

CUSTOS E DEFINIÇÃO DE UMA TAXA DE COBRANÇA PELOS SERVIÇOS DE DRENAGEM URBANA: UM ESTUDO COM PARÂMETROS URBANÍSTICOS DE BELO HORIZONTE

Nilo de Oliveira Nascimento^{*}
Vanessa Lucena Cançado^{**}
José Roberto Cabral^{***}

Nos atuais debates que envolvem a drenagem urbana ocupam centralidade temas como a utilização de novas tecnologias, de menor custo ou minimizadoras de impactos ambientais; a gestão integrada de recursos hídricos (ou, mais amplamente, da cidade) e formas alternativas de custeio dos serviços. Este artigo aborda esta última questão.

O financiamento via Tesouro municipal, principalmente por meio do Imposto sobre Propriedade Territorial Urbana, esbarra na crescente restrição orçamentária do setor público, onde a drenagem pode não ser percebida como prioridade política. Como alternativa, enfatizam-se os possíveis benefícios da individualização do consumo e a criação de uma taxa sobre os serviços. Embora a sua adoção tenha complicadores pelas características da oferta e demanda no setor, existem ganhos de eficiência alocativa quando a cobrança está relacionada com a demanda individual pelos serviços. A taxa possibilita uma distribuição socialmente mais justa dos custos, procurando onerar mais os usuários que utilizam mais o sistema.

Este artigo apresenta simulações objetivando a criação de uma taxa sobre os serviços de drenagem urbana. A cobrança ocorre via custo médio de implantação e manutenção. A utilização do custo médio é uma forma de rateio dos custos do sistema entre seus usuários que possibilita o autofinanciamento dos serviços.

Na demonstração empírica da taxa utiliza-se como base de cobrança uma bacia hidrográfica hipotética. Os cenários de impermeabilização máxima e de adensamento da bacia são definidos a partir da legislação de parcelamento, uso e ocupação do solo de Belo Horizonte e do adensamento real do município. Estes são utilizados para o dimensionamento dos sistemas de drenagem e para a definição da magnitude da taxa a ser cobrada. Além do sistema clássico, analisam-se os custos de uma tecnologia alternativa de drenagem: a caixa de retenção no lote.

Palavras-Chave: Taxa de Cobrança; Custo Médio; Drenagem Urbana.

^{*} Professor do Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, UFMG.

^{**} Economista, Pesquisadora Bolsista, UFMG.

^{***} Hidrólogo, Pesquisador Bolsista, UFMG.

1. Introdução

Verifica-se atualmente um processo de mudanças e discussões envolvendo as políticas urbanas no Brasil. Nos debates acerca do setor de saneamento, alguns temas são centrais: a propriedade dos prestadores, onde a possibilidade de privatização é presente; a escala mais adequada para implementação dos serviços, com destaque para as potencialidades associadas à gestão local; e, com o elevado déficit do setor público, novas formas de financiamento do setor. Rediscutem-se os mecanismos de poupança compulsória para fins de remuneração dos serviços, a magnitude e metodologia tarifária, parcerias público-privado, empréstimos via bancos de desenvolvimento e agências internacionais, criação de taxas etc.

No setor de drenagem urbana, ao lado e no interior do debate sobre novas tecnologias, formas alternativas de custeio dos serviços são propostas. Com o déficit público e a contenção de gastos pela administração pública, a possibilidade de individualizar o consumo da drenagem e criar uma taxa de cobrança passa a ser avaliada.

Este artigo analisa uma possível forma de taxa sobre os serviços de drenagem urbana. Esta é definida por meio do custo médio de implantação e manutenção do sistema. Com isto privilegia-se o seu financiamento, sem sobrelucro para os investidores ou supertaxação para os usuários. Os custos da prestação dos serviços são divididos pelo total da superfície impermeabilizada na região de estudo. A parcela de solo impermeabilizado é o determinante essencial no dimensionamento dos sistemas de drenagem e o grande responsável pela especificidade do escoamento urbano em relação ao escoamento gerado em um ambiente natural.

O artigo divide-se em seis seções, com a exclusão desta introdução e das referências bibliográficas. Na primeira são apresentadas as bases conceituais e os princípios microeconômicos utilizados para subsidiar a criação da taxa. A base geográfica de cobrança - uma bacia hidrográfica hipotética - é apresentada na segunda seção. São definidos cenários de impermeabilização máxima e de adensamento para o dimensionamento dos sistemas e a magnitude da taxa. O município de Belo Horizonte é referência para estas definições. Na terceira são mostrados os custos de manutenção e implantação e a metodologia utilizada para encontrá-los. Em seguida é feita a análise do custo médio do sistema de drenagem: custo por metro quadrado de área impermeabilizada, por lote e por domicílio. Na quinta seção é

apresentada a utilização da caixa de detenção no lote como forma de redução dos impactos da urbanização sobre os escoamentos da bacia. E na sexta são feitas as considerações finais.

As análises encontradas neste texto baseiam-se nos estudos de drenagem urbana (dimensionamento e definição de uma taxa sobre os serviços) para o *Projeto URBAGUA – Convênio FINEP CT-HIDRO*, projeto de pesquisa e cooperação entre a USP e a UFMG, com coordenação central na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo / USP. Um maior aprofundamento das questões discutidas estão presentes no seu relatório final (Nascimento, 2003).

2. Bases Conceituais e Princípios Microeconômicos

Os serviços de drenagem possuem características de *bens públicos*, como a não excludência e a não rivalidade. Isto significa que não é possível excluir um agente de seu consumo: quando oferecidos os serviços, todos podem e vão obrigatoriamente consumi-los. Além disso, nos limites do sistema, a demanda de um usuário não afeta a disponibilidade de outros. Sua oferta é feita em regime de *monopólio natural*. Há um único ofertante dos serviços e este apresenta custos médios decrescentes com o crescimento da produção; em outros termos, economias de escala até o limite da capacidade do sistema.

O dimensionamento dos sistemas de drenagem ocorre por meio de avaliação hidrológica e hidráulica. A estimativa de cenário futuro de impermeabilização ou a impermeabilização máxima prevista em legislação municipal é utilizada como parâmetro nestas avaliações.

A partir deste dimensionamento, a rede de drenagem é implantada e os serviços colocados à disposição da população. Eles são ofertados na mesma “quantidade” para todos os beneficiários. Os indivíduos podem avaliá-los de maneira desigual ou usá-los em quantidades distintas segundo as diferentes características e impermeabilização de suas propriedades, mas todos têm à sua disposição a mesma quantidade para consumo. São indivisíveis do ponto de vista da oferta, mas divisíveis na ótica da demanda. Ressalte-se que a drenagem urbana é um bem essencial. Embora alguns o utilizem mais ou menos, é impossível deixar de usufruí-lo.

Normalmente bens e serviços essenciais, sem substitutos e que são ofertados por um único prestador apresentam demanda inelástica em relação ao preço. Esta inelasticidade ocorre na

drenagem urbana e é predominante nos serviços de infra-estrutura. Ela é uma das principais variáveis utilizada na regulação de preços das *utilities* para garantir o equilíbrio de interesses entre ofertante (aumentar o lucro) e usuários (diminuir o pagamento).

A provisão da drenagem envolve custos fixos elevados - essencialmente investimentos na implantação dos sistemas de drenagem -, e custos marginais pequenos, quase nulos. Nestas condições, um preço *eficiente de Pareto*, aquele que se **igual**a ao custo marginal dos serviços, pode não ser capaz de cobrir os custos totais do sistema: o custo marginal tende a ser **menor** do que o custo médio. O ideal microeconômico de que a receita com a venda de uma unidade adicional de produto seja igual ao valor dos recursos que foram utilizados para produzi-la não permite a viabilidade financeira do empreendimento.

Ressalte-se que o sistema de drenagem pluvial é um grande produtor de externalidades (Baptista & Nascimento, 2002). Estas podem ser negativas ou positivas. A alteração de regimes hidrológicos, intensificação de processos erosivos, poluição e o assoreamento dos cursos d'água são exemplos de externalidades negativas. Como exemplos positivos, o emprego de bacias de retenção com o desenvolvimento de áreas verdes e espaços para esporte (Baptista & Nascimento, 2002:35) e os efeitos benéficos da drenagem sobre a saúde da população. O próprio escoamento superficial gerado pela impermeabilização do solo pode ser considerado uma externalidade (negativa). É um efeito econômico colateral da urbanização que leva à necessidade de construção de instalações para drenar este escoamento excedente, “urbano”, o que envolve custos significativos. Muitas vezes, parte deste investimento não é considerada na formação de preço dos componentes do “espaço construído”, ou seja, dos imóveis, da infra-estrutura viária etc.

2.1. Funcionalidade da Taxa sobre os Serviços de Drenagem

A drenagem urbana no Brasil é financiada basicamente pelo Tesouro municipal, pelo contribuinte em geral, sem qualquer relação com o consumo individual.¹ Isto ocorre pelas particularidades dos serviços de drenagem, citadas anteriormente, que tornam mais complexa a individualização do débito.

¹ Provavelmente a única exceção seja o município de Santo André, onde existe uma taxa de drenagem incidente sobre os custos de operação e manutenção do sistema.

No caso de bens privados transacionados via mercado a determinação do valor (de troca) não é muito problemática. Em função de suas **necessidades, preferências e capacidade de pagar**, as pessoas decidem individualmente as quantidades consumidas de determinado bem e serviço. Supostamente maximizam a utilidade que encontram no consumo dessas quantidades conforme permitem os seus orçamentos. A hipótese é de que o consumo de um indivíduo não afeta a *utilidade* das outras pessoas, o que pressupõe a inexistência de externalidade de consumo.

Nos serviços com características de bem público, como a drenagem urbana, a situação é diferente. Apesar de cada indivíduo perceber os valores de maneira diferente, portanto avaliar os bens de maneira diferente, suas *utilidades* estão inexoravelmente ligadas, uma vez que todos são obrigados a dispor do mesmo nível de bem. Neste caso, os mecanismos de mercado dificilmente funcionam na definição de sua provisão eficiente.

A utilização de uma taxa de drenagem é uma forma de sinalizar para o usuário a existência de valor nos serviços de drenagem. Existem custos na provisão da drenagem urbana, custos que variam principalmente em função da parcela de solo impermeabilizada. E a drenagem urbana gera valores e benefícios sociais positivos.

A definição adequada da taxa possibilita que esta cumpra algumas funções, o que depende do objetivo a ser alcançado com a receita auferida. Quatro funções principais podem ser enumeradas. Entre elas, a primeira e a segunda têm destaque neste trabalho:²

- 1) Cobrir os custos de produção dos serviços e gerar recursos financeiros extras para a expansão dos mesmos: visa a sustentabilidade financeira do sistema de drenagem. Os investimentos na implantação dos sistemas são geralmente rebatidos ao longo de um período de amortização propiciado por empréstimos levantados para o financiamento das obras.
- 2) Fazer adequadamente a ligação entre oferta e demanda no setor de drenagem com a sinalização para o consumidor do valor dos serviços. Esta função está associada à eficiência econômica. Na demanda pelo serviço de drenagem aspectos como necessidade, preferência e restrição orçamentária não são integralmente considerados pelo usuário. O serviço é quase percebido como “dado”: existe uma oferta única, permanentemente disponível, independente

² As três primeiras funções das tarifas estão originalmente citadas em Andrade (1998).

do nível de consumo. Por ser tão presente, e na ausência de uma cobrança específica pelo seu uso, quando eficaz, ele tende até a ser ignorado pelos usuários. Uma taxa domiciliar pelo uso dos sistemas estimula ao uso mais “racional” do solo urbano e evita-se a impermeabilização desnecessária deste. Há maior consciência do impacto daquela propriedade nos custos envolvidos na drenagem do que em uma cobrança via impostos gerais.

3) Remunerar o capital utilizado na produção. A receita gerada pela prestação dos serviços constitui parte da composição do capital a ser empregado no investimento e define a maior ou menor necessidade de recursos financeiros complementares.

4) Ser instrumento de redistribuição de renda (Andrade & Lobão, 1996). No Brasil, uma das principais formas de “utilização social” da tarifa ou taxa sobre os serviços públicos ocorre por meio da concessão de subsídios dos usuários de maior poder aquisitivo para os de menor, assim como dos grandes para os pequenos usuários.

Se, do ponto de vista econômico-financeiro, a taxa de drenagem apresenta funcionalidade, na ótica jurídica ela *atende ao princípio da boa política tributária, que consiste em repartir tanto quanto possível os ônus com aqueles que se beneficiem do serviço* (Bastos, 1994:167). Segundo a legislação, serviços prestados para uma pluralidade de pessoas, onde não é possível determinar qual seria a mais diretamente aquinhoadada, devem ser financiados pelos cofres públicos. São os casos da segurança pública ou da iluminação de praias. Por outro lado, se o beneficiário é passível de identificação deve-se cobrar diretamente dele. Esta cobrança pode ser por meio de tarifa ou taxa. A primeira opção é utilizada quando o serviço público implica alternativa, quando o indivíduo pode escolher entre usá-lo ou não. É o que ocorre nos serviços de transporte público, telefonia ou distribuição de energia elétrica domiciliar. A segunda alternativa, a cobrança via taxa, está presente nos serviços públicos com utilização obrigatória pela população, independente de seu uso efetivo. Basta apenas que os serviços tenham sido postos à disposição da sociedade pela administração pública. A drenagem urbana enquadra-se neste caso.

A **divisibilidade** aparece como a característica essencial dos serviços para que ocorra a sua individualização e, por conseguinte, a cobrança via taxa ou tarifa. Embora o sistema de drenagem seja “imposto” à população, é possível identificar o usuário e estimar a contribuição de cada terreno no escoamento pluvial lançado às redes. A indivisibilidade ocorre na oferta e não na demanda.

2.2. Definição da Taxa

No início do texto foi apontado que uma cobrança pelos serviços que defina o preço igual ao custo marginal não é viável financeiramente na drenagem urbana. Mesmo em um espectro mais amplo deste custo, com a incorporação dos custos **sociais** decorrentes da atividade de drenagem (insegurança em relação ao risco de inundações, poluição da água, enchente a jusante etc.), o preço via custo marginal ainda pode implicar em perda financeira para o prestador dos serviços. Além disso, a dificuldade para se estimar monetariamente esta ampla gama de custos é grande. Formas alternativas de precificação baseadas na teoria marginalista também não são adequadas. Na cobrança por meio do benefício marginal há dificuldades para se avaliar os verdadeiros benefícios do usuário, pois este tende a omiti-los. A regra de *Ramsey*, que adiciona ao custo marginal um *mark-up* na proporção inversa da elasticidade-preço da demanda dos consumidores, encerra dificuldades. Ela requer informações detalhadas sobre as demandas individuais, o que praticamente não existe na drenagem. A definição de preços em análises de longo prazo, onde há mudanças também nos fatores fixos de produção, não estão presentes nas hipóteses deste trabalho.

Na ausência de informações precisas sobre a demanda dos serviços de drenagem e sem experiências de medição do consumo individual e a sua cobrança, define-se uma taxa equivalente ao custo médio de produção, priorizando o financiamento do sistema. O QUADRO 1 apresenta uma síntese das possibilidades de cobrança.

QUADRO 1
Modelos de Cálculo Tarifário

Determinação de Tarifas (Taxas)	Situação	Vantagens	Problemas
= Custo Marginal	Mercado Concorrencial	Maximização do bem-estar social	Falta de interesse ou impossibilidade de definir a tarifa a este nível: monopólio natural; maximização de lucros por uma empresa monopolista; tarifas com funções redistributivas etc.
= Benefício Marginal	- Consumo não rival - Custo marginal nulo e custo fixo positivo - Provisão monopolística	Aloca-se o bem de acordo com o retorno econômico para cada usuário. A capacidade de pagamento do consumidor é central na metodologia.	- Omitir os verdadeiros benefícios. Incentivo ao carona.
<i>Ramsey Prices</i> . A tarifa aproxima-se do	Discriminação de preços sobre serviços ou sobre consumidores.	Maximização do bem-estar social com garantia de receita que cubra os custos.	- As tarifas podem ser indesejáveis do ponto de vista distributivo.

custo marginal.			- Requer informações detalhadas sobre as demandas individuais.
= Custo Médio	- Necessidade de cobrir custos (custos marginais pequenos e custos fixos muito elevados)	- Definição de tarifa não abusiva que garanta a viabilidade financeira da firma. - Relativa facilidade de implementação.	- Privilegia-se a sustentabilidade financeira. A maximização do bem-estar social não é garantida. - Determinação dos verdadeiros custos da firma.
= Custo Marginal de Longo Prazo	Eficaz, principalmente quando, com o aumento da escala de produção, os custos marginais aumentarem de forma mais acelerada do que os custos médios do sistema.	Forma dinâmica de tarifação, com a incorporação de cenários futuros de planejamento. Possibilidade de maximização do bem-estar social no longo prazo.	- Dificuldades para conhecer os custos marginais de longo prazo (incertezas, mudanças tecnológicas etc.)
= Custo Médio de Longo Prazo	Forma dinâmica de tarifação, com a incorporação de cenários de planejamento futuros.	Possibilidade de garantir recursos financeiros para expansão do sistema no longo prazo.	- Dificuldades para conhecer os custos de longo prazo (incertezas, mudanças tecnológicas etc.)

2.1.2. A Taxa via Custo Médio dos Serviços

Os custos do sistema de drenagem urbana para fins de financiamento utilizados neste trabalho são divididos em dois: custos de implantação (micro e macrodrenagem) e custos de manutenção (limpeza de bocas-de-lobo e redes de ligação, vistorias no canal e recuperação de patologias estruturais).

A soma destes dois componentes do custo representa o custo total (CT) de prestação dos serviços. O custo em relação ao total da área impermeabilizada da bacia (Cme) é:

$$(1) \quad Cme = \frac{CT}{\sum ai_j + ai_{vias}}$$

Onde:

ai_j = área impermeabilizada do imóvel j

ai_{vias} = área impermeabilizada das vias

$\sum ai_j + ai_{vias}$ = parcela do solo impermeabilizada na área urbana coberta pelo sistema de drenagem

A taxa, linear, pode ser definida como³:

³ Tarifas (taxas) lineares são aquelas em que o desembolso do consumidor é proporcional ao consumo. Tarifas não lineares ocorrem quando existem diferenciações nos valores cobrados de produtos homogêneos segundo o volume consumido destes

(2) **Taxa de drenagem** = $p \times ai_j$

Onde:

p = custo médio do sistema por metro quadrado de área impermeável ($CT / \sum ai_j + \sum ai_{vias}$)

ai_j = área impermeabilizada do imóvel j

Neste caso, o custo é rateado segundo as demandas individuais.

A utilização da área impermeável como base de cobrança está associada a algumas causas e objetivos. Ela é a causa primeira da necessidade dos sistemas de drenagem urbana. A impermeabilização dos solos pela atividade humana altera o ciclo hidrológico natural. Há diminuição da infiltração e aumento do escoamento superficial. A drenagem natural não é capaz de drenar todo este escoamento, o que leva a construção dos sistemas de drenagem. Como conseqüências destas alterações no meio natural podem ser citadas, entre outras, o crescimento da concentração de poluentes lançado nos córregos, aumento da vazão máxima e antecipação do pico de cheia devido ao aumento de velocidade do escoamento.

Além disso, “área impermeabilizada” é um conceito simples para o usuário do sistema. Ele passa a entender a lógica da cobrança e a preocupar-se com a impermeabilização da sua propriedade. É o caráter incitativo da cobrança, que pode trazer ganhos ambientais significativos.

3. Base Geográfica de Cobrança: Bacia com Padrões de Adensamento e Parâmetros Urbanísticos de Belo Horizonte

Para a definição de uma taxa sobre os serviços de drenagem criou-se uma bacia hidrográfica padrão como base geográfica para os estudos. Esta possui área de 6,825 km². Desse total, 1,43 km² corresponde a uma bacia rural a montante e 5,395 km² referem-se a uma bacia urbanizada a jusante formada apenas por residências. A parte urbanizada constituiu-se de 400

(Mitchell & Vogelsang, 1998). Um exemplo bastante usual de tarifas não lineares são as tarifas de dois componentes: um componente fixo (tarifa de acesso) e um componente marginal (tarifa de uso).

quarteirões de 10.000 m² cada um, com uma rua de fundo de vale com 35 metros de largura ao longo do talvegue principal e vias transversais e paralelas a essa com 15 metros de largura.

O parcelamento da bacia foi definido a partir de três critérios: a frequência de tamanho de lotes em Belo Horizonte, a lei de parcelamento municipal (Lei 7.166 de 1996) e a facilidade de manuseio das informações com a incorporação de padrões ambientais (e.q: preservação de fundos de vale com perda de área para parcelamento). Como em Belo Horizonte, na bacia hipotética há grande predominância de lotes de 300 a 400m², seguidos dos de 400 a 500m²⁴. Ao serem definidas as dimensões do lote, limitações legais foram incorporadas, como o tamanho mínimo de lote permitido em cada zona e a não permissão de terrenos com comprimento superior a três vezes a largura do mesmo. Desta forma, obteve-se 8.240 lotes na bacia. O GRAF. 1 mostra a frequência de lotes na bacia:

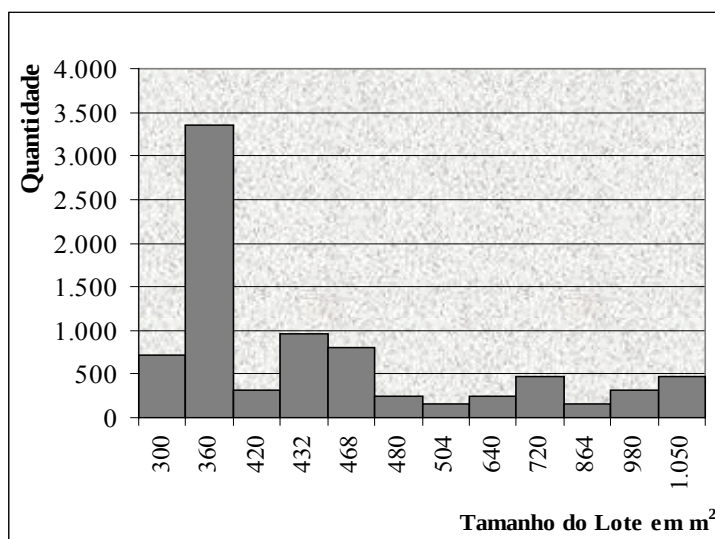


GRÁFICO 1. Frequência de Lotes na Bacia Hipotética, por Tamanho do Lote

Da mesma forma que na capital mineira, supõe-se que a bacia possui um zoneamento misto, formado por nove zonas residenciais⁵: Zona de Proteção 3 - ZP3, Zona de Adensamento Restrito 1 – ZAR1, Zona Adensamento Restrito 2 – ZAR2, Zona Adensada - ZA, Zona de Adensamento Preferencial – ZAP, Zona Hipercentral – ZHIP, Zona Central de Belo Horizonte – ZCBH, Zona Central do Barreiro – ZCBA e Zona Central de Venda Nova –

⁴ Informações sobre a área de terrenos de Belo Horizonte coletados a partir do banco de dados do IPTU (Secretaria Municipal de Modernização Administrativa e Informação/PBH).

⁵ Em Belo Horizonte existem quinze zonas, mas cinco não foram consideradas neste estudo por não serem zonas residenciais típicas.

ZCVN. Seguindo a referência de Belo Horizonte, o gráfico apresenta a participação destas zonas na área urbana da bacia hipotética (GRAF.2):

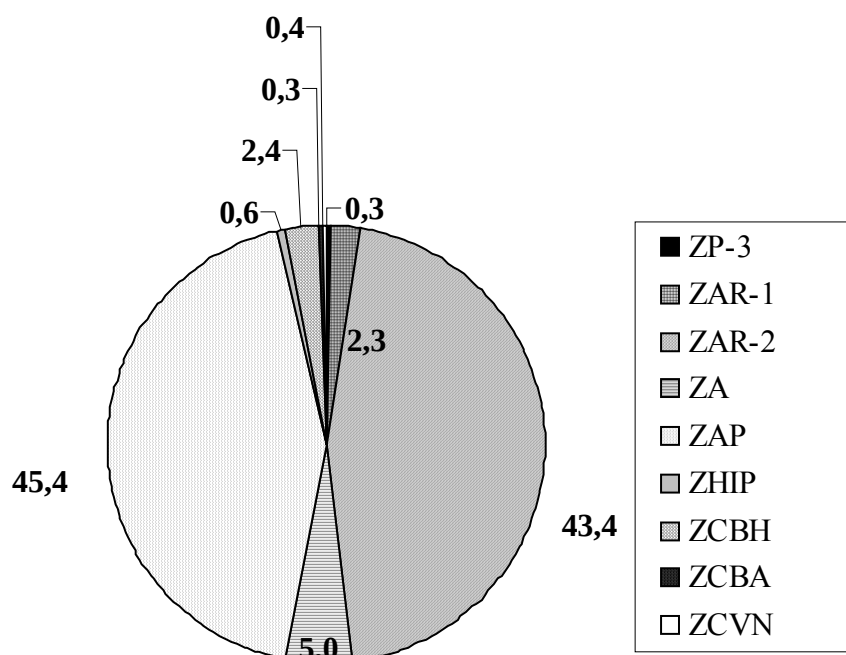


GRÁFICO 2. Participação Percentual das Zonas na Área da Bacia Hipotética

Diferentes zonas implicam em diferentes potencias de adensamento. E o adensamento, além da área impermeabilizada da bacia e do lote, é a outra variável relevante para definir a dimensão da cobrança incidente sobre os proprietários urbanos. De certa forma, nas áreas mais adensadas, a “produtividade” da impermeabilização da superfície é maior, logo o ônus financeiro dos serviços de drenagem sobre os moradores é menor.

Nesta pesquisa foram utilizadas duas possibilidades de adensamento da bacia: a primeira é um cenário de adensamento máximo. O número de domicílios em cada zona é o máximo permitido pela legislação. Segundo a Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo de Belo Horizonte, o parâmetro urbanístico que define o adensamento da zona é a “quota de terreno por unidade habitacional”. Dividindo-se a área do terreno por este parâmetro tem-se o número máximo de unidades domiciliares permitido no lote. Supõe-se a não existência de terrenos vagos.

Na segunda possibilidade, utiliza-se na bacia a mesma proporção de domicílios por zona existente em Belo Horizonte. O primeiro adensamento pode ser considerado o limite inferior de pagamento pela drenagem da bacia por domicílio. O segundo seria um cenário de custo

individual mais realista, relacionado a uma cidade concreta. A TAB.1 apresenta o adensamento da bacia referente a estas duas possibilidades:

TABELA 1
Adensamento da Bacia Hipotética

Número de Lotes	Número de Domicílios	
	Adensamento Máximo	“Padrão Belo Horizonte”
8.240	124.054	21.590

Estes valores foram encontrados por meio de ponderação. No “Adensamento Máximo” a quantidade de domicílios por zona é ponderada pela sua respectiva participação na área urbanizada da bacia. No “Padrão Belo Horizonte” a participação do número de domicílios de cada zona de Belo Horizonte é utilizada como peso nos cálculos para a bacia.

Além do adensamento, foram considerados os cenários de impermeabilização máxima prevista da porção de lotes da bacia. Utilizou-se seis: cenário I, intensamente urbanizado, com impermeabilização de 100%; II com 80%; III com 70%; IV com 60%; V com 50% e VI, com apenas 30% de superfície impermeabilizada e caracterizando-se como o cenário mais próximo da pré-urbanização. Estas impermeabilizações são fundamentais no dimensionamento das redes de drenagem e implicam distintos custos de manutenção e implantação.

4. Custos do Sistema de Drenagem Clássico

Os custos totais de implantação foram obtidos por meio de modelagem hidrológica e hidráulica e os custos de manutenção com dados de galerias restauradas em Belo Horizonte. Este procedimento de engenharia é mostrado em linhas gerais apenas como orientação para o leitor, pois, embora relevante e fundamental na pesquisa, não ocupa centralidade neste artigo. Este enfoca, principalmente, os aspectos econômicos, de custo e as novas possibilidades de financiamento dos serviços de drenagem urbana.

Para elaboração do projeto do sistema de microdrenagem e macrodrenagem foram utilizadas as precipitações de projeto baseadas na equação de chuvas intensas para a Região Metropolitana de Belo Horizonte - RMBH proposta por Pinheiro e Naghettini (1998). Usaram-se períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos. Cada período de retorno define uma possibilidade de ocorrência de um evento hidrológico de magnitude igual ou superior ao

utilizado em projeto. Matematicamente, $p(X \geq x) = 1/T$, onde P é a probabilidade ocorrência e T o período de retorno. As vazões de projeto ou vazões máximas foram determinadas a partir de metodologias que transformam a chuva, ou seja, o total de água precipitada num dado período - em metros cúbicos ou milímetros (volume de chuva por unidade de área)-, em vazão - metros cúbicos por segundo. Para essa transformação chuva-vazão empregaram-se métodos indiretos (cálculo da vazão de projeto em função da altura de chuva precipitada numa duração conhecida) com a utilização do método racional para bacias com áreas menores que 0,5 km² e do método do hidrograma unitário do SCS para as demais áreas. Os coeficientes de escoamento do método racional foram determinados em função da área impermeabilizada da bacia, conforme Tucci (2000). Os estudos hidrológicos que sintetizaram essa série de procedimentos foram modelados por meio de recursos computacionais com o uso do programa HEC-HMS (2002). Nestes, foram calculados variáveis como: chuva efetiva (a parcela da chuva que efetivamente escoar); estimativa do tempo de concentração (tempo necessário para que toda a bacia hidrográfica contribua na seção de estudo) e propagação das cheias pelos canais de drenagem. Em termos hidráulicos, foram admitidos o escoamento uniforme para as redes tubulares e o escoamento gradualmente variado para os canais celulares de concreto. Nos estudos hidráulicos teve-se por objetivo delimitar a posição do nível d'água em cada trecho do canal simulado, para os diferentes eventos definidos no estudo, incluindo-se a avaliação hidráulica de pontos notáveis do sistema, como entradas, saídas de canalizações, junções e transições. Esses objetivos foram alcançados através de modelagem hidráulica utilizando-se o modelo HEC-RAS (2001).

Foi dimensionado um sistema clássico de drenagem para cada cenário de impermeabilização máxima da área de lotes, a saber: um sistema de microdrenagem com utilização de sarjetas, bocas de lobo, poços de visita e redes coletoras tubulares e um sistema de macrodrenagem constituído de canais fechados de concreto armado.

Para a definição dos custos de implantação do sistema adotaram-se os preços unitários que remuneram os serviços de infraestrutura urbana praticados pela SUDECAP-BH (Superintendência de Desenvolvimento da Capital de Belo Horizonte), sendo os mesmos referentes ao mês de Janeiro de 2003. Aos custos tabelados aplicou-se um fator de 45% (Benefícios Diretos e Indiretos - BDI).

Devido à ausência de procedimentos sistemáticos para recuperação e manutenção dos

sistemas de drenagem urbana, utilizou-se como referência os custos de recuperação da galeria da Avenida Uruguai, em Belo Horizonte-MG, realizada no ano de 2001. Esse trabalho constitui uma das ações do Plano Diretor de Drenagem de Belo Horizonte (2001). Aos custos de correções de patologias estruturais incluem-se os custos de limpezas rotineiras do canal, como a retirada de lixo. Foram usados como referência para estabelecimento de valores os custos distribuídos ao longo de trinta anos. A recuperação de patologias estruturais foi prevista em cinco etapas de recuperação ao longo do período, tendo sido essas intervenções concentradas nos anos 5, 9, 16, 23 e 30 anos.

Por meio destes procedimentos, foi possível encontrar os custos totais do sistema de drenagem clássico para os seis cenários de impermeabilização máxima (TAB.2):

TABELA 2
Custos de Implantação e Manutenção do Sistema de Drenagem - Bacia Hipotética
Em reais de janeiro de 2003

Cenários	Implantação	Manutenção e Operação	Total
Cenário I	55.872.924,82	3.300.124,88	59.173.049,70
Cenário II	50.981.762,58	2.865.652,45	53.847.415,02
Cenário III	48.309.350,91	2.749.146,56	51.058.497,47
Cenário IV	45.974.878,48	2.672.847,50	48.647.725,98
Cenário V	44.051.105,37	2.653.729,03	46.704.834,41
Cenário VI	38.604.546,12	2.444.498,70	41.049.044,83

A fim de simplificar a compreensão deste artigo, o sistema projetado para cada cenário de impermeabilização recebe o nome deste. Para o cenário I, sistema I; para o cenário II, sistema II e assim por diante.

5. Definição do Custo Médio

Para definir o custo médio, o primeiro passo foi elaborar um fluxo de caixa dos custos de manutenção e do financiamento da implantação do sistema de drenagem.

Considerou-se que os recursos para a implantação foram viabilizados por meio de um empréstimo hipotético que tem como referência os financiamentos via Banco Nacional de

Desenvolvimento Social – BNDS (taxa de juros mais *spread* de 16,6% ao ano; pagamentos anuais constantes; carência de três anos e prazo de amortização de vinte anos). Para definição do plano de manutenção utilizou-se um horizonte de trinta anos, considerado a vida útil típica de estruturas de drenagem.

Estes fluxos foram uniformizados ao longo de trinta anos, resultando em um fluxo único de custo total. Neste caso a taxa de desconto utilizada é de 16,87% ao ano. Ela é uma média ponderada das taxas envolvidas nos custos da drenagem urbana. Com sua utilização chega-se aos custos anuais (TAB.3):

TABELA 3
Custo Anual do Sistema de Drenagem Clássico – *Em reais de janeiro de 2003*

Sistemas	Custo Anual (t=4)
Sistema I	13.609.867,60
Sistema I	12.450.250,26
Sistema III	11.804.994,82
Sistema IV	11.247.27,49
Sistema V	10.797.841,33
Sistema VI	9.489.411,15

O custo anual é calculado a partir do quarto ano, quando o sistema de drenagem entra em operação. Por meio dele determina-se o custo por metro quadrado de área impermeabilizada, segundo a equação dois (TAB.4).

TABELA 4
Custo Total Anual por Metro Quadrado de Área Impermeabilizada do Lote
Em reais de janeiro de 2003

Percentual de Impermeabilização				Custo Anual por m² de Área Impermeabilizada					
Bacia	Lotes	Vias	Área Natural	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV	Sistema V	Sistema VI
79%	100%	100%	0%	2,49					
73%	90%	100%	0%	2,69					
68%	80%	100%	0%	2,92	2,67				
62%	70%	100%	0%	3,19	2,92	2,77			
56%	60%	100%	0%	3,52	3,22	3,05	2,91		
50%	50%	100%	0%	3,92	3,59	3,40	3,24	3,11	
44%	40%	100%	0%	4,43	4,06	3,85	3,67	3,52	
39%	30%	100%	0%	5,10	4,67	4,42	4,21	4,05	3,56
33%	20%	100%	0%	6,00	5,49	5,20	4,96	4,76	4,18
27%	10%	100%	0%	7,28	6,66	6,32	6,02	5,78	5,08
21%	0%	100%	0%	9,27	8,48	8,04	7,66	7,35	6,46

Graficamente (GRAF.3):

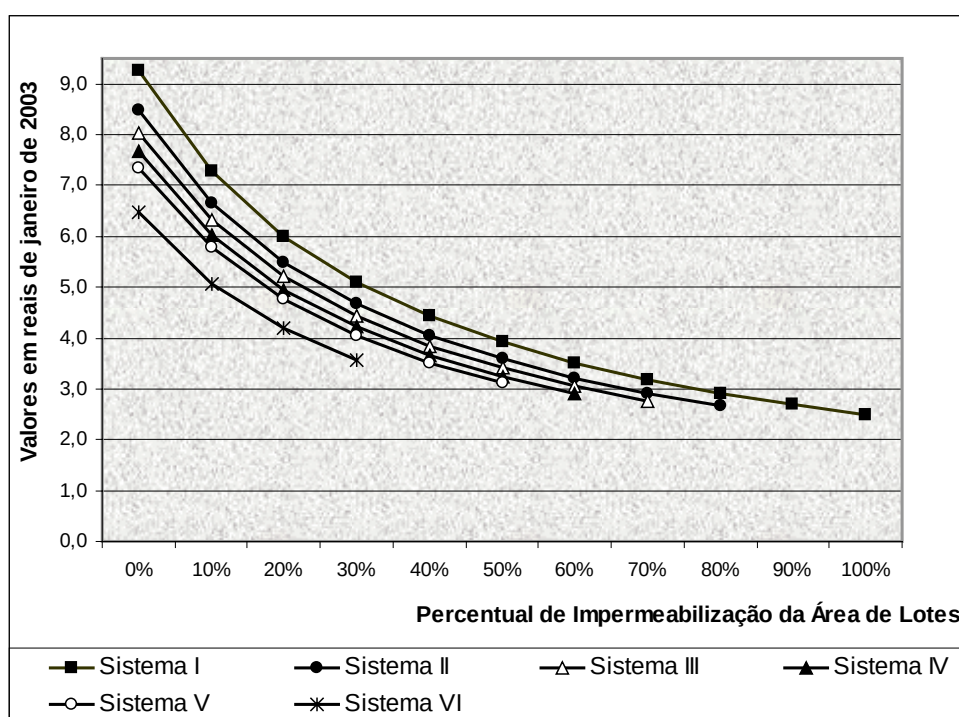


GRÁFICO 3. Custo Total Anual por m² de Área Impermeabilizada Segundo Variação no Dimensionamento do Sistema de Drenagem

Apenas o sistema I cobre todas as possibilidades de impermeabilização da área de lotes, pois é dimensionado para uma expectativa de impermeabilização de 100%. Por isso possui os custos mais elevados. A implantação deste sistema em bacias com impermeabilizações máximas previstas menores do que 100% para a área de lotes deixa de ser financeiramente vantajosa. A definição do projeto mais adequado economicamente (considerando o sistema tradicional de drenagem) para implementação em uma bacia depende de uma análise criteriosa sobre o seu cenário futuro de impermeabilização, o que nem sempre é fácil.

O menor custo total por metro quadrado de área impermeabilizada ocorre no sistema I - 2,49 reais ao ano -, com percentual de 100% de impermeabilização da bacia (impermeabilização não prevista para os outros sistemas), e também o mais alto - 9,27 reais - com 0% de área de lotes impermeabilizada (apenas as vias têm superfície impermeável). Ressalta-se que quanto menor a impermeabilização, maior o custo unitário do projeto de drenagem, afinal, o sistema, uma vez implantado, tem que ser financiado, mesmo se o percentual impermeabilizado ficar aquém do esperado. Por isso a importância de um estudo minucioso do sistema apropriado para determinado tipo de urbanização ou, ao contrário, pensar a urbanização levando-se em

conta as limitações naturais da drenagem. Além da drenagem tradicional, técnicas alternativas, como caixas ou reservatórios de retenção domiciliares, reservatórios de retenção públicos e pavimentos porosos, podem ser utilizadas complementando-a ou substituindo-a. Análises custo-benefício são importantes, com a incorporação de valores sociais e ambientais.

5.1. Custo Médio por Lote

A tabela seguinte (TAB.5) apresenta a média do custo total por lote dos serviços de drenagem na bacia hipotética. Esta é a média do custo de cada lote ponderado pela quantidade de lotes com a mesma área.

TABELA 5
Média do Custo Total Anual por Lote Segundo o Dimensionamento dos Sistemas de Drenagem - *Em reais de janeiro de 2003*

Percentual de Impermeabilização do Lote	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV	Sistema V	Sistema VI
100%	1.208,08					
90%	1.173,08					
80%	1.132,07	1.035,61				
70%	1.083,38	991,07	939,71			
60%	1.024,62	937,32	888,74	846,75		
50%	952,31	871,17	826,02	787,00	755,55	
40%	861,16	787,78	746,95	711,66	683,23	
30%	742,67	679,39	644,18	613,75	589,22	517,82
20%	582,41	532,78	505,17	481,30	462,07	406,08
10%	353,53	323,41	306,65	292,16	280,49	246,50

O custo médio anual por lote varia de 1.208 reais anuais a 246 reais. Em um cenário de grande urbanização (sistema dimensionado para 100% de impermeabilização), dificilmente o custo é menor do que 800 reais por ano. Fator determinante para diminuição do custo por domicílio é o número de unidades domiciliares em cada lote, o que possibilita um maior número de participantes no rateio dos custos do sistema. Este assunto é discutido nos itens seguintes.

5.2.Custo Médio por Domicílio

O custo médio por domicílio foi determinado para os dois cenários de adensamento previstos

(ver TAB.1). No cálculo, ponderou-se a magnitude do custo por unidade domiciliar segundo os diferentes tamanhos de lote e os diferentes tipos de zonas presentes na bacia⁶ (TAB. 6 e 7).

TABELA 6

Custo Anual do Sistema de Drenagem Clássico por Unidade Domiciliar
Cenário “Máximo Permitido pela Legislação” - *Em reais de janeiro de 2003*

Sistema de Drenagem Dimensionado	Custo anual por U.D		
	Intervalo	80%	70%
Sistema I	80,24 a 23,48	75,20	71,96
Sistema II	68,79 a 21,48	68,79	65,83
Sistema III	62,42 a 20,37	-	62,42
Sistema IV	56,24 a 19,41	-	-
Sistema V	50,19 a 18,63	-	-
Sistema VI	34,40 a 16,37	-	-

TABELA 7

Custo Anual do Sistema de Drenagem Clássico por Unidade Domiciliar
Cenário “Padrão Belo Horizonte” (*em reais de janeiro de 2003*)

Sistema de Drenagem Dimensionado	Custo anual por U.D		
	Intervalo	80%	70%
Sistema I	461,07 a 134,93	432,06	413,48
Sistema II	395,24 a 123,43	395,24	378,25
Sistema III	358,64 a 117,03	-	358,64
Sistema IV	323,17 a 111,50	-	-
Sistema V	288,36 a 107,05	-	-
Sistema VI	197,63 a 94,08	-	-

As TAB. 6 e 7 mostram os limites do custo unitário para cada sistema de drenagem dimensionado. Para o sistema I, o limite superior corresponde a uma impermeabilização da área de lotes de 100%, e o limite inferior, de 10%; o custo no sistema II cobre percentuais de 80% a 10% de impermeabilização; no sistema III, de 70% a 10%; no IV, de 60% a 10%; no V, de 50% a 10% e no VI de 30% a 10%. Além disso, como ilustração, foi mostrado qual seria o custo médio da drenagem para um domicílio situado em um lote com 70% ou 80% de

⁶ Lembrar que cada zona remete a uma possibilidade de adensamento.

sua área impermeabilizada, percentual freqüente nos lotes urbanos.⁷

Nota-se que o aumento do adensamento “Padrão Belo Horizonte” para o “Máximo Permitido pela Legislação” implica em uma queda de cerca de 83% do custo por domicílio. A importância destes custos na renda familiar é apresentada na TAB. 8.

TABELA 8
Participação Percentual do Custo dos Serviços de Drenagem
no Rendimento Nominal Médio do Responsável pelo Domicílio¹

Sistema de Drenagem Dimensionado	Cenários	
	Máximo Permitido pela Legislação	Padrão Belo Horizonte
Sistema I	0,36% a 0,11%	2,06% a 0,60%
Sistema II	0,31% a 0,10%	1,77% a 0,55%
Sistema III	0,28% a 0,09%	1,61% a 0,52%
Sistema IV	0,25% a 0,09%	1,45% a 0,50%
Sistema V	0,22% a 0,08%	1,29% a 0,48%
Sistema VI	0,15% a 0,07%	0,88% a 0,42%

Fonte: Dados originais do Censo Demográfico de 2000: IBGE

Nota: 1) Rendimento nominal médio anual do responsável pelo domicílio de 20.229,64 reais na ocupação mista da bacia.

Naturalmente, a importância do custo no orçamento familiar depende do percentual de impermeabilização do lote, da bacia e do sistema de drenagem implantado. Os grandes investimentos nos sistemas de drenagem implicam em um custo não desprezível por domicílio, onerando significativamente o proprietário do imóvel caso este seja o financiador do sistema. Ressalte-se que os valores da TAB.8 referem-se a uma ocupação mista da bacia. Eles são a média do valor médio encontrado em cada uma das zonas. Aquelas menos adensadas, como ZCBA e ZCVN, possuem custos unitários de drenagem ainda maiores; enquanto na ZHIP ou ZA os custos por domicílio são significativamente menores (Nascimento, 2003). Muitas vezes as zonas menos adensadas, portanto, onde os moradores são menos beneficiados pelo rateio de custo do sistema de drenagem, possuem famílias com

⁷ Uma questão metodológica relevante nesta etapa do trabalho refere-se aos sistemas de drenagem projetados para impermeabilizações máximas de 70, 60, 50 e 30% (cenários III, IV, V e VI). Estas impermeabilizações são menores do que as definidas na Lei 7.166, que considera em seus parâmetros urbanísticos uma impermeabilização máxima de 80% em oito das nove zonas utilizadas neste trabalho (apenas para a ZP-3 o limite de impermeabilização é de 70% do lote). Portanto algum ajuste deve ser feito para determinar qual o adensamento destas zonas quando se utilizam os sistemas III, IV, V e VI. Optou-se, neste caso, por diminuir ficticiamente o adensamento da bacia utilizando como base de cálculo do número de unidades domiciliares uma área de terreno proporcionalmente menor (ver Nascimento, 2003).

menor rendimento, como a ZCVN, ZAR-2 e ZCBA (Censo Demográfico de 2000 - IBGE - e Mapa da Lei 7.166 - Prodabel/PBH – *apud* Nascimento, 2003, p.50). Outras análises devem ser consideradas, como a questão do tempo: se o custo do sistema de drenagem incide sobre novas urbanizações ou sobre urbanizações consolidadas; e qual o potencial de crescimento da bacia. Regiões pouco adensadas e sem expectativa de maior impermeabilização exigirão gastos menores com a drenagem urbana. Uma análise completa deve captar o dinamismo que envolve o espaço urbano, com suas construções e desconstruções.

Como referência de valor, a Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF feita pelo IBGE pode ser útil: a despesa com aluguel de moradia representa 3,23% do rendimento médio familiar (o que representa um gasto anual de 531 reais). O imposto predial tem participação de 0,73% (120 reais anuais); o condomínio, 1,37% (225 reais); água e esgotamento, 1,00% (165 reais); energia elétrica, 1,89% (312 reais) e a despesas com telefone, 2,29% (377 reais).

Uma comparação irrestrita das informações da POF com os dados de drenagem da bacia virtual não pode ser feita. As informações do IBGE são de 1996, para toda a região metropolitana de Belo Horizonte e utiliza o rendimento familiar como referência e não o do responsável pelo domicílio. Ainda assim é útil como parâmetro para comparação. Percebe-se que o rateio de custo dos serviços no adensamento “Padrão Belo Horizonte” oneraria bastante o proprietário domiciliar: a participação no rendimento muitas vezes é maior do que a os componentes de despesa citados, exceção dos gastos com aluguel de moradia. Por outro lado, no adensamento máximo da bacia, a drenagem teria relevância pequena nas despesas familiares, menor do que as tarifas de água e esgoto.

6. Utilização de Tecnologia Alternativa: Caixa de Detenção no Lote

Além de apresentar elevados custos, os sistemas clássicos de drenagem frequentemente terminam por transferir as inundações de um local para outro mais a jusante. A ocorrência dessas inundações, associada ao aumento da preocupação envolvendo aspectos ambientais, tem levado a se estimular a utilização de tecnologias alternativas de drenagem e a preservação dos cursos d’água em estado natural. Este “cuidado” ambiental está previsto em várias leis, cite-se a LEI 4.771/65 DE 15 DE SETEMBRO 1965 que determina a preservação de todos os cursos d’água desde o seu nível mais alto em função da largura dos mesmos.

Considerando-se tais aspectos previu-se a utilização de caixa de detenção no lote para redução das vazões de saída do terreno a um valor da pré-urbanização.⁸ Como tipologia construtiva utilizou-se a caixa de concreto armado com paredes de alvenaria. Esta possui um custo relativamente mais baixo do que outras alternativas - como o uso do concreto armado em toda a caixa - e razoável durabilidade. O dimensionamento hidráulico das mesmas foi elaborado utilizando-se o método de Puls. No padrão urbano adotado para a bacia virtual foi prevista a possibilidade de preservação de uma faixa *non aedificand*: não há a canalização do córrego e mantém-se preservada a área inundável do curso d'água. Admite-se que esta margem de segurança seja de 30 metros em cada lado do córrego. Nesse caso, observa-se uma redução do número de lotes aproveitados da bacia (de 8.240 lotes passa-se a 6.720).

As análises mostram que a utilização das caixas de detenção só leva a uma diminuição do custo da drenagem quando há preservação do fundo de vale. Afinal a complementação do sistema de drenagem clássico ainda terá que existir, principalmente devido à impermeabilização das vias. Este exige grande investimento inicial, com planta mínima de grandes dimensões. A preservação do fundo de vale, por sua vez, exclui a necessidade da macrodrenagem⁹, o que representa diminuição substancial dos custos. Observe as TAB.9 e 10.

TABELA 9
Custo Total (Implantação e Manutenção) dos Sistemas de Drenagem – Bacia Virtual
Em milhões de reais de janeiro de 2003

Cenários/ Sistema	Sistema Clássico	Sistema com Caixas de Detenção no Lote	
	Sem Preservação do Fundo de Vale	Com Preservação do Fundo de Vale	Sem Preservação do Fundo de Vale
Cenário I	59,17	39,31	66,78
Cenário II	53,85	33,23	60,86
Cenário III	51,06	32,86	59,63
Cenário IV	48,65	28,84	56,31
Cenário V	46,70	26,93	54,39

⁸ Processo de construção de uma caixa de determinado volume com uma restrição de saída d' água de forma que a sua saída permita uma vazão máxima menor que a vazão de entrada na caixa.

⁹ No Plano Diretor de Drenagem de Belo Horizonte são consideradas macrodrenagem as canalizações celulares com qualquer dimensão de base e mais de 1,5 m de altura. Na hipótese de trabalho a preservação do fundo de vale implica na não construção do sistema de macrodrenagem.

TABELA 10

Participação das Tecnologias de Drenagem no Custo Total do Sistema Alternativo de Drenagem com Caixa de Detenção no Lote – Bacia Virtual - *Em percentual*

Cenários/ Sistemas	Com Preservação		Sem Preservação	
	Sistema de Drenagem Tradicional	Caixas	Sistema de Drenagem Tradicional	Caixas
Cenário I	32,13%	67,87%	62,45%	37,55%
Cenário II	38,48%	61,52%	68,82%	31,18%
Cenário III	38,97%	61,03%	68,84%	31,16%
Cenário IV	44,83%	55,17%	74,07%	25,93%
Cenário V	48,40%	51,60%	76,74%	23,26%

Nesta análise o cenário VI foi considerado o de mínimo investimento, não aparecendo, portanto, na tabela 10.

Mesmo considerando-se a perda da área “aproveitável” da bacia, o custo por lote do sistema alternativo com preservação ainda é menor (TAB.11):

TABELA 11

Custo Total por Lote dos Sistemas de Drenagem – Bacia Virtual
Em reais de janeiro de 2003

Cenários/ Sistemas	Sistema Clássico	Sistema com Caixas de Detenção no Lote	
	Sem Preservação do Fundo de Vale	Com Preservação do Fundo de Vale	Sem Preservação do Fundo de Vale
Cenário I	7.181,20	5.849,98	8.104,01
Cenário II	6.534,88	4.945,06	7.385,85
Cenário III	6.196,42	4.889,51	7.237,06
Cenário IV	5.903,85	4.292,08	6.833,49
Cenário V	5.668,06	4.006,75	6.600,79

Na TAB.11 percebe-se uma redução de 19 a 29% do custo – conforme o cenário de impermeabilização - com a utilização do sistema alternativo com preservação do fundo de vale. Parece evidente que, da mesma forma que na drenagem clássica, quanto maior a quantidade de domicílios por lote, maior o número de participantes do rateio de custos e menor a contribuição monetária de cada proprietário de domicílio.

7. Considerações Finais

A análise de custos dos sistemas de drenagem concentrou-se em uma perspectiva de curto prazo: considerou-se a dimensão do sistema de drenagem como um dado. Não foram feitas simulações do tamanho ideal da planta por meio de análises custo-benefício que contemplem diversos períodos de retorno.

A criação de uma taxa sobre os serviços de drenagem não significa o aumento do nível geral de tributos, ou o aumento da receita tributária. A taxa pode vir sob a forma de um acréscimo no IPTU cobrado ou de uma redução no mesmo conforme se impermeabilize mais ou menos o terreno do que a média. O que se pretende é propor uma nova forma de financiamento do sistema de drenagem, com ganhos de transparência, racionalidade econômica e eficiência tributária.

Com o trabalho foi possível analisar as duas variáveis fundamentais que interferem na magnitude da cobrança do sistema clássico de drenagem: a impermeabilização e o adensamento. Participações expressivas do custo da drenagem urbana no orçamento familiar podem levar à criação de estratégias pelo usuário para pagar menos pelos serviços. A diminuição da impermeabilização desnecessária do terreno é a mais evidente. Mas a taxa também pode influenciar na escolha da localização residencial, com a priorização de regiões mais adensadas. Uma participação da taxa superior a 2% da renda, por exemplo, provavelmente possui importância no cálculo econômico do demandante do imóvel.

Os resultados mostram que a utilização da tecnologia alternativa com caixa de retenção no lote e preservação do fundo de vale é viável financeiramente. Além disso, agregam-se valores ambientais, de bem-estar e institucionais ao espaço. Um aspecto que pode ser considerado negativo para alguns produtores e consumidores do espaço urbano é a perda da área “aproveitável” da bacia. Aí entra a negociação e a disputa entre os atores políticos que interferem na cidade e o estabelecimento das prioridades de ação pelos gestores.

A caixa de retenção pode ser uma forma complementar de drenagem urbana utilizada quando o escoamento gerado no terreno ultrapassar determinado limite fixado pela legislação. Alternativamente, seu uso pode levar a um desconto na taxa de drenagem. De qualquer forma, existem conflitos que o administrador público terá que enfrentar. A diminuição da área

impermeável ou a utilização das caixas nos lotes pode chegar a tal nível que torne inviável o financiamento do sistema convencional pelos usuários. Ressalte-se que existem abordagens diferentes relacionadas ao custeio do sistema de drenagem na gestão e planejamento da cidade. A atuação sobre uma urbanização já cristalizada, em movimento ou inteiramente nova é bastante distinta. Significa diferentes graus de liberdade para a administração pública interferir no espaço urbano. Além disso, a análise da técnica de drenagem mais adequada pode quantificar não apenas o custo (análise de custo mínimo), mas também os benefícios (análise custo benefício). Neste caso incorporam-se novos valores na análise - como o prejuízo causado pelas inundações e os valores paisagísticos e ambientais de áreas de preservação - e o projeto mais apropriado na ótica do custo mínimo pode não ser o mais viável na abordagem custo benefício.

8. Referências Bibliográficas

- ANDRADE, Thompson A. Tarifas das Utilities em um Contexto de Liberalização/Privatização. In: REZENDE, Fernando; PAULA, Tomás Bruginski (coord.). *Infra-Estrutura: Perspectivas de Reorganização; Financiamento*. Brasília: IPEA, 1998.
- ANDRADE, Thompson A; LOBÃO, Waldir J. de Araújo. Tarifação Social no Consumo Residencial de Água. Texto para Discussão N° 438. IPEA: Rio de Janeiro, outubro de 1996.
- BASTOS, Celso Ribeiro. *Curso de Direito Administrativo*. São Paulo: Saraiva, 1994.
- BELO HORIZONTE. Lei N° 7.166, de 27 de agosto de 1996. Estabelece Normas e Condições para Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo Urbano no Município. Disponível em < <http://bh5.pbh.gov.br/legislacao.nsf/> >.
- MITCHELL, Bridger M.; VOGELSANG, Ingo. *Telecommunications Pricing: Theory and Practice*. Cambridge: Press Syndicate of the University of Cambridge, 1998.
- NASCIMENTO, Nilo O. (coord). *Drenagem Urbana: Características Econômicas e Definição de uma Taxa sobre os Serviços*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos EE/UFGM, Dez 2003. 308 p. Relatório.
- PINHEIRO, M. M. G., NAGHETTINI, M. Análise regional de frequência e distribuição temporal das tempestades na região metropolitana de Belo Horizonte – RMBH. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. Porto Alegre, RS, V. 3, nº 4, p. 73-88, Dez 1998
- SUDECAP, BH. – *Plano Diretor de Drenagem de Belo Horizonte – Vol IV, Tomo I*, Março 2001.

TUCCI, C. E. M. Coeficiente de escoamento e vazão Máxima de Bacias Urbanas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. Porto Alegre, RS, v. 5, nº 1, p. 61-68, Janeiro 2000.

U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS – HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER – *HEC*
– *RAS River Analysis System*. Version 3.0.1 – Mar. 2001.

U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS – HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER – *HEC*
– *HMS Hydrologic Modeling System*. Version 3.0.1 – Aug. 2002.