

## Financiamento da Drenagem Urbana: Uma Reflexão

Carlos Alberto Barbosa de Medeiros Gomes

Departamento de Hidráulica e Saneamento/UFJF  
cabmg@brfree.com.br

Márcio Benedito Baptista, Nilo Oliveira Nascimento

Departamento de Hidráulica e Recursos Hídricos/UFMG  
marcio.baptista@ehr.ufmg.br; niloon@ehr.ufmg.br

Recebido: 24/05/07 – revisado: 14/08/07 – aceito: 13/08/08

---

---

### RESUMO

O crescimento das cidades tem demandado maiores investimentos aos sistemas de drenagem urbana. Diante disso, este artigo aborda uma forma de se conseguir recursos capazes de promover a auto-sustentação financeira dos sistemas de drenagem urbana. Essa forma se apresenta através da cobrança de uma taxa de drenagem, embasada na Lei 9.433, proporcional ao índice de impermeabilização de cada imóvel. São apresentadas três metodologias. Uma dessas metodologias tem como objetivo alcançar o caráter social de uma taxa. Assim, ela prevê o subsídio da taxa de drenagem de imóveis em áreas de menor poder aquisitivo. Para se verificar o reflexo dessa taxa no orçamento familiar foi realizado um estudo de caso, em duas bacias da cidade de Juiz de Fora, em Minas Gerais. A taxa de drenagem deverá contemplar o ressarcimento dos custos com a manutenção dos sistemas e a amortização dos investimentos neles realizados com as obras de drenagem urbana. Pelos resultados obtidos e considerações realizadas sobre cada uma das parcelas que compõem a taxa de drenagem concluiu-se que se deve somente considerar os custos com a manutenção dos sistemas.

*Palavras chave:* financiamento, drenagem urbana.

---

---

### INTRODUÇÃO

Com o crescimento das cidades os recursos necessários para os sistemas de drenagem urbana destinados à implementação de novas obras e à manutenção dos sistemas existentes em boas condições de funcionamento, são cada vez maiores. Os municípios, por sua vez, estão a cada dia com os seus orçamentos restritos e sem condições de contrair novos empréstimos, a menos que possuam os recursos assegurados para saldá-los. Portanto, a drenagem urbana, assim como acontece com o abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos, necessita se tornar auto-sustentável. Para isso surge a necessidade de se obter recursos próprios. As alternativas existentes para a obtenção de recursos são: a cobrança pela prestação desse serviço às comunidades; o planejamento financeiro e a alocação de recursos do IPTU.

Várias são as formas de financiamento da drenagem urbana. Na França, segundo Baptista e Nascimento (2002), se faz através de impostos específicos, complementados por aporte de recursos

provenientes do governo central e investimentos pontuais de diversas agências e órgãos ministeriais; na Inglaterra, conforme Barraqué (1995), através de taxas acopladas ao consumo de água, composta de dois fatores, valor do imóvel e consumo efetivo de água; na Alemanha e Suíça, Haarhof (1996) aponta que esse financiamento se realiza por meio de impostos e taxas acopladas ao consumo de água; no município de Santo André, no estado de São Paulo, segundo Marcon (1999), através de taxas relativas às áreas cobertas dos imóveis e, em Zurique na Suíça, de acordo com Antener (1999), com base nas áreas impermeabilizadas.

### EMBASAMENTO LEGAL DO FINANCIAMENTO DA DRENAGEM URBANA

A Lei federal 9.433, que instituiu a *Política e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos*, possibilita a cobrança pelos lançamentos dos esgotos pluviais, nos cursos d'água, por parte dos municípios, com base nos seguintes artigos:

*“Art. 12 – Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos:*

*Inciso III – Lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final.*

*Inciso V – Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um curso de água.*

*Art. 20 – Serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos à outorga, nos termos do artigo 12 desta lei”.*

Como se sabe, a impermeabilização de superfícies, em particular nas áreas urbanas, dentre outros efeitos, reduz a infiltração, minimizando os escoamentos sub-superficiais e subterrâneos, e aumentando o escoamento superficial. Esse incremento do escoamento superficial onera as estruturas de drenagem e propicia a ocorrência de alagamentos e inundações, proporcionando prejuízos materiais, acidentes e até mesmo a perda de vidas. Além disso, as águas pluviais são fontes geradoras de poluição difusa, conduzindo aos cursos d'água receptores os mais diversos tipos de poluentes, os quais alteram a qualidade de suas águas.

Diante dessa situação, a cobrança às comunidades pelos serviços de drenagem pluvial pode ser embasada nesses fatores, os quais estão referenciados na lei nº. 9.433.

Juridicamente, segundo Carvalho (1995), existem duas formas de cobrança. Através de um imposto, que segundo o Código Tributário Nacional (Lei nº. 5.172, de 25 de outubro de 1966), em seu artigo 16 o define como *“um tributo cuja obrigação tem por fato gerador uma situação independente de qualquer atividade estatal específica, relativa ao contribuinte”*, e as taxas, que segundo o artigo 77 da mesma lei, *“têm como fato gerador o exercício regular do poder de polícia, ou a utilização, efetiva ou potencial, de serviço público específico e divisível prestado ao contribuinte ou posto à sua disposição”*.

De acordo ainda, com o artigo 77 do Código Tributário Nacional, as taxas se dividem em:

- ***Taxas cobradas pela prestação de serviços públicos***
- ***Taxas cobradas em razão do exercício do poder de polícia.***

Segundo Bastos (1994), os serviços públicos *“prestados sob a forma de fruição uti universi são financiados pelos próprios cofres públicos, que se abastecem fundamentalmente de impostos. Por outro lado, a prestação uti singuli cobra-se diretamente do usuário, exceto quando se prevê em lei sua prestação gratuita, o que não é regra,*

*mesmo porque não atende ao princípio da boa política tributária, que consiste em repartir tanto quanto possível os ônus com aqueles que se beneficiam do serviço. Sendo estes divisíveis, parece a melhor política cobrá-los”*.

A cobrança sobre a forma de taxa está presente nos serviços públicos com utilização obrigatória pela população, independente de seu uso efetivo, conforme cita o art. 77 do Código Tributário Nacional, anteriormente mencionado.

Dessa forma pode se concluir que a remuneração por taxa dos serviços de drenagem, que têm caráter obrigatório e divisibilidade de demanda, parece adequada do ponto de vista tributário e por ser um tributo está sujeita às especificidades do Direito Tributário.

A cobrança pela drenagem urbana de águas pluviais, acoplada ao consumo de água (praticada na Inglaterra e Alemanha), como se faz atualmente com o esgotamento sanitário no Brasil (através de uma proporção com o consumo de água), além de não possuir qualquer relação com esse consumo, não permite aos usuários dos sistemas visualizarem uma vinculação entre esses serviços, dificultando a sua implementação, tanto social, política e juridicamente.

A taxa de drenagem, referenciada à área impermeabilizada dos imóveis (genericamente, novos ou existentes), encontra embasamento técnico, político e legal (lei Federal 9.433), o que poderá facilitar a sua implementação. Além disso, a utilização de uma taxa de drenagem é uma forma de sinalizar para o usuário a existência de valor nos serviços de drenagem urbana e que existem custos que variam principalmente em função da parcela de solo impermeabilizada.

No Brasil, de uma forma geral, a drenagem urbana é financiada basicamente pelo Tesouro Municipal (normalmente através do IPTU), ou seja, pelo contribuinte em geral, sem qualquer relação com o consumo individual. Embora essa receita, conforme mencionado, provém da cobrança do IPTU, o que se pretende com este trabalho é que os gestores da drenagem urbana tenham uma receita específica capaz de proporcionar a sua sustentabilidade.

Num cenário de crescente restrição orçamentária do setor público, onde a drenagem urbana pode não ser considerada uma prioridade de política pública, a implementação de uma taxa de drenagem é uma maneira de garantir os investimentos necessários ao setor. Embora a sua adoção venha ter complicadores pelas características da oferta e demanda dos serviços, existem ganhos de eficiência alocativa quando a cobrança está relacionada com o

uso individual pelos serviços de drenagem. A cobrança através de uma taxa possibilita, de acordo com Nascimento *et al.* (2003), uma distribuição socialmente mais justa dos custos com o sistema, onerando mais aos usuários que mais o utilizam.

Segundo Andrade e Lobão (1996), a cobrança de uma taxa sobre os serviços públicos, pode atuar como “instrumento de redistribuição de renda”, ligada a alguns objetivos sociais, como:

- Assegurar um padrão mínimo de vida a todos os indivíduos (objetivo da base mínima);
- Contribuir para diminuir os problemas de distribuição da renda. Objetivo a ser perseguido por qualquer política governamental, qualquer que seja seu objetivo principal (objetivo de equalização subsidiária);
- Reforçar a igualdade de oportunidades entre os indivíduos (objetivo da meritocracia).

Assim sendo, para se financiar a drenagem urbana avalia-se a cobrança de uma *taxa de drenagem* baseada na área impermeabilizada dos imóveis. Essa *taxa* a princípio deve contemplar, segundo Tucci (2002), o rateio dos custos de operação e manutenção do sistema, e para implementação das obras de um plano de drenagem.

Os custos ambientais decorrentes do impacto dos sistemas de drenagem sobre o meio ambiente, como a poluição das águas, a alteração de regimes hidrológicos, o assoreamento, a contaminação de populações ribeirinhas por doenças de veiculação hídrica, os impactos sobre a fauna e a flora dos cursos d’água e a presença de metais pesados na cadeia alimentar, entre outros (externalidades negativas), não serão considerados nessa fase de proposição da forma de financiamento da drenagem urbana, face à dificuldade de avaliá-los, apesar de muitas vezes serem bastante significativos.

Nos imóveis que utilizarem técnicas compensatórias de drenagem, restando ou reduzindo os volumes de águas de chuvas, de modo que a sua contribuição não coincida com os picos de vazão no sistema de drenagem, ou ainda, que a sua contribuição no sistema seja semelhante à existente antes da impermeabilização (vazão de pré-urbanização), pode-se adotar uma política de redução dos valores a serem cobrados.

O emprego dessas técnicas deve ser incentivado e uma das maneiras de fazê-lo é através da redução da taxa de drenagem proposta (ou do IPTU

na sua ausência), pois o emprego dessas técnicas reduz a necessidade de se ampliar os sistemas de drenagem, ou de se introduzir dispositivos coletivos para controle de cheias, quando essa solução se aplica, desonerando os cofres públicos desses investimentos e conseqüentemente os contribuintes.

Além disso, o uso de técnicas compensatórias locais, como a retenção do volume precipitado, pode vir a reduzir o consumo de água, caso se utilize parte da água retida para irrigação de jardins e limpeza de pisos, por exemplo, e minimizar o fluxo de água precipitada encaminhada ao sistema público de drenagem, evitando-se sobrecarga nesses sistemas e conseqüentes alagamentos e inundações (Ferreira, 2003).

Assim, o emprego desse procedimento permite um incentivo, como a redução da *taxa de drenagem* (ou do IPTU na ausência dessa taxa).

## ESTABELECIMENTO DA TAXA DE DRENAGEM

Segundo Nascimento *et al.* (2003), existem várias formas para se definir a taxa de drenagem: preço igual ao custo marginal social; preço igual ao benefício marginal; regra Ramsey ou regra de preços públicos; preço igual ao custo médio; e custos de longo prazo.

Na definição de uma taxa sobre os serviços de drenagem associada ao custo médio, torna-se obrigatório o claro conhecimento dos custos associados à sua prestação, quais sejam:

- custo de capital, correspondente ao custo de implantação do sistema de micro e macrodrenagem, e custo de operação e manutenção do sistema, referente à limpeza de redes, substituição de tampas em poços-de-visita, limpeza e substituição de grelhas em bocas-de-lobo, reconstrução de sarjetas, recuperação de caixas de passagens, limpeza e recuperação do concreto e armaduras dos canais, limpeza e recuperação das bacias de detenção, assim como das demais estruturas hidráulicas que integram os sistemas de drenagem.

Para se estabelecer a *taxa de drenagem* são consideradas três metodologias.

### Metodologia definida por Tucci

De acordo com Tucci (2002), a definição da *taxa de drenagem* é feita com base nas expressões matemáticas que representam o rateio dos custos com operação e manutenção dos sistemas, e custos para implementação das obras de um plano de drenagem.

- **Rateio dos custos de operação e manutenção dos sistemas de drenagem (Tx)**

$$Tx = \frac{ACu_i}{100} (28,43 + 0,632i_1) \quad (1)$$

Onde se tem:

Tx = taxa anual a ser cobrada, pelo imóvel de área A (m<sup>2</sup>), em R\$;

A = área do imóvel, em m<sup>2</sup>;

i<sub>1</sub> = percentual de área impermeabilizada do imóvel;

Cu<sub>i</sub> = custo unitário das áreas impermeáveis, em R\$/m<sup>2</sup>, sendo obtido pela expressão:

$$Cu_i = \frac{100Ct}{Ab(15,8 + 0,842Ai)} \quad (2)$$

Onde:

Ct = custo total para realizar a operação e manutenção do sistema, em R\$ milhões;

Ab = área da bacia em km<sup>2</sup>;

Ai = parcela de área da bacia impermeável, em %.

- **Rateio dos custos para implementação das obras de um plano de drenagem (Txp)**

- *Imóvel com área impermeável:*

$$Txp = \frac{A.Ctp.(15 + 0,75i_1)}{Ab.Ai} \quad (3)$$

Onde se tem:

Txp = taxa a ser cobrada do imóvel para cobrir os custos com obras de um plano de drenagem, em R\$;

Ctp = custo total das obras de um plano de drenagem, em R\$ milhões;

- *Imóvel sem área impermeável:*

$$Txp = \frac{15A.Ctp}{Ab.Ai} \quad (4)$$

### Metodologia alternativa 1

A metodologia alternativa 1 foi estabelecida pelos autores com o objetivo de desvincular da *taxa de drenagem* o índice de impermeabilização da bacia. Com isso, na composição da *taxa de drenagem* são considerados, de forma direta, somente os custos relativos à contribuição de cada lote, urbanizado ou não, e do sistema viário, impermeabilizado ou não.

Apesar da relação entre os custos de manutenção dos sistemas de drenagem urbana não serem relacionados única e exclusivamente aos coeficientes de escoamento superficial (áreas permeáveis e impermeáveis), sabe-se que os mesmos são factíveis de avaliação pelos gestores desses sistemas, de fácil percepção pelos usuários dos mesmos como um parâmetro ligado diretamente à geração de escoamento, e até o momento, vem sendo utilizado para balizar a composição da taxa de drenagem, inclusive por Tucci (2002).

Nesta metodologia são considerados os seguintes parâmetros:

- Áreas: total da bacia (A<sub>b</sub>, em m<sup>2</sup>); de lotes urbanizados ou não (A<sub>i</sub>, em m<sup>2</sup>); de cada lote, urbanizado ou não (S<sub>i</sub>, em m<sup>2</sup>); públicas (praças) e do sistema viário, impermeabilizadas (A<sub>SVP</sub>, ou não A<sub>SVP</sub>, em m<sup>2</sup>).
- Coeficiente de escoamento superficial, segundo Tucci (2002): para áreas permeáveis: 0,15 e para áreas impermeáveis: 0,95. Dessa forma, tem-se que o coeficiente de escoamento superficial para áreas impermeáveis é 6,33 vezes o de áreas permeáveis. Levando-se em consideração esses coeficientes de escoamento superficiais tem-se:

$$C_{manp} + C_{mani} = C_{man} \quad (5)$$

Como: C<sub>mani</sub> = 6,33 x C<sub>manp</sub>, tem-se:

$$C_{manp} + 6,33C_{manp} = C_{man} \quad (6)$$

$$I_p + I_i = I \quad (7)$$

A partir das mesmas considerações tem-se:

$$I_p + 6,33I_p = I \quad (8)$$

- Custos, em R\$/ano: total anual para manutenção do sistema de drenagem (C<sub>man</sub>); de manutenção associado a áreas permeáveis (C<sub>manp</sub>); de manutenção associado a áreas impermeáveis (C<sub>mani</sub>).

- Investimentos, em R\$: total no sistema de drenagem ( $I$ ).
- Amortizações, em R\$/ano: anual dos investimentos no sistema de drenagem ( $A_{iv}$ ); dos investimentos associados a áreas permeáveis ( $I_p$ ); dos investimentos associados a áreas impermeáveis ( $I_i$ ).
- Taxas de drenagem para cobrir os custos com manutenção do sistema ( $T_{man}$ ), em R\$; de manutenção associado à área permeável ( $T_{manp}$ ); de manutenção associado a áreas permeáveis do sistema viário ( $T_{manSVp}$ ); de manutenção associado a áreas impermeáveis do sistema viário ( $T_{manSVi}$ ); de manutenção associado a edificações impermeáveis ( $T_{mani}$ ), em R\$/m<sup>2</sup>;
- Taxa de drenagem para cobrir os investimentos no sistema de drenagem ( $T_{inv}$ ), em R\$; de investimentos associado à área permeável ( $T_{invp}$ ); de investimentos associado a áreas impermeáveis do sistema viário ( $T_{invSVi}$ ); de investimentos associado a edificações impermeáveis ( $T_{invi}$ ), em R\$/m<sup>2</sup>;
- Taxa total de drenagem ( $T_x$ ), em R\$;
- Índice de impermeabilização dos lotes ( $T_i$ ) em %.

#### Taxa para cobrir os custos com a manutenção dos sistemas

A parcela da *taxa de drenagem* destinada a cobrir os custos com a manutenção dos sistemas se compõe dos seguintes valores:

$$T_{man} = T_{manp} + T_{mani} + T_{manSVp} + T_{manSVi} \quad (9)$$

Levando-se em consideração o custo de manutenção dos sistemas de drenagem de áreas permeáveis e de áreas impermeáveis, a taxa de manutenção para cobrir esses custos será definida através da seguinte expressão:

$$T_{man} = \frac{C_{manp}}{A_l} \cdot S_l \cdot (1 - T_i) + \frac{C_{mani}}{A_l} \cdot S_l \cdot T_i + \frac{C_{manp}}{A_l} \cdot \frac{A_{SVp}}{A_b} \cdot S_l + \frac{C_{mani}}{A_l} \cdot \frac{A_{SVi}}{A_b} \cdot S_l \quad (10)$$

Sendo:  $C_{manp}$  = Custo de manutenção associado a áreas permeáveis, em R\$;

$A_l$  = Área total de lotes urbanizados ou não, em m<sup>2</sup>;  
 $S_l$  = Área de cada lote, urbanizado ou não, em m<sup>2</sup>;

$T_i$  = Índice de impermeabilização dos lotes, em %;  
 $C_{mani}$  = Custo de manutenção associado a áreas impermeáveis, em R\$;  
 $A_{SVp}$  = Áreas públicas (praças) e do sistema viário permeáveis, em m<sup>2</sup>;  
 $A_b$  = Área total da bacia, em m<sup>2</sup>;  
 $A_{SVi}$  = Áreas públicas (praças) e do sistema viário impermeáveis, em m<sup>2</sup>.

Assim, a *taxa de drenagem* relativa à manutenção dos sistemas, segundo a expressão (10), apresenta uma parcela comum a todos os lotes, edificados ou não,

$$\left[ \frac{C_{manp}}{A_l} \cdot S_l \cdot (1 - T_i) + \frac{C_{manp}}{A_l} \cdot \frac{A_{SVp}}{A_b} \cdot S_l + \frac{C_{mani}}{A_l} \cdot \frac{A_{SVi}}{A_b} \cdot S_l \right],$$

e uma parcela variável em função do nível de impermeabilização do lote  $\left( \frac{C_{mani}}{A_l} \cdot S_l \cdot T_i \right)$ .

#### Taxa para cobrir a amortização dos investimentos

A parcela da *taxa de drenagem* devida à amortização dos investimentos realizados com obras de drenagem pode ser obtida pela seguinte expressão:

$$T_{inv} = T_{invp} + T_{invi} + T_{invSVp} + T_{invSVi} \quad (11)$$

Levando-se em consideração os valores das amortizações tanto nas áreas permeáveis quanto nas impermeáveis, essa taxa se define pela seguinte expressão:

$$T_{inv} = \frac{I_p}{A_l} \cdot S_l \cdot (1 - T_i) + \frac{I_i}{A_l} \cdot S_l \cdot T_i + \frac{I_p}{A_l} \cdot \frac{A_{SVp}}{A_b} \cdot S_l + \frac{I_i}{A_l} \cdot \frac{A_{SVi}}{A_b} \cdot S_l \quad (12)$$

Sendo:  $I_p$  = Amortização dos investimentos associados a áreas permeáveis, em R\$/ano;

$I_i$  = Amortização dos investimentos associados a áreas impermeáveis, em R\$/ano.

Da mesma forma que a *taxa de drenagem* para cobrir os custos com a manutenção dos sistemas, a taxa de drenagem estabelecida para amortizar os investimentos nesses sistemas (12), também se compõe de uma parcela comum a todos os lotes, edificados ou não,

$\left[ \frac{I_p}{A_l} \cdot S_l \cdot (1 - T_i) + \frac{I_p}{A_l} \cdot \frac{A_{SVp}}{A_b} \cdot S_l + \frac{I_i}{A_l} \cdot \frac{A_{SVi}}{A_b} \cdot S_l \right]$ , e uma parcela variável em função do nível de impermeabilização de cada lote  $\left( \frac{I_i}{A_l} \cdot S_l \cdot T_i \right)$ .

### Taxa total de drenagem

A taxa total de drenagem destinada a cobrir os custos com a manutenção do sistema e amortização dos investimentos será:

$$T_x = T_{man} + T_{inv} \quad (13)$$

### Metodologia alternativa 2

Esta alternativa, também definida no escopo do presente trabalho, tem como objetivo apresentar uma opção para que a cobrança da *taxa de drenagem* nas edificações implantadas em lotes de comunidades de baixa renda corresponda, juntamente com a cobrança dos serviços de água, esgoto, drenagem e IPTU, no máximo a 5% da renda média familiar de seus ocupantes. Com isso, a *taxa de drenagem* poderá alcançar um dos objetivos de uma taxa, que é de se tornar um instrumento da política social do governo, conforme citado anteriormente.

Inicialmente esta metodologia tem os mesmos princípios e formulações da metodologia alternativa 1.

Entretanto, para se atingir o seu objetivo, sugere-se a aplicação de um fator redutor da *taxa de drenagem*, calculada segundo a metodologia alternativa 1, definido por:

$$F_r = \frac{V_{max}}{T_x} \quad (14)$$

Sendo:  $V_{max}$  - Valor máximo anual do rendimento familiar para comprometimento com o pagamento da *taxa de drenagem*, com base no limite de 5% preconizado por esta alternativa e  $T_x$ . *Taxa de drenagem* devida anualmente pelo imóvel.

Para se compensar a perda de receita com essas edificações, recomenda-se acrescer a *taxa de drenagem* das edificações das comunidades mais favorecidas, e com a mesma taxa de impermeabilização, do valor  $V_m$  (majoração da *taxa de drenagem*).

O valor  $V_m$  poderá ser obtido levando-se em consideração, por exemplo, a relação entre o número de edificações da bacia X (comunidades de baixa renda), com o número de edificações da bacia Y (demais comunidades), ambos com a mesma taxa de impermeabilização, multiplicada pelo valor  $P_e$  e pelo valor da *taxa de drenagem* da bacia X que ultrapasse o limite de despesa preconizado, ou seja:

$$V_m = (T_{manX} \cdot P_e) \cdot \frac{N_{edfX}}{N_{edfY}} \quad (15)$$

Onde se tem:  $T_{man}$  = *taxa de drenagem* relativa à operação e manutenção dos sistemas, em R\$;  $P_e = 1 - F_r$ ;  $N_{edfX}$  = número de edificações na sub-bacia X e  $N_{edfY}$  = número de edificações na sub-bacia Y.

A obtenção do número de edificações em cada sub-bacia poderá ser realizada através do cadastro imobiliário, o qual deverá ser atualizado periodicamente.

Tabela 1 - Características das sub-bacias I e II

Características	Sub-bacia	
	I	II
Área total da sub-bacia (m <sup>2</sup> )	803.250	3.245.801
Área das vias públicas asfaltadas (m <sup>2</sup> )	158.961	521.371
Área das vias sem pavimento	---	75.640
Área dos lotes edificados (m <sup>2</sup> )	485.089	1.849.950
Área média dos lotes (m <sup>2</sup> )	400	280
Áreas impermeabilizadas dos	363.816	924.975
Áreas não impermeabilizadas	121.273	924.975
Áreas de lotes não edificados	159.200	798.840
Renda média familiar (R\$)	4.082,61	731,47
Valor médio do IPTU para lotes edificados (R\$/ano)	783,55	123,71
Valor médio do IPTU para lotes (R\$/ano)	438,82	152,82

### APLICAÇÕES DAS METODOLOGIAS: ESTUDO DE CASO

Para se avaliar a viabilidade de aplicação da *taxa de drenagem* foi feito um estudo econômico em parte de duas bacias da cidade de Juiz de Fora, com o objetivo de se levantar os valores devidos dessas taxas, compará-las com o IPTU médio dessas bacias e

Tabela 2 - Custos das obras de drenagem existentes

Diâmetro (mm) / Dimensões (m)	Custo unitário (R\$/m) - (1)	Extensão (m)		Custo total (R\$)	
		I	II	I	II
400	240,41	1030	5040	247.622,30	1.211.666,40
500	330,82	520		172.026,40	
600	421,22	630	2190	265.368,60	922.471,80
800	602,02	180	400	108.363,60	240.808,00
1000	782,82	360	1280	281.815,20	1.002.009,60
1200	963,63	290		279.452,70	
Canal 3,00 x 2,00	1352,47		1180		1.595.914,60
Canal 6,00 x 3,00	2318,52		1780		4.126.965,60
<b>Total</b>				<b>1.354.648,80</b>	<b>9.099.836,00</b>

( 1) - Esses custos contemplam também a drenagem superficial desses sistemas.

Tabela 3 - Custo de manutenção das redes e canais de drenagem

Dispositivo	Custo unitário de manutenção (R\$/m)	Extensão (m)		Custo total de manutenção (R\$)	
		I	II	I	II
Redes	175,90	3.010	8.910	529.459,00	1.567.269,00
Canal 3,00 x 2,00	32,90		1.180		38.822,00
Canal 6,00 x 3,00	56,40		1.780		100.392,00
<b>Total</b>					<b>1.706.483,00</b>

o seu impacto na renda média das famílias que ocupam essas bacias.

A avaliação dos custos (implantação, operação e manutenção dos sistemas de drenagem) e taxas de drenagem para o caso em estudo foi feita com base no cenário atual de ocupação dessas bacias, de seus níveis de impermeabilização, e nas estruturas de drenagem existentes em janeiro de 2004. Essas bacias são as seguintes:

- Sub-bacia I: pertencente à bacia do córrego Independência. Ocupada pelos bairros Bom Pastor e Boa Vista;
- Sub-bacia II: pertencente à bacia do córrego Ypiranga. Ocupada pelos bairros Santa Luzia, Ypiranga, Santa Efigênia e Sagrado Coração de Jesus.

A reunião das duas sub-bacias, I e II, denominar-se-á sub-bacia A.

Tabela 4 - Custos unitários anuais relativos à manutenção dos sistemas de drenagem das sub-bacias I, II e A, e taxas de drenagem para áreas padrões dos bairros dessas sub-bacias.

Componentes	Sub-bacias estudadas			
	I	II	A	
			Lotes	Lotes
$C_t$ (milhões de reais)	0,529	1,706	2,236	
$A_b$ (km <sup>2</sup> )	0,803	3,246	4,050	
$A_i$ (porcentagem)	65,08	44,56	48,63	
$C_{ui}$ (R\$/m <sup>2</sup> )	<b>0,93</b>	<b>0,99</b>	<b>0,97</b>	
$T_{x\text{edificações}}$ (R\$)	<b>282,09</b>	<b>166,40</b>	<b>163,04</b>	<b>294,22</b>
$T_{x\text{lotes}}$ (R\$)	<b>89,84</b>	<b>78,80</b>	<b>77,22</b>	<b>110,30</b>

Legenda:  $C_t$  = custo total,  $A_b$  = área da bacia,  $A_i$  = área impermeabilizada da bacia,  $C_{ui}$  = custo unitário,

$T_{x\text{edificações}}$  = taxa de drenagem de áreas edificadas,  $T_{x\text{lotes}}$  = taxa de drenagem para os lotes vagos.

**Tabela 5 - Valores das taxas de drenagem relativas à amortização dos investimentos realizados nos sistemas de drenagem das sub-bacias I, II e A.**

Componentes	Sub-bacias estudadas			
	I	II	A	
			Lotes de 280 m <sup>2</sup>	Lotes de 400 m <sup>2</sup>
Investimento (R\$)	1.354.648,80	9.099.836,00	10.454.484,80	
C <sub>amort</sub>	0,168	0,168	0,168	
C <sub>inv</sub> (milhões de reais)	0,228	1,529	1,756	
A <sub>b</sub> (km <sup>2</sup> )	0,803	3,246	4,050	
A <sub>i</sub> (percentagem)	65,08	44,56	48,63	
I <sub>i</sub> (percentagem)	75,00	50,00	---	
T <sub>xinvedificações</sub> (R\$)	<b>124,34</b>	<b>155,39</b>	<b>131,06</b>	<b>254,10</b>
T <sub>xinvlotes</sub> (R\$)	<b>26,18</b>	<b>44,40</b>	<b>37,45</b>	<b>53,49</b>

Legenda: C<sub>amort</sub> = coeficiente de amortização, C<sub>inv</sub> = custo dos investimentos, A<sub>b</sub> = área da bacia, A<sub>i</sub> = área impermeabilizada da bacia, I<sub>i</sub> = taxa de impermeabilização média dos imóveis, T<sub>xedificações</sub> = taxa de drenagem de áreas edificadas, T<sub>xlotes</sub> = taxa de drenagem para os lotes vagos.

**Tabela 6 – Informações para determinação da taxa de drenagem**

INFORMAÇÕES	SUB-BACIA I	SUB-BACIA II	SUB-BACIA A
Área da sub-bacia (m <sup>2</sup> )	803.250	3.245.801	4.049.051
Área constituída por lotes (m <sup>2</sup> )	644.289	2.648.790	3.293.079
Área do sistema viário, impermeabilizada (m <sup>2</sup> )	158.961	521.371	680.332
Área do sistema viário, permeável (m <sup>2</sup> )	---	75.640	75.640
Custo de manutenção do sistema de drenagem (R\$/ano)	529.459,00	1.706.483,00	2.235.942,00
Custo de manutenção das áreas impermeabilizadas (R\$/ano)	457.227,12	1.473.674,95	1.930.902,16
Custo de manutenção de áreas permeáveis (R\$/ano)	72.231,79	232.808,05	305.039,84
Investimento total no sistema de drenagem (R\$)	1.354.648,80	9.099.836,00	10.454.484,80
Amortização anual do investimento (R\$)	227.580,00	1.528.772,45	1.756.353,44

**Tabela 7 – Taxa total de drenagem para a sub-bacia I**

Área do lote (m <sup>2</sup> )	T <sub>i</sub> (%)	T <sub>man</sub> (R\$/ano)	T <sub>inv</sub> (R\$/ano)	T <sub>x</sub> (R\$/ano)	T <sub>x</sub> (R\$/m <sup>2</sup> .ano)
400	0	44,80	19,20	64,00	0,160
	50	164,40	70,60	235,00	0,578
	75 <sup>(1)</sup>	224,20	96,30	320,50	0,801
	90	269,08	111,72	380,80	0,952

(1) – Índice médio de impermeabilização dos lotes da bacia



Tabela 8 – Taxa total de drenagem para a sub-bacia II

Área do lote (m <sup>2</sup> )	T <sub>i</sub> (%)	T <sub>man</sub> (R\$/ano)	T <sub>inv</sub> (R\$/ano)	T <sub>x</sub> (R\$/ano)	T <sub>x</sub> (R\$/m <sup>2</sup> .ano)
280	0	24,64	22,12	46,76	0,157
	50 <sup>(1)</sup>	90,16	80,78	170,94	0,610
	90	142,57	127,71	270,28	0,965

(1) - Índice médio de impermeabilização dos lotes da bacia

O estudo de caso foi realizado em bacias que representam as diversas classes de renda da cidade. A *sub-bacia I*, ocupada majoritariamente por residências, tem a sua população com as maiores classes de renda da cidade, enquanto que a *sub-bacia II*, de ocupação mista, é habitada por pessoas com as menores classes de renda. As características físicas, de renda média familiar de seus ocupantes e valores médios do IPTU cobrados nessas sub-bacias, segundo Gomes (2005), estão relacionadas na Tabela 1 e referenciados a janeiro de 2004.

Os custos relativos à manutenção e aos investimentos realizados nas obras de drenagem das sub-bacias I e II, segundo Gomes (2005), estão contidos nas Tabelas 2 e 3.

#### Resultados obtidos pela metodologia de Tucci

Segundo a metodologia de Tucci (2002) os valores relativos à taxa de drenagem devida aos lotes edificadas ou não nas sub-bacias I, II e A, são relacionados nas Tabelas 4 e 5.

#### Resultados obtidos pela metodologia alternativa 1

A definição da taxa de drenagem para as sub-bacias em estudo, segundo esta metodologia, terá como base as informações físicas e de custos contidas na Tabela 6.

A partir dessas informações foram obtidos, em cada sub-bacia, os elementos integrantes das equações 10 e 12, quais sejam:

Para a sub-bacia I as taxas de drenagem relativas à manutenção e amortização dos investimentos, contidas na Tabela 7, serão definidas a partir das seguintes equações:

$$T_{man} = 0,112S_i \cdot (1-T_i) + 0,720SI \cdot Ti + 0,140S_i \quad (16)$$

$$T_{inv} = 0,048S_i \cdot (1-T_i) + 0,305SI \cdot Ti + 0,600S_i \quad (17)$$

Propõe-se que as parcelas relativas à contribuição do sistema viário (0,140S<sub>i</sub> e 0,600S<sub>i</sub>), nor-

malmente utilizado por toda a comunidade, e não somente pelos moradores de seus bairros, sejam excluídas das equações 16 e 17, e os valores delas provenientes, rateados entre essa comunidade, através, por exemplo, do IPTU.

Essas equações serão aplicadas ao lote médio desta sub-bacia, com área de 400 m<sup>2</sup>, para diversas taxas de impermeabilização do solo (Tabela 7).

Para a sub-bacia II as taxas de drenagem devidas à manutenção do sistema e amortização dos investimentos, retratadas na Tabela 10, terão como base as seguintes equações:

$$T_{man} = 0,088S_i \cdot (1-T_i) + 0,556SI \cdot Ti + 0,091S_i \quad (18)$$

$$T_{inv} = 0,079S_i \cdot (1-T_i) + 0,498SI \cdot Ti + 0,082S_i \quad (19)$$

A mesma observação feita para a sub-bacia I sobre a contribuição do sistema viário nessas taxas, pode-se aplicar a esta sub-bacia, ou seja, retirar-se das equações 18 e 19 as parcelas 0,091S<sub>i</sub> e 0,082S<sub>i</sub>, e ratear os valores delas provenientes por toda a comunidade.

Para o lote médio desta sub-bacia, com área de 280 m<sup>2</sup>, e várias taxas de impermeabilização do solo, os resultados dessas taxas estão contidos na Tabela 8.

No caso da sub-bacia "A" essas mesmas taxas, apresentadas na Tabela 9, se basearam nas seguintes equações:

$$T_{man} = 0,092S_i \cdot (1-T_i) + 0,679SI \cdot Ti + 0,142S_i \quad (20)$$

$$T_{inv} = 0,073S_i \cdot (1-T_i) + 0,461SI \cdot Ti + 0,078S_i \quad (21)$$

As mesmas observações feitas para as sub-bacias I e II, referentes à contribuição do sistema viário nas taxas de manutenção e de amortização dos investimentos, podem ser aplicadas nesta sub-bacia.

Ao se retirar da taxa de drenagem a parcela relativa à contribuição do sistema viário, deixa-se de cobrir a totalidade das despesas inerentes. Esta per-

Tabela 9 – Taxa total de drenagem para a sub-bacia A

Área do lote (m <sup>2</sup> )	T <sub>i</sub> (%)	T <sub>man</sub> (R\$/m <sup>2</sup> )	T <sub>inv</sub> (R\$/m <sup>2</sup> )	T <sub>x</sub> (R\$/ano)	T <sub>x</sub> (R\$/m <sup>2</sup> .ano)
280	0	25,76	20,44	46,20	0,165
	50 <sup>(1)</sup>	107,94	74,76	182,70	0,652
	90	173,68	118,21	291,89	1,042
400	0	36,80	29,20	66,00	0,165
	50	154,20	106,80	261,00	0,652
	75 <sup>(1)</sup>	212,90	145,60	358,50	0,896
	90	248,12	168,88	417,00	1,042

(1) - Índice médio de impermeabilização dos lotes da bacia

da de receita justifica-se pela pertinência de rateio de parte das despesas por toda a população, por meio da receita global municipal através do IPTU.

### Resultados obtidos pela metodologia alternativa 2

Como exemplo de aplicação desta metodologia alternativa, temos o caso das edificações implantadas nos lotes com área de 280 m<sup>2</sup> na sub-bacia A. Nesses lotes a renda média familiar é de R\$ 731,44 mensais, sendo que 5% desse rendimento correspondem a R\$ 36,57.

Considerando-se que a tarifa de água e esgoto cobrada nessa localidade é de R\$ 14,57/mês (consumo mensal de 10 m<sup>3</sup>, fornecido pela Companhia de Saneamento e Meio Ambiente - CESAMA, relativa a janeiro de 2004), e que o valor médio mensal do IPTU é de R\$ 10,31, restam, portanto, no máximo, R\$ 11,69 mensais para serem gastos com a taxa de drenagem, o que corresponde a um valor anual de R\$ 140,28.

Nos lotes impermeabilizados em mais de 70% de sua área, o valor anual da taxa de drenagem, destinada a cobrir somente os custos com a manutenção dos sistemas, ultrapassa R\$ 140,28, chegando, na alternativa que considera as parcelas devidas ao sistema viário incluídas na taxa de drenagem, a R\$ 173,29 para 70% de impermeabilização, e a R\$ 206,16 para 90% de impermeabilização, ultrapassando, respectivamente em 19,05% e 31,96% o limite mensal de despesa estabelecida para essas famílias.

Neste caso, o fator F<sub>r</sub> será:

- Para as edificações com 70% de impermeabilização:  $F_r = \frac{140,28}{173,29} = 0,8095$

- Para as edificações com 90% de impermeabilização:  $F_r = \frac{140,28}{206,16} = 0,6804$

Os valores de V<sub>m</sub>, por sua vez, serão:

- Considerando-se o número de edificações com taxa de impermeabilização de 70%: na sub-bacia I (337 edificações) e da sub-bacia II (1.297 edificações) e P<sub>e</sub> = 1- 0,8095 = 0,1905, tem-se

$$V_m = (173,29.0,1905) \cdot \frac{1.297}{337} = 127,05, \text{ ou seja:}$$

$$V_m = \text{R\$ } 127,05.$$

- Considerando-se o número de edificações com taxa de impermeabilização de 90%: na sub-bacia I (712 edificações) e na sub-bacia II (1518 edificações) e P<sub>e</sub> = 1- 0,6804 = 0,3196, tem-se

$$V_m = (206,16.0,3196) \cdot \frac{1518}{712} = 140,47, \text{ ou seja:}$$

$$V_m = \text{R\$ } 140,47.$$

Desta forma, os valores das taxas de drenagem para cobrir os custos com operação e manutenção dos sistemas, passariam a ser os seguintes:

- Lote de 280 m<sup>2</sup>:

Taxa de impermeabilização de 70%: R\$ 173,29.0,8095 = R\$ 140,28.

Taxa de impermeabilização de 90%: R\$ 206,16.0,6804 = R\$ 140,28.

Apesar do caráter social desta metodologia, existe um aspecto a ser salientado, que é a inexistência de incentivo para que se impermeabilize menos os lotes, a partir, no caso, de 70%.

- Lote de 400 m<sup>2</sup>

Taxa de impermeabilização de 70%: R\$ 247,56 + R\$ 127,05 = R\$ 374,61.

Taxa de impermeabilização de 90%: R\$ 294,52 + R\$ 140,47 = R\$ 434,99.

Entretanto, o incremento no valor da *taxa de drenagem*, quando se transfere o ônus da redução aplicada nos valores devidos aos lotes com área igual ou inferior a 280 m<sup>2</sup>, para aqueles com a mesma taxa de impermeabilização e área superior a 280 m<sup>2</sup>, como visto, é elevado, e no caso representa uma despesa mensal em torno de 0,90% da renda média familiar desses lotes.

Uma opção para minimizar esse reflexo seria distribuir esse incremento sobre todas as edificações com área superior a 280 m<sup>2</sup> de forma linear e não sobre o número de imóveis que tenham a mesma taxa de impermeabilização, como foi feito.

## CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos podem se extrair as seguintes conclusões:

Na sub-bacia I a *taxa total de drenagem*, para lotes edificados, obtida por qualquer uma das metodologias apresentadas, tem um pequeno impacto na renda média familiar desses bairros, entre 0,65% (alternativa I) e 0,83% (metodologia de Tucci), quando analisado de forma isolada, e entre 0,89% e 1,12% se considerada em conjunto com a sub-bacia II.

Já a *taxa de drenagem* destinada a cobrir somente os custos com operação e manutenção, desses lotes, como era de se esperar, compromete menos a renda familiar, ou seja, 0,46% e 0,58% dessa renda quando se utiliza a alternativa I.

No caso da sub-bacia II o quadro se modifica, pois, o percentual de comprometimento da renda média familiar dos habitantes dessa sub-bacia, com a *taxa total de drenagem* para áreas edificadas, está compreendido entre 1,95% (alternativa I) e 3,70% (metodologia de Tucci), quando analisada isoladamente, e entre 2,7% e 3,35% se considerada em conjunto com a sub-bacia I.

Já a *taxa de drenagem* para cobrir os custos com operação e manutenção desses sistemas nessa sub-bacia, reduz razoavelmente o comprometimento da renda média familiar em relação à *taxa total de drenagem*, situando-se entre 1,03% e 1,90% dessa

renda. Ressalte-se que ainda assim não são garantidos os recursos necessários para cobrir a integralidade dos custos relativos aos sistemas.

Diante desse cenário e levando-se em consideração a necessidade de se conseguir a auto-sustentação financeira dos sistemas de drenagem urbana, à semelhança dos demais serviços integrantes do saneamento ambiental, parecem pertinentes as seguintes proposições:

- Cobrar-se pelos serviços de drenagem urbana. Essa cobrança poderá ser feita através de uma *taxa de drenagem*, proporcional à área impermeabilizada dos imóveis. Ela deverá cobrir somente os custos com operação e manutenção desses sistemas, pois a cobrança pelos investimentos realizados, além de onerar a *taxa de drenagem*, poderá ser inviabilizada politicamente por se tratar de uma cobrança por obras existentes, uma vez que parte delas foi executada pelos empreendedores desses bairros, com seus custos incorporados aos valores de venda dos lotes, e eventuais obras complementares executadas com recursos municipais obtidos dos impostos pagos pela comunidade.

Contudo, levando-se em consideração a vida útil das estruturas de drenagem, e mesmo a necessidade de investimentos futuros, face ao crescimento das cidades, pode-se avaliar a possibilidade de se incorporar a amortização desses investimentos na *taxa de drenagem*.

- A definição da *taxa de drenagem* deverá ser feita considerando-se o conjunto das bacias da cidade.

Entretanto, a criação de mais uma *taxa*, cobrando-se por um serviço sempre colocado à disposição das comunidades, sem ônus direto, necessita ser precedida de esclarecimentos que apontem os benefícios que virão com o passar dos anos através dos recursos arrecadados com a sua cobrança, como a minimização de alagamentos e inundações urbanas, dentre outros. É importante evidenciar que a taxa constitui um primeiro passo para se alcançar a sustentabilidade financeira dos sistemas de drenagem urbana, dentro de princípios de justiça e solidariedade entre usuários.

Os imóveis que utilizarem dispositivos que reduzam ou retardem o lançamento no sistema de drenagem do volume de água neles precipitado,

poderão ser incentivados. Este incentivo poderá ser dado na *taxa de drenagem*, a qual poderá ser calculada aplicando-se um fator proporcional à produção de escoamento proveniente da área do imóvel.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, T. A., LOBÃO, W. J. A. *Tarifação social no consumo residencial de água*. Texto para discussão nº. 438. IPEA : Rio de Janeiro, outubro de 1996.
- ANTENER, M.. La revalorisation des milieux naturels en sites périurbains et la gestion de risque d'inondation para des actions à l'échelle privative – l'exemple de la ville de Zurich, *Journée d'Information Aménagement et Eaux Pluviales*, Lyon: GRAIE, p. 24-35, 1999.
- BAPTISTA, M. B. e NASCIMENTO, N. O. "Aspectos institucionais e de financiamento dos sistemas de drenagem urbana". *RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre: ABRH, vol.7, nº.1, p.29-49, jan./mar. 2002.
- BARRAQUÉ, B. *Les politiques de l'eau en Europe*. Paris: Ed. la Decouverte, Paris, 303 p., 1995.
- BASTOS, C. R. *Curso de Direito Administrativo*. São Paulo. Saraiva, 1994.
- CARVALHO, P. de B. *Curso de Direito Tributário*. 7. ed., São Paulo: Editora Saraiva, 1995. 374 p.
- FERREIRA, M. E. M. V. "Análise técnica e econômica da utilização de águas pluviais em sistemas hidráulicos prediais – Estudo de caso na RMBH". 2003. 96 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.
- GOMES, C. A. B. de M. "Drenagem urbana – Análise e proposição de modelos de gestão e financiamento". 2005. 290 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.
- HAARHOF, T. "Taxation of surface runoff from urban areas: a useful step towards sustainable urban drainage management". In: 8<sup>th</sup> International Conference of Urban Storm Drainage, Hannover. International Association for Hydraulic Research, p. 395-400, 1996.
- MARCON, H., VAZ JUNIOR, S. N. Proposta de Remuneração dos Custos de Operação e Manutenção do Sistema de Drenagem do Município de Santo André – a taxa de drenagem. Anais do 20<sup>o</sup>. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro. ABES, p. 3225-3234, 1999.
- NASCIMENTO, N. O., CANÇADO, V. L., CABRAL, J. R., MACHADO, A. R. "Drenagem Urbana – Características econômicas e definição de uma taxa sobre os serviços". Belo Horizonte: Financiamento de Estudos e Projetos – FINEP, 2003, 308 p. Relatório.
- SOUZA, D. A. Avaliação econômico-financeira de modelos de cálculo de tarifas para infra-estruturas rodoviárias. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- TUCCI, C. E. M. "Gerenciamento da Drenagem Urbana". *RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.7, n.1., p. 5-27, 2002.

### *Financing Urban Drainage: Some Thoughts*

#### **ABSTRACT**

*City growth has required large investments in urban drainage systems. Therefore, this article discusses a way to supply resources in order to promote the financial self-support of urban drainage systems. This is done by collecting a drainage tax, based on Law 9,433, proportional to the impermeability index of each property. Three methodologies are presented. The purpose of one methodology is to cover the social character of the tax. So it foresees subsidizing a drainage tax on properties in areas with less purchasing power. To verify the effects of the tax on the family budget a case study was performed in two basins in the city of Juiz de Fora, Minas Gerais. The drainage tax will consider the maintenance costs with the systems and the amortization of the investments made in them with the urban drainage works. From the results obtained and considerations regarding each of the drainage tax portions, it was concluded that one should only consider systems maintenance costs.*

*Key words: Financing; urban drainage.*