar a manutenção dos sistemas e seu conseqüente aumento de eficiência e durabilidade.

BIBLIOGRAFIA

- BARROS, Mário T. de; PORTO, Rubem La Laina; TUCCI, Carlos E. M. (orgs.) Drenagem Urbana. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1995. Pp.77-105.
- BIDONE, Francisco R. A.; TUCCI, Carlos E. M. Microdrenagem. In: Drenagem Urbana. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1995. Pp.805-847.
- PORTO, Rubem; TUCCI, Carlos; ZAHED, Kamel F. Drenagem Urbana. In: Hidrologia – Ciência e Aplicação. 2ª edição; Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001. Pp.805-847.
- BRAGA JUNIOR, Benedito P. F.; SILVEIRA André; TUCCI, Carlos E. M. Avaliação do impacto da urbanização nas cheias urbanas. In: Revista Brasileira de Engenharia V7, nº 1, 1989.
- CIOCCHI, Luiz. Para utilizar água de chuva em edificações. Revista Técnica nº 72. Março de 2003. São Paulo: Editora Pini. Pp. 58-60.
- COELHO, Maria Célia Nunes. Impactos ambientais em áreas urbanas - teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. (orgs.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001, pp.19-45.
- CRUZ, Marcus A. Soares; SILVEIRA, André L. L. da; TUCCI, Carlos E. M. Controle do escoamento com detenção em lotes urbanos. In: Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 3 nº4 out/dez 1998, pp.19-31.
- Estatuto da Cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadãos: Lei nº 10.257/2001. 2ª edição. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2002.
- GENZ, Fernando; TUCCI, Carlos E. M. Controle do impacto da urbanização. In: Drenagem Urbana. BARROS, Mário T. de; PORTO, Rubem La Laina; TUCCI, Carlos E. M. (orgs.) Urbana. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1995. Pp.277-347.
- Infiltração em superfícies urbanas. In: Revista Brasileira de Engenharia- Caderno de Recursos Hídricos, V13, nº 1, jun/1995.
- Controle do escoamento em lote urbano. In: Revista Brasileira de Engenharia- Caderno de Recursos Hídricos, V13, nº 1, jun/1995.
- MOREIRA, Micheline Damão. Reciclagem de águas servidas em edifícios residenciais e similares. Dissertação de Mestrado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2001.
- MOTA, Sueltonio. Introdução à engenharia ambiental. Rio de Janeiro: ABES, 1997.
- Urbanização e meio ambiente. Rio de Janeiro: ABES, 1999.
- POMPÊO, Cesar Augusto. Drenagem urbana sustentável. In: Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 5 nº1 jan/mar 2000, pp. 15-23.
- PORTO, Monica F. A. Aspectos qualitativos do escoamento superficial em áreas urbanas. In: Drenagem Urbana. BARROS, Mário T. de; PORTO, Rubem La Laina; TUCCI, Carlos E. M. (orgs.) Urbana. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1995. Pp.387 - 428.
- PORTO, Rubem La Laina. Escoamento superficial direto. In: Drenagem Urbana. BARROS, Mário T. de; PORTO, Rubem La Laina; TUCCI, Carlos E. M. (orgs.) Urbana. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1995. Pp.107- 165.
- SILVA, Luiz Otávio Almeida Bueno. Uma proposta para reúso de água em prédios residenciais em Brasília, DF. Brasília, 2002.
- TUCCI, Carlos E. M. Inundações Urbanas. In: Drenagem Urbana. BARROS, Mário T. de; PORTO, Rubem La Laina; TUCCI, Carlos E. M. (orgs.) Urbana. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1995. Pp.15- 36.
- Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepção. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 2 nº2 jul/dez 1997, pp. 5-12.
- Coeficiente de escoamento e vazão máxima de bacias urbanas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 5 nº1 jan/mar 2000, pp. 61-68.
- WILKEN, Paulo Sampaio. Engenharia de drenagem superficial. São Paulo: CETESB, 1978.

PROJETO DE SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA UMA METODOLOGIA COM PARTICIPAÇÃO SOCIAL

WILDE Cardoso Gontijo Júnior

Engenheiro civil e eletricitista (UnB – 1984/2003), especialista em gestão ambiental (UFSCar – 2003), mestrando em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais (UnB – 2004/6), Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas, Brasília, DF, Brasil, wildcard@ua.br

RESUMO

A implantação de assentamentos urbanos no Brasil tem desconsiderado aspectos importantes para o saneamento ambiental das cidades. Um desses aspectos é o impacto provocado pelos sistemas de drenagem urbana nas bacias e cursos d'água. Apesar da existência de importantes estudos para subsidiar a elaboração de projetos sustentáveis para esses sistemas de drenagem urbana, onde é considerada a minimização dos danos à conservação do ciclo hidrológico, as obras e a gestão dos sistemas têm, via de regra, desconsiderado as premissas adotadas nos estudos e provocado os mesmos danos ambientais dos projetos convencionais. Esse artigo busca identificar as causas dos processos de deterioração dos sistemas, desde a etapa de elaboração dos projetos, quando é discutida a integração com os planos diretores municipais, passando pela análise da evolução das tecnologias e técnicas adotadas para construção dos sistemas, até os procedimentos de gestão urbana e operação das redes. O processo convencional de elaboração dos projetos é questionado. As premissas técnicas do dimensionamento do sistema (tempo de retorno, coeficiente de escoamento superficial, área da bacia de drenagem, tempo de concentração, método de cálculo) são consideradas como definições a serem submetidas à aprovação social e não puramente técnicas, assim como as definições estruturais preliminares do sistema. A metodologia proposta é composta de etapas para o desenvolvimento do processo de elaboração dos projetos propondo consultas à sociedade local, normatização com relação ao uso do solo e um sistema de gestão municipal para a solução adotada. Cada uma das etapas é detalhada e comparada com a metodologia convencional utilizando-se matrizes de interação.

Palavras-chave: drenagem urbana, gestão participativa, planos diretores de drenagem, conservação do ciclo hidrológico.

1. INTRODUÇÃO

A partir da Lei nº 8.433, de janeiro de 1997, a discussão e a implementação de novos conceitos sobre a gestão da água no país tem possibilitado avanços em diversas áreas correlatas, principalmente por ter conseguido incorporar os princípios do desenvolvimento sustentável e pela proposta de participação social nas deliberações sobre o uso e a conservação das águas.

A consideração da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão e a integração das políticas públicas para o planejamento urbano, para o saneamento e para o manejo ambiental são princípios marcantes dessa lei.

Neste mesmo contexto insere-se a política urbana traçada pelo Estatuto das Cidades, Lei nº 10.257 de outubro de 2001, cuja promulgação fechou um período de grandes e importantes discussões sobre as ações dos planejadores na elaboração das estratégias que visem a contemplar o centro urbano com políticas de desenvolvimento sustentável.

Todas as considerações acima ilustram uma nova postura da sociedade com relação à natureza. Pode-se dizer que o desenvolvimento humano e das nossas cidades não pode ser realizado com o comprometimento das gerações futuras, seja pelo mau uso dos recursos naturais seja pela construção de estruturas de gestão que não possibilitem a incorporação da dinâmica social com relação aos conceitos defendidos por essa mesma sociedade.

Desta forma, quando analisamos os projetos de engenharia desenvolvidos para nossas cidades verificamos que, apesar de "tecnicamente" corretos, eles não têm conseguido atender ao crescimento das demandas urbanas por infra-estrutura durante o seu tempo de vida, sendo frequentemente atropelados pela dinâmica social, além de estarem sujeitos a intervenções cada vez mais onerosas para a continuidade do seu funcionamento.

Há alguns anos, autores como MOTA (1997) e WILKEN (1978) alertavam para a necessidade de que os projetos urbanísticos e os projetos de drenagem urbana devessem integrar políticas únicas de gestão. O ciclo hidrológico deveria ser conservado com a utilização de técnicas de conservação da água e do solo. A ocupação do solo deveria garantir as condições mínimas para a preservação das águas. O saneamento básico deveria incorporar as políticas de resíduos sólidos e as águas pluviais.

Estas preocupações, no entanto, não têm sido capazes de evitar que, ainda nos dias de hoje, poucas mudanças tenham ocorrido na metodologia de elaboração dos projetos de drenagem das águas pluviais das cidades. A elaboração dos arranjos e as premissas básicas de projeto têm sido as mesmas nas últimas décadas, apesar de tímidas ações para a implementação de alternativas que pudessem viabilizar os ideais da Agenda 21, como por exemplo, a proposta de implantação das taxas de permeabilidade e a detenção das águas pluviais protegendo os cursos receptores.

O presente trabalho visa discutir alternativas técnicas e de gestão e metodologias que nos conduzam a projetos para cidades sustentáveis do ponto de vista das suas águas.

2. METODOLOGIA CONVENCIONAL

2.1. Elaboração dos projetos

Segundo PORTO (1995) "A metodologia dos estudos hidrológicos de drenagem urbana segue, na maioria dos casos, o procedimento ilustrado" no Anexo 1, no qual são apresentadas as interfaces do projeto com três áreas de conhecimento humano. Diz o mesmo autor "os passos da determinação da tormenta de projeto, a determinação da chuva excedente e do hidrograma pertencem ao campo da hidrologia urbana, enquanto que a escolha do período de retorno situa-se no contexto sócio-econômico e o dimensionamento das estruturas do sistema ao campo da hidráulica."

Nota-se nessa visão do problema que algumas áreas que têm tido importante papel na garantia da eficiência dessa metodologia, ou não estão contempladas, como é o caso das demandas do ciclo hidrológico e do meio ambiente, ou sua importância tem sido subdimensionada quando consideramos a gestão urbana municipal e a participação social nas definições do uso do solo.