

Fabiane Andressa Tasca

Simulação de uma Taxa para Manutenção e Operação de Drenagem Urbana para Municípios de Pequeno Porte

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Ambiental

Orientador: Prof.^a. Dr.^a. Alexandra Rodrigues Finotti

Co-Orientador: Prof. Dr. César Augusto Pompêo

Florianópolis
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Tasca, Fabiane Andressa

Simulação de uma Taxa para Manutenção e Operação de
Drenagem Urbana para Municípios de Pequeno Porte / Fabiane
Andressa Tasca ; orientadora, Alexandra Rodrigues Finotti
; coorientador, César Augusto Pompêo. - Florianópolis, SC,
2016.

163 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Ambiental.

Inclui referências

1. Engenharia Ambiental. 2. Gestão municipal. 3. Manejo
de Águas Pluviais Urbanas. 4. Taxa pluvial. 5. Drenagem
Urbana. I. Finotti, Alexandra Rodrigues . II. Pompêo,
César Augusto . III. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.
IV. Título.



“Simulação de uma Taxa para Manutenção e Operação de Drenagem Urbana para Municípios de Pequeno Porte”

FABIANE ANDRESSA TASCA

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA AMBIENTAL

na Área de Engenharia Ambiental.

Aprovado por:

Prof. Alexandra Rodrigues Finotti, Dr.
(Orientadora)

Prof. Nadia Bernardi Bonumá, Dr.

Prof. Pedro Luiz Borges Chaffé, Dr.

Prof. Daniel Gustavo Allasia Piccilli, Dr.

Prof. William Gerson Matias, Dr.
(Coordenador)

AGRADECIMENTOS

À minha família, João, Sônia, Jeniffer, Bruna, Alves, Bruninha e Addam, por todo o apoio durante meus estudos e, por compreender a minha ausência;

Ao meu namorado, Roberto, pelas inúmeras contribuições a este trabalho, pelo carinho, amor, paciência, por fazer o almoço e janta para que eu pudesse me dedicar mais ao mestrado;

Ao meu ex-chefe, Edney, por me incentivar ao fazer o mestrado e me lembrar que *a pessoa que deixa de estudar, deixa de aprender*;

Aos meus orientadores, prof^{ra} Alexandra Fionotti e prof. César Pompêo, pelas contribuições a esta pesquisa, pelas ricas discussões e questionamentos;

Aos membros da banca, professores Daniel Piccilli, Nádia Bonumá e Pedro Chaffe, pela disponibilidade e importantes correções a este trabalho;

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina pela oportunidade de realizar o mestrado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) por ter financiado a pesquisa por meio da bolsa de mestrado;

Às luluzinhas da turma 2006.2, em especial à Carla, Grace, Paulinha e Ellen, pela amizade, companheirismo, risadas e bons momentos;

Aos colegas do ‘Viva sem Glúten’, por me mostrar que é possível ter uma vida normal com a doença celíaca;

À minha equipe de futebol, Socceridas Futebol Clube, por todas as risadas, diversão, churrascos sem contaminação e apoio nesta fase, em especial à diretoria *socceridense*, Fernanda, Bia, Janice e Sasá, pela amizade, pela festa surpresa, pelo apoio e compreensão pela ausência;

A Deus, por me permitir chegar até aqui.

Obrigada!

RESUMO

Nesta dissertação foi desenvolvida uma taxa de drenagem urbana capaz de financiar os serviços públicos de águas pluviais em municípios de pequeno porte. A drenagem urbana é gerenciada pelas prefeituras municipais e, em virtude de outras prioridades da administração aliadas à crescente restrição orçamentária, acabam relegadas pelos gestores. Uma taxa pluvial constitui um instrumento que fornece a independência financeira e gerencial dos setores responsáveis pela drenagem. Neste estudo, desenvolveu-se uma taxa com base em experiências internacionais, a qual foi chamada de Unidade Residencial de Águas Pluviais Equivalente (URAPE). Este método recupera totalmente os custos indiretos (operação e manutenção) da drenagem urbana. A URAPE foi simulada para a área urbana de Santo Amaro da Imperatriz, em Santa Catarina, e foi comparada com as taxas desenvolvidas por estudos brasileiros e de outros países. A URAPE também foi analisada sob o impacto econômico na renda média da população da área de estudo. A URAPE foi simulada para 6.864 lotes situados na área urbana, e equivaliu a 294,32m². Uma URAPE apresentou a cobrança padrão de R\$41,13 por ano (R\$ 0,14/m²), valor inferior às taxas praticadas em nível internacional. As taxas anuais, conforme a área impermeável, variaram de R\$0,0 (lotes vagos) a R\$2.204,09. Os valores apresentaram impacto médio quando comparado à renda média dos setores censitários. Para comparação, foram simuladas outras três taxas. Os métodos 1 e 2 mostraram-se exequíveis para a localidade e apresentaram o retorno dos custos indiretos de 81% e 71% respectivamente. O método 3 não apresentou bons resultados, recuperando apenas 23% dos custos indiretos dos sistemas de drenagem. A URAPE é uma alternativa para o financiamento da drenagem urbana, a exemplo das outras três modalidades de saneamento no Brasil, que possuem cobrança individualizada pela prestação dos serviços. O financiamento próprio do setor de drenagem urbana é fundamental para permitir a definitiva estruturação e prestação do serviço, visando em última análise, o controle de enchentes e a melhoria da saúde pública.

Palavras-chave: Gestão municipal; Manejo de Águas Pluviais Urbanas; Taxa pluvial.

ABSTRACT

In this thesis a stormwater fee to finance public services in small towns was developed. Stormwater is managed by municipal governments. Due to other priorities of the administration and due to the increasing budget constraints, stormwater is relegated by managers. A fee is an instrument that provides financial and managerial independence of the sectors responsible for stormwater.

In the present study, a fee denominated Residential Unit of Equivalent Stormwater (URAPE) was developed based on international experiences. This method fully recovered the indirect costs of stormwater systems. The URAPE was simulated for the urban area of Santo Amaro da Imperatriz, Santa Catarina State. It was compared with the fees developed in Brazilian studies and elsewhere in the world. The URAPE was also analyzed in relation to the economic impact on the average income of the population of the study area. The URAPE was simulated to 6.864 urban lots and it is equivalent to 294.32m². A URAPE has the standard charges of R\$ 41.13 per year (R\$ 0.14 / m²). This value is lower than that prevailing at the international level. The range in annual fees, according to the impervious area, was R\$ 0,00 (vacant lots) to R\$2.204,09. These values indicated an average impact when compared to the average income of census block. For comparison, three other stormwater fee were simulated. Methods 1 and 2 proved practicable for the municipality. They returned of indirect costs in 81% and 71% respectively. Method 3 does not have good results, recovering only 23% of the indirect costs of drainage systems.

The URAPE is an alternative for the financing of stormwater systems, like the other three sanitation modalities in Brazil, which have individualized billing for services. The self-financing of stormwater sector is essential to allow the permanent structure and service provision, in order to, in the final analysis, the floods control and improving public health.

Keywords: Municipal management; Urban Stormwater Management; Stormwater fee.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Valores totais comprometidos e desembolsados em iniciativas de saneamento básico, por modalidade – 2003 a 2010.	30
Figura 2 – Percentual de municípios, segundo as leis e instrumento de planejamento utilizados.....	36
Figura 3 – Localização dos utilitários de águas pluviais existentes nos EUA	61
Figura 4– Distribuição espacial dos valores de taxas mensais de drenagem (R\$).....	62
Figura 5 – Localização dos utilitários que utilizam a cobrança com base na ERU, com a valoração de cada ERU.....	63
Figura 6 - Localização dos utilitários que utilizam a cobrança com base na REF.....	63
Figura 7 – Composição de um utilitário no Colorado (SEMSWA)	67
Figura 8 – Custos da drenagem x arrecadação com a taxa de drenagem.	89
Figura 9 – Localização da área urbana do município de Santo Amaro da Imperatriz	104
Figura 10 - Área urbana de Santo Amaro da Imperatriz	105
Figura 11 - Grandes lotes ocupados com pastagens na área de estudo	105
Figura 12 – Fluxograma para a simulação da taxa de drenagem.....	109
Figura 13 – Sequência dos processos para estimar as áreas impermeáveis residenciais.....	110
Figura 14 – Representação da avaliação da qualidade do resultado: a) Criação de pontos aleatórios. b) Inserção de valores da classificação nos pontos. c) Comparação dos pontos com as amostras	113
Figura 15 – Análise visual das edificações industriais: a) Grande área impermeabilizada contrastando com lotes residenciais. b) Confirmação pelo Google Street View e visita de campo.....	115
Figura 16 – Cobertura do cadastro técnico de lotes em Santo Amaro da Imperatriz	116
Figura 17 - Área impermeabilizada dos lotes até 1.500m ²	117
Figura 18- Área impermeabilizada dos lotes com >1.500- 20.000m ²	118
Figura 19 - Área impermeabilizada dos lotes com > 20.000m ²	118
Figura 20 - Variação da renda média mensal por setor censitário em Santo Amaro da Imperatriz	121
Figura 21 - Fluxograma da avaliação do impacto socioeconômico da taxa de drenagem.....	121

Figura 22 – Mapa de uso do solo da área urbana do município de Santo Amaro da Imperatriz.	126
Figura 23- Valor da URAPE para cada lote da área de estudo	128
Figura 24- Variação da taxa de drenagem: a) Maior taxa: Parque de Exposição Prefeito Orlando Becker. b) Menor taxa: Lote residencial.	129
Figura 25 – Taxa média mensal por setor censitário.....	130
Figura 26 - Representatividade da taxa de drenagem na renda mensal dos setores.....	132
Figura 27 - Taxas anuais de drenagem urbana (por lote) pelo método 1	133
Figura 28 - Taxas anuais de drenagem urbana (por lote) pelo método 2	133
Figura 29 - Taxas anuais de drenagem urbana (por lote) pelo método 3	134
Figura 30 - Taxas anuais de drenagem urbana (por lote) pelo método URAPE	134
Figura 31 – Distribuição das taxas de manutenção pelo método 3	135
Figura 32 - Taxa de drenagem x Área do lote: a) Método 1. b) Método 2. c) Método 3. d) URAPE.....	137
Figura 33 - Taxa de drenagem x Área impeável do lote: a) Método 1. b) Método 2. c) Método 3. d) URAPE	138

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Principais resultados do PNSB de 2008.....	31
Quadro 2 – Porte dos municípios brasileiros.....	37
Quadro 3 - Principais resultados do diagnóstico de drenagem urbana de Santa Catarina	42
Quadro 4 – Síntese da legislação que envolve a drenagem urbana	46
Quadro 5- Requisitos de uma taxa aplicados à drenagem	54
Quadro 6 – Termos mais utilizados na determinação de uma taxa de drenagem.....	57
Quadro 7 - Descrição das taxas de drenagem aplicadas pela SEMSWA	68
Quadro 8 – Fator de Taxas em Fort Collins	70
Quadro 9- Taxa fixa mensal dos imóveis residenciais em Gainesville .	71
Quadro 10- Taxa fixa anual dos imóveis residenciais em Orlando	71
Quadro 11 - Taxas de drenagem em Minneapolis	73
Quadro 12 – REF de West Saint Paul, Minnesota.....	73
Quadro 13 - Taxas de drenagem em New Brighton	74
Quadro 14 - Taxas mensais de águas pluviais em cidades do Canadá ...	75
Quadro 15 – Informações necessárias para a taxa de drenagem de Ottawa-Carleton/Canadá.....	79
Quadro 16 - Passos para a definição de uma taxa de drenagem na África do Sul.	81
Quadro 17 - Modalidades de desconto na taxa pluvial.....	83
Quadro 18 - Taxas de águas pluviais implantadas na França.....	84
Quadro 19 – Dificuldades na aplicação de taxas de águas pluviais na França.....	85
Quadro 20 - Características e impactos dos diferentes modos de financiamento.....	101
Quadro 21 - Classes de uso do solo.....	112
Quadro 22 – Medição da qualidade da classificação supervisionada ajustada.....	114
Quadro 23 - Classificação do impacto de um novo tributo no saneamento.....	122
Quadro 24 - Parâmetros necessários à aplicação das taxas de drenagem	123
Quadro 25 – Principais resultados da URAPE aplicada ao município de Santo Amaro da Imperatriz	140

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Indicadores selecionados para as metas do PLANSAB	31
Tabela 2 – Municípios de acordo com a situação do Plano Diretor	38
Tabela 3 - Participação do FPM nas receitas correntes	40
Tabela 4 – Desastres hidrológicos registrados em Santa Catarina por faixa populacional	42
Tabela 5- Taxas mensais de drenagem para residências unifamiliares em cidades diversas no Estado da Carolina do Norte	66
Tabela 6 – Taxa anual de drenagem para residências unifamiliares em Denver.....	69
Tabela 7 – Taxa de drenagem para as demais propriedades.....	69
Tabela 8 – Taxa mensal de drenagem para Fort Collins	70
Tabela 9 – Taxas mensais de gestão das águas pluvias estimadas para cidades da África do Sul (valores em 2010).....	82
Tabela 10 – Taxas de águas pluviais e neve com base no volume	86
Tabela 11 – Taxas de águas pluviais e neve com base na área impermeável.....	86
Tabela 12 - Exemplo da aplicação do método de Tucci para um lote com área impermeável de 300m ²	91
Tabela 13 – Taxa total de drenagem para as sub-bacias I (Sb.I) e II (Sb.II).....	97
Tabela 14 – Taxas anuais de drenagem pelo método de Tucci (2002). 97	
Tabela 15 - Taxas de águas pluviais (residências unifamiliares) em seis países	99
Tabela 16 – Comparação entre dois estudos hipotéticos sobre taxa de drenagem no Brasil.....	100
Tabela 17 - Dados gerais sobre a área de estudo.....	103
Tabela 18 - Áreas impermeabilizadas estratificadas por lote	117
Tabela 19 – Custos diretos (R\$) das atividades relacionadas à drenagem urbana em Santo Amaro da Imperatriz.....	119
Tabela 20 - Custos de operação e manutenção dos serviços de drenagem urbana em municípios da Grande Florianópolis.....	120
Tabela 21 – Uso do solo na área urbana.....	125
Tabela 22 - Definição da URAPE para Santo Amaro da Imperatriz..	127
Tabela 23 – Comparação da URAPE com as taxas médias internacionais	128
Tabela 24 - Taxas por URAPES.....	129
Tabela 25 - Impacto da taxa de drenagem na renda mensal	131
Tabela 26 - Síntese da simulação das taxas à área de estudo	132

Tabela 27 – Taxa anual de drenagem pelas metodologias nacionais ..	135
Tabela 28 - Valores referentes à taxa mínima para áreas impermeabilizadas	136
Tabela 29 - Valores referentes à taxa máxima para áreas impermeabilizadas	139
Tabela 30 – Taxa anual máxima e mínima referente aos lotes vagos.	140

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AH - Alternativa Hidrológica
APP - Áreas de Preservação Permanente
BMP - Best management practices
CAD - *Canadian Dollar*
CTN - Código Tributário Nacional
Eq -Equação
ERU - Unidade Residencial Equivalente
SEU - Unidade de Águas Pluviais Equivalente
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ID - Intensidade de Desenvolvimento
IPTU -Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana
MAP - Manejo de Águas Pluviais
MRS - Manejo de Resíduos Sólidos
NPDES - National Pollutant Discharge Elimination System
PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico
PLN - Zloty polonês
PNSB -Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PPA - Plano plurianual
PPAM -Plano Plurianual Municipal
REF - Fator Equivalente Residencial
SEMSWA - Southeast Metro Stormwater Authority Board of Directors
URAPE - Unidade Residencial de Águas Pluviais Equivalente
USD - *United States Dollar*
ZAR - *Rands sul africano*

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Descrição
A	Área do imóvel (m ²)
A _b	Área da bacia (m ²)
A _i	Área impermeável de toda a bacia (%);
a _{ij}	Área impermeabilizada do imóvel j (m ²);
a _{ivias}	Área impermeabilizada das vias (m ²)
A _l	Área total de lotes urbanizados ou não (m ²)
A _{SVi}	Áreas públicas (praças) e do sistema viário impermeáveis (m ²)
A _{SVp}	Áreas públicas (praças) e do sistema viário permeáveis (m ²)
C _t	Custo total para realizar a operação e manutenção do sistema de drenagem (R\$)
C _{manp}	Custo de manutenção associado a áreas permeáveis (R\$)
C _{mani}	Custo de manutenção associado a áreas impermeáveis (R\$)
C _{me}	Custo médio do sistema por área impermeável (R\$/m ²)
C _{ui}	Custo unitário das áreas impermeáveis (R\$/m ²)
C _{tp}	Custo total de implementação do Plano (R\$)
F _r	Fator redutor da taxa
il	% de área impermeabilizado do lote
I _i	Amortização dos investimentos associados a áreas impermeáveis (R\$/ano)
I _p	Amortização dos investimentos associados a áreas permeáveis (R\$/ano)
n	Quantidade de lotes residenciais na área urbana
S _l	Área de cada lote, urbanizado ou não (m ²)
T _i	% de impermeabilização do lote
T _{inv}	Taxa de drenagem para amortização dos investimentos (R\$)
T _{man}	Taxa de drenagem para manutenção do sistema (R\$)
T _{mani}	Taxa de manutenção associada a edificações impermeáveis (R\$)
T _{manp}	Taxa de manutenção associado à área permeável (R\$)
T _{manSVi}	Taxa de manutenção associado a áreas impermeáveis do sistema viário (R\$)
T _{manSVp}	Taxa de manutenção associado a áreas permeáveis do sistema viário (R\$)
T _x	Taxa anual a ser cobrada pelo imóvel (R\$)
T _{xp}	Custo para cada área de lote urbanizado (R\$)
T _{xp'}	Custo para cada área sem impermeabilização (R\$)

$V_{\text{máx}}$	Valor máximo anual do rendimento familiar para comprometimento com o pagamento da taxa de drenagem
$\sum_{A_{il}}$	Somatório de todas as áreas impermeáveis dos lotes residenciais
€	Euro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	25
2. OBJETIVO.....	27
2.1. Geral	27
2.2. Específico	27
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	29
3.1. Panorama da Drenagem Urbana no Brasil	29
3.2. Gestão dos Municípios de Pequeno Porte no Brasil.....	37
3.3. Gestão da Drenagem Urbana em Santa Catarina	41
3.4. Legislação Aplicada à Drenagem Urbana	45
3.5. Instrumentos Econômicos Aplicados à Drenagem Urbana	49
3.5.1. Imposto	50
3.5.2. Contribuição de melhoria	52
3.5.3. Taxas	52
3.6. Taxas de Drenagem Urbana	53
3.6.1. Experiências Internacionais	55
3.6.2. Experiências Nacionais	89
3.6.3. Discussão	98
4. MATERIAIS E MÉTODOS	103
4.1. Área de Estudo.....	103
4.2. Desenvolvimento uma Taxa de Drenagem urbana para Municípios de Pequeno Porte	106
4.3. Simulação da URAPE.....	110
4.3.1. Áreas impermeáveis residenciais	110
4.3.2. Estratificação por Lote	115
4.3.3. Custos de Operação e Manutenção	118
4.4. Impacto Socioeconômico	120
4.5. Aplicação e Comparação de outros métodos	122
5. RESULTADOS	125
5.1. Uso do Solo.....	125
5.2. Simulação da URAPE.....	127
5.3. Impacto Socioeconômico	130
5.4. Simulação e Comparação com Outros Métodos	132

5.5. Síntese dos Resultados.....	140
6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	143
REFERÊNCIAS	147
APÊNDICES	163

1. INTRODUÇÃO

A maior parte da população brasileira ocupa as áreas urbanas, compartilhando recursos ambientais, equipamentos públicos e a infraestrutura urbana. A pressão e sobrecarga no ambiente ocupado podem causar impactos significativos, com alterações sobre o ciclo hidrológico (SHUSTER *et al.*, 2005). As alterações decorrem do aumento expressivo das superfícies impermeáveis, as quais reduzem a infiltração da precipitação e aceleram o escoamento, diminuem a recarga dos lençóis freáticos e modificam as funções ecossistêmicas que mantêm a integridade das comunidades terrestres e biológicas (HEY, 2001; SMAKHTIN, 2001).

A combinação destes efeitos sobre os componentes hidrológicos acarreta em sobrecarga nos sistemas de drenagem, infraestrutura responsável pelo manejo das águas pluviais e por minimizar os riscos relacionados às enchentes (TUCCI e MELLER, 2007). O histórico constante de inundações no Brasil acompanha um histórico de baixos investimentos e falta de planejamento da drenagem urbana, que possui pouca visibilidade junto ao saneamento básico (BRASIL, 2011).

No Brasil, a drenagem urbana é o único componente do saneamento que não possui cobrança individualizada pela prestação dos serviços. Este componente é gerenciado em nível municipal pelas prefeituras, recaindo sobre elas o ônus financeiro dos custos de implantação e manutenção dos sistemas de drenagem (BAPTISTA e NASCIMENTO, 2002).

Este problema é intensificado nos municípios de pequeno porte (menos de 20.000 habitantes), que não possuem Plano Diretor para orientar seu crescimento, possuem escassez de recursos financeiros, limitação quanto à qualificação profissional e à capacidade técnica municipal (NOCETTI, 2008; MEIRELLES, 2007; AKAISHI, 2012). Neste contexto de limitações econômicas e técnicas aliadas à demanda de serviços cada vez mais crescente, a drenagem urbana é relegada a segundo plano dentro da administração municipal.

Desta forma, com vistas a prover de autonomia financeira e gerencial o sistema de drenagem urbana, muitos trabalhos defendem a cobrança pela prestação de serviços (CARVALHO, 1995; TUCCI, 2002; NASCIMENTO *et al.*, 2003 e GOMES, 2005). Esta cobrança é respaldada pela legislação brasileira em diversos níveis e, dada suas características, deve ser instituída por meio de taxas (BRASIL, 1966; LENGELER e MENDES, 2013).

No Brasil existem poucos estudos sobre o desenvolvimento de taxas de drenagem (ex: TUCCI, 2002; CANÇADO; NASCIMENTO; CABRAL; 2005; GOMES; BAPTISTA; NASCIMENTO, 2008), e nenhuma delas foi efetivamente aplicada. No cenário internacional é comum a cobrança de uma taxa de drenagem. Nos Estados Unidos, por exemplo, existem taxas em quase 80% dos Estados (CAMPBELL, 2013). Cobranças por meio de taxas também são encontradas na Alemanha, Canadá, Dinamarca, França, Inglaterra, Polônia, Suécia e Suíça.

Diante do cenário apresentado, foi desenvolvida, no presente estudo, uma taxa de drenagem urbana que pode ser aplicada para recuperar os custos de manutenção e operação dos sistemas de drenagem em municípios de pequeno porte. A análise das experiências existentes, principalmente em nível internacional, forneceu subsídios para um modelo legal de taxa para municípios de pequeno porte.

A taxa desenvolvida foi simulada para o município de Santo Amaro da Imperatriz, localizado no Estado de Santa Catarina. Este município contempla toda a problemática existente nos pequenos municípios e, a ausência de um Plano Diretor, contribui para o crescimento urbano desordenado. A instituição de uma taxa visa contribuir para o planejamento e gestão municipal da drenagem urbana.

2. OBJETIVO

2.1. GERAL

Desenvolver e simular uma taxa de drenagem urbana que pode ser usada para recuperar os custos dos serviços públicos de águas pluviais em municípios de pequeno porte.

2.2. ESPECÍFICO

Para atingir o objetivo geral, foram realizados os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar o impacto socioeconômico da aplicação da taxa de drenagem;
- Aplicar e comparar as diferentes metodologias de taxas de drenagem;
- Simular a taxa de drenagem desenvolvida para o município de Santo Amaro da Imperatriz.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. PANORAMA DA DRENAGEM URBANA NO BRASIL

O último censo divulgado pelo IBGE, em 2010, revela que o Brasil já ultrapassou a marca de 190 milhões habitantes. Deste total, 84,4% habita a área urbana (IBGE, 2011). Esse crescimento da população, principalmente da urbana, provoca impactos significativos no meio ambiente, com profundas modificações no uso do solo e alterações nas respostas hidrológicas das áreas urbanizadas. O efeito mais notável refere-se à diminuição da infiltração e o consequente aumento do escoamento superficial, com o carreamento de sedimentos e poluentes das áreas urbanas para os corpos d'água receptores (FONTES e BARBASSA, 2003; CAMERON *et al.*, 1999). Desta forma, a urbanização aliada à ausência de planejamento faz com que a drenagem urbana de águas pluviais enfrente um caminho de crescente complexidade no Brasil.

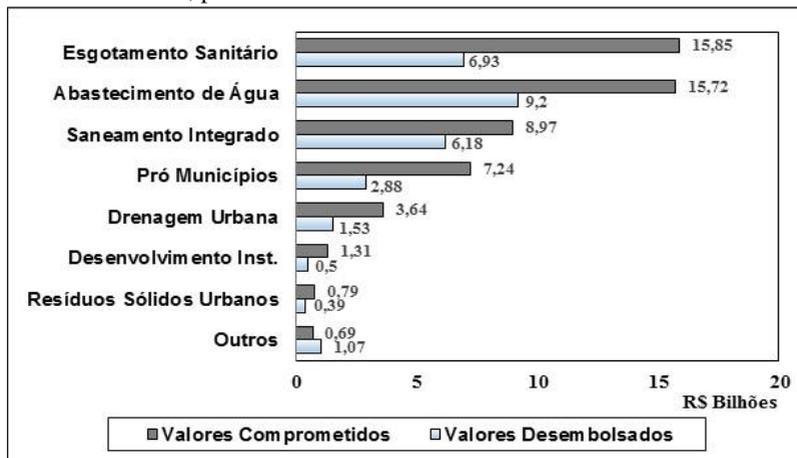
A drenagem urbana, conforme a Lei nº 11.445/07, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, é considerada componente do saneamento ambiental, juntamente com as atividades relacionados ao abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Contudo, a oferta de água tratada e a coleta e tratamento do esgoto sempre receberam maior atenção, já que, historicamente, estes itens são primordiais à sobrevivência da população, à saúde e ao bem-estar humano. Este fato acabou relegando aos demais componentes um destaque secundário, e o manejo de resíduos sólidos e das águas pluviais urbanas não são tão debatidos e abordados e, assim, os investimentos nestas áreas geralmente são insuficientes.

A afirmação anterior encontra respaldo nos gastos públicos com saneamento básico dos últimos anos (Figura 1), em que se observa que os resíduos sólidos e a drenagem urbana são os itens que receberam menores investimentos dentre os componentes do saneamento básico ambiental.

O financiamento dos sistemas de saneamento nos anos 90, foi realizado por meio do programa PROSANEAMENTO, da Secretaria de Política Urbana (SEPURB)/Ministério do Planejamento. O programa possuía uma hierarquia de prioridades de financiamento: Esgotamento sanitário, abastecimento de água, resíduos sólidos e drenagem urbana. A taxa de juros anual para a drenagem era de 8%, ao passo que para os outros componentes era de 5%. Ademais, a contrapartida do município

deveria ser de 10%, a exceção da drenagem urbana, que correspondia a 20% (CHAMPS *et al.*, 2001).

Figura 1 – Valores totais comprometidos e desembolsados em iniciativas de saneamento básico, por modalidade – 2003 a 2010.



Fonte: Adaptado de Brasil (2011).

Nos últimos anos, em virtude da Lei nº 12.305/10, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), a temática da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos vem sendo mais abordada, enquanto a drenagem urbana continua em segundo plano. O saneamento deve ser abordado de forma integrada, assim, não é possível a gestão efetiva do abastecimento de água, esgotamento sanitário ou gerenciamento de resíduos sólidos sem que se planeje o manejo das águas pluviais urbanas.

O próprio Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), criado pelo Ministério das Cidades em 1995 (SNSA, 2015a), apresenta o diagnóstico de água e esgotos (1995-2013) e de resíduos sólidos (2002-2012), sem menção, contudo, ao manejo de águas pluviais. Apesar disso, o SNIS é considerado a base de dados mais ampla sobre saneamento básico no Brasil (BRASIL, 2015a).

A fragilidade nas informações atuais sobre a drenagem pluvial deve-se às dificuldades em se conceber indicadores adequados à caracterização da situação desse componente em nível local (BRASIL, 2015b). No Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), por exemplo, foram estabelecidas metas de curto, médio e longo prazo – respectivamente para os anos de 2018, 2023 e 2033, estabelecidas com

base na evolução histórica e da situação atual de 23 indicadores (Tabela 1).

Tabela 1 – Indicadores selecionados para as metas do PLANSAB

Indicadores	Número de indicadores
Água	7
Esgoto	6
Resíduos Sólidos	5
Gestão do saneamento	4
Drenagem Urbana	1

Fonte: Brasil (2015b).

A drenagem urbana participa com somente um indicador (número de municípios com inundações e/ou alagamentos na área urbana nos últimos cinco anos), valor aquém dos demais componentes. Este fato contribui para a omissão da drenagem urbana quando se analisa o saneamento ambiental sob a ótica das publicações governamentais.

No Brasil, pode-se considerar a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), de 2008 (IBGE, 2010a), umas das primeiras pesquisas oficiais que abordam a temática da drenagem urbana integrada ao saneamento. As principais conclusões da pesquisa são apresentadas no

Quadro 1.

A maioria de entidades prestadoras de serviços de Manejo de Águas Pluviais (MAP) pertence à esfera municipal, o que demonstra que a política deste elemento é atrelada à gestão municipal do saneamento ambiental. Existem somente 13 entidades privadas que executam esses serviços. Em 99,6% dos municípios os sistemas de drenagem são administrados diretamente pelas prefeituras, sendo predominantemente vinculados às secretarias de obras e serviços públicos.

Quadro 1- Principais resultados do PNSB de 2008

Tema	Conclusão
Entidades prestadoras do serviço de Manejo de Águas Pluviais (MAP)	98% (5.145) eram constituídas como órgãos da administração direta do poder público
	99,6% (5.243) pertenciam à Esfera municipal
Municípios que declararam possuir MAP	5.256 (94,5%)
Municípios com Plano Diretor de MAP	141 (2,53%)

Tema	Conclusão
Municípios com MAP que possuíam dispositivos coletivos de detenção e amortecimento de vazão das águas pluviais urbanas	662 (12,7%)
% de municípios que possuem área de risco na área urbana que demandam drenagem especial, por tipo de área de risco	62,6% Áreas sem infraestrutura de drenagem
	56,8 % Áreas de baixios sujeitas a inundações e/ou proliferação de vetores
	42,0% Áreas em taludes e encostas sujeitas a deslizamentos
	19,7% Áreas urbanas com formações de grotões, ravinas e processos erosivos crônicos
	5,3% Outras
% de municípios por pontos de lançamento do efluente pluvial	74,4% - rios permanentes
	16,9%, cursos d'água intermitentes
	10,0%, lagoas
	20,7% áreas livres públicas ou particulares (ruas/terrenos)
	5,3% outros e 2,9%, mar
% de municípios por manutenção e conservação dos sistemas de drenagem	92,6% realizam a varrição e a limpeza de ruas,
	52,2% realizam a limpeza e desobstrução de galerias
Fatores agravantes da erosão e assoreamento nos municípios que realizam o MAP	48,2% citam sistemas inadequados de drenagem urbana
	47,8% citam as condições geológica e morfológica
	46,4% citam a ocupação intensa e desordenada do solo
Áreas em que ocorreram inundações e/ou alagamentos nos municípios	60,7% - Ocupação urbana em áreas inundáveis naturalmente por cursos d'água,
	48,1% - existência de áreas urbanas irregulares em baixios naturalmente inundáveis.
Fatores agravantes das inundações nos municípios	45,1% - Obstrução de bueiros/bocas de lobo, etc.,
	43,1% - Ocupação intensa e desordenada do solo,

Tema	Conclusão	
	31,7% - Obras inadequadas,	
	30,7% - Dimensionamento Inadequado de projeto,	
	30,7% - Lançamento inadequado de resíduos sólidos.	
Pessoal ocupado no serviço de MAP	62% (30.503) funcionários permanentes	40% tem dedicação exclusiva
		60% dedicação parcial
	38% (18.564) funcionários contratados, terceirizados ou somente comissionados	55% tem dedicação exclusiva
		45% dedicação parcial

Fonte: IBGE (2010a).

Assim, recai sobre as prefeituras o pesado ônus financeiro dos custos de implantação e manutenção dos sistemas de MAP. Na maioria das vezes, os serviços municipais com responsabilidade específica sobre a drenagem de águas pluviais não são organizados como entidades independentes, com autonomia financeira e gerencial (BAPTISTA e NASCIMENTO, 2002). Tais recursos são complementados, eventualmente, com financiamentos pontuais dos governos federal ou estadual ou ainda por empréstimos de bancos.

Esta fragilidade financeira da drenagem urbana leva à descontinuidade dos programas relacionados, o que implica na ausência de planejamento a longo prazo. Champs *et al.* (2001) reforçam que a situação é agravada pelo fato dos municípios não disporem de meios de tributação pela prestação destes serviços.

Dos 94,5% dos municípios que afirmaram realizar o MAP, somente 12,7% possuem dispositivos de detenção e amortecimento de vazão das águas urbanas. Estes dispositivos contribuem na prevenção de inundações, bem como evitam o carregamento de sedimentos para os corpos receptores dos efluentes da drenagem pluvial (IBGE, 2010a). A ausência destes dispositivos é facilmente perceptível quando se analisa a presença de áreas de risco, em que um em cada três municípios demanda drenagem especial.

As áreas urbanas sem infraestrutura de drenagem ocorrem em 62,6% das cidades. Dentre os municípios que relataram a existência de áreas de risco nas áreas urbanas, somente 14,6% utilizam instrumentos de planejamento e prevenção de desastres (informações pluviométricas ou meteorológicas, fluviométricas ou hidrológicas, de monitoramento dos cursos d'água), o que limita ainda mais as condições de MAP.

Esse problema é uma das principais limitações da drenagem urbana elencadas por Baptista e Nascimento (2002), que citam que o conhecimento precário sobre os processos hidrológicos e o funcionamento hidráulico dos sistemas implantados, em que se destaca a insuficiência de monitoramento hidrológico em áreas urbanas, impedem o desenvolvimento de metodologias de dimensionamento de novos sistemas.

A varrição e a limpeza de ruas foi a medida que recebeu maior atenção dentre as opções de manutenção e conservação dos sistemas de drenagem, sendo adotada em 92,6% dos municípios. Já as atividades de limpeza e desobstrução de galerias são praticadas em 52,2% das cidades. A relação entre o componente do saneamento ambiental resíduos sólidos e o MAP é explicada por Righetto, Moreira e Sales (2009). Os autores comentam que os resíduos sólidos obstruem elementos do sistema de drenagem e diminuem sua capacidade de escoamento por depósitos e assoreamentos; além de alterar a qualidade da água circulante nos sistemas de drenagem e nos corpos receptores. Tais receptores são os rios permanentes na maioria das cidades, com influência, então, nos sistemas de abastecimento de água.

A maioria (62%) dos funcionários ocupados no serviço de MAP possuem cargos permanentes, dos quais apenas 40% tem dedicação exclusiva. Ou seja, os demais 60%, que possuem dedicação parcial, devem ser realocados para a drenagem somente em situações emergenciais, quando da ocorrência de alguma eventualidade. Dos funcionários com dedicação exclusiva no MAP, 82% trabalham com operação e manutenção dos sistemas, enquanto apenas 18% estão alocados no setor de administração da drenagem.

Esta é outra limitação citada por Baptista e Nascimento (2002): A inadequação das equipes técnicas e gerenciais responsáveis pelos serviços de drenagem pluvial, tanto em número de profissionais quanto em qualificação e atualização técnica para o exercício da função. A fragilidade das equipes técnicas municipais responsáveis pela drenagem urbana apresenta reflexos óbvios na eficiência da operação dos sistemas.

Com a crescente consciência governamental do papel da drenagem urbana na prevenção das inundações, a pesquisa do IBGE

(2014a) inseriu questões específicas sobre a gestão de riscos e desastres, com a inclusão de questionamentos relacionados ao saneamento ambiental e ao manejo de águas pluviais. Segundo a pesquisa, 2.065 cidades foram atingidas por alagamentos nos últimos cinco anos do levantamento (2009-2013), ou seja, 37,1% dos municípios brasileiros, um total levemente inferior quando comparado à pesquisa anterior (IBGE, 2010a).

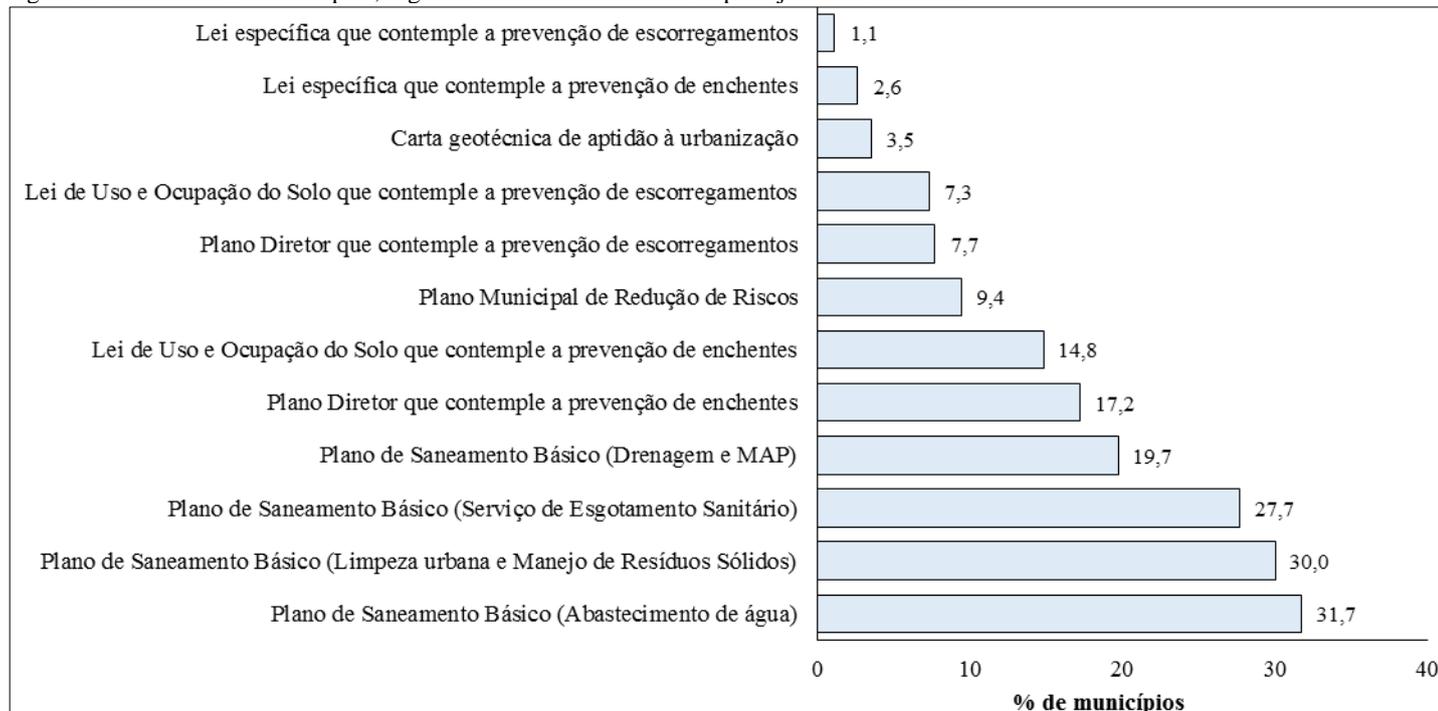
Em 2.274 municípios que declararam a ocorrência de alagamentos e inundações nos últimos cinco anos da pesquisa, 60,7% informaram que estas ocorreram em áreas inundáveis naturalmente por cursos d'água com a ocupação urbana e 48,1% informaram a existência de áreas urbanas irregulares em baixios naturalmente inundáveis, o que demonstra a influência do uso e ocupação do solo e a drenagem urbana. Como fatores agravantes, a maioria das cidades citou a obstrução de bueiros/bocas de lobo e ocupação intensa e desordenada do solo. O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (BRASIL, 2013) também cita as obras inadequadas de drenagem e a ausência da gestão do saneamento como fatores indutores de inundações e alagamentos.

Os alagamentos caracterizam-se pela extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e o consequente acúmulo de água nos perímetros urbanos, em decorrência de precipitações intensas e da topografia suave (CERRI, 1999). Ocorrem, segundo Nobre *et al.* (2011), em cidades com sistemas de drenagem deficientes, aliados à própria redução da infiltração natural nos solos urbanos causada pela urbanização.

Os alagamentos são frequentes nas cidades mal planejadas ou que cresceram abruptamente, em consequência das dificuldades de realização de obras de drenagem e de esgotamento de águas pluviais (CASTRO, 2003). Desta forma, os sistemas de drenagem são altamente impactados e sobressaem-se como um dos problemas mais sensíveis causados pela urbanização sem planejamento, ou seja, o que mais facilmente comprova a sua ineficiência imediatamente após as precipitações significativas (FUNASA, 2006).

Ainda na pesquisa de IBGE (2010a) foram investigados doze instrumentos de planejamento capazes de contemplar e abordar a prevenção, a redução e a gestão de riscos e desastres (Figura 2). Praticamente todos possuem relação com a drenagem urbana, contudo, os instrumentos mais citados foram justamente aqueles que excluíram a drenagem do seu planejamento, caracterizados pelos planos de saneamento básico contemplando apenas um tipo de serviço.

Figura 2 – Percentual de municípios, segundo as leis e instrumento de planejamento utilizados



Fonte: Adaptado de IBGE (2014a).

Apesar da ocorrência de inundações urbanas estar relacionada à inadequação dos sistemas de manejo das águas pluviais, apenas 19,7% (1.099) dos municípios afirmaram contemplar os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas no Plano de Saneamento Básico (IBGE, 2014a), dos quais 37% referem-se aos municípios de pequeno porte. Contradiatoriamente, a maioria (94,5%) dos municípios afirmou realizar o manejo de águas pluviais.

A eficiência do MAP, por sua vez, está relacionada à criação de um Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais, instrumento presente em apenas 141 municípios (2,53%), conforme IBGE (2010a). Já o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano é um instrumento existente em 2.785 municípios (50%) (IBGE, 2014a), mas a maioria aborda apenas de zoneamento e parcelamento do solo, sem considerar os efeitos ambientais, principalmente sobre a infraestrutura de drenagem (CRUZ e TUCCI, 2008).

A não utilização dos instrumentos de ordenação da política urbana em momento oportuno implica na necessidade de implantação de dispositivos de controle de escoamento. Estes problemas poderiam ser evitados se os planejadores observassem mais atentamente como a drenagem desenvolve-se em uma área urbana, e incorporassem essas informações nas atividades preliminares do processo de planejamento (OLIVEIRA e MENDES, 2008).

3.2. GESTÃO DOS MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE NO BRASIL

Os municípios brasileiros podem ser classificados quanto à divisão de sua população em cinco grupos, desde pequenos (até 20.000 habitantes) até metrópoles, que abrangem as cidades com mais de 900.000 habitantes (Quadro 2).

Quadro 2 – Porte dos municípios brasileiros

Porte	Habitantes
Pequeno Porte 1	até 20.000
Pequeno Porte 2	de 20.001 até 50.000
Médio	de 50.001 a 100.000 habitantes
Grande	100.001 a 900.000
Metrópole	superior a 900.000 habitantes

Fonte: Brasil (2005a)

Alguns trabalhos adotam outras classificações. Santos e Silveira (2001), por exemplo, consideram a faixa de 20 a 500 mil habitantes para

as cidades médias, ao passo que abaixo de 20 mil habitantes são as cidades de pequeno porte. Já Veiga (2004) associa o critério de tamanho populacional à densidade demográfica, em que pequenos são os municípios com menos de 50 mil habitantes e menos de 80 hab./km²; enquanto os de médio porte são constituídos por municípios com população no intervalo de 50 a 100 mil habitantes, ou cuja densidade supere 80 habitantes por km².

No presente estudo adota-se a classificação utilizada por Brasil (2005a) e Santos e Silveira (2001) para os municípios de pequeno porte 1. A escolha deve-se ao fato destas classes representarem o limiar entre a obrigatoriedade da existência de Plano Diretor, que é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana dos municípios conforme o Estatuto da Cidade.

A realidade do Brasil, conforme os dados de população estimados por IBGE (2014b), mostra que 69% dos municípios no país enquadraram-se como pequeno porte 1, o que equivale a 3.842 cidades. Desta forma, os municípios de pequeno porte representam a grande maioria dos municípios brasileiros.

No conjunto do país, 50% (2.785) dos municípios possuem Plano Diretor, ao passo que 36% (2.019) das cidades não contam com este instrumento (97% de pequeno porte) e 14% (763) estavam elaborando durante a aplicação da pesquisa (IBGE, 2014a). O alto índice de pequenos municípios sem um plano diretor deve-se a sua não obrigatoriedade para estes. Na análise destes municípios em grupos populacionais, nota-se que quanto maior a população, menor é a proporção das cidades que não possuem plano diretor (Tabela 2).

Tabela 2 – Municípios de acordo com a situação do Plano Diretor

Porte	Com Plano		Elaborando Plano		Sem Plano	
	Total	(%)	Total	(%)	Total	(%)
Até 5.000 hab.	379	30,4	188	15,1	679	54,5
5.001 à 10.000 hab.	389	31,7	195	15,9	642	52,4
10.001 à 20.000 hab.	477	34,6	272	19,7	629	45,6
> 20.000 hab.	1.540	89,6	108	6,3	69	4,1
Total	2.785	50	763	14	2.019	36

Fonte: Adaptado de IBGE (2014a)

Embora os pequenos municípios não sejam contemplados no Estatuto da Cidade, existe a possibilidade de regulamentação e aplicação de instrumentos de planejamento, os quais podem auxiliar significativamente no desenvolvimento de seus territórios

(BERNARDY, 2013). Contudo, esta sistemática não é difundida nos pequenos municípios brasileiros (DA SILVA, 2008). Desta forma, é comum que estes municípios, sem nenhuma estratégia de crescimento, desenvolvam-se de forma desordenada até alcançar o número de habitantes exigido legalmente, para então optarem por elaborar seu plano diretor (SALGUEIRO, NUNES e RODRIGUES, 2012).

Em 393 municípios brasileiros não há quaisquer instrumentos de planejamento (IBGE, 2014a), tais como legislação sobre zona e/ou área de interesse social ou especial, lei de perímetro urbano ou parcelamento, uso e ocupação do solo; zoneamento, código de obras, dentre outros. Destes, 91% referem-se aos municípios com até 20.000 habitantes.

Estas leis têm como objetivo promover o adequado ordenamento territorial, a ausência destes instrumentos traduz-se em dificuldades na definição de diretrizes e instrumentos para orientar o crescimento e ordenamento das cidades, principalmente as de pequeno porte.

Na atualidade o Município assume todas as responsabilidades na ordenação da cidade, na organização dos serviços públicos locais e na proteção ambiental de sua área, agravadas a cada dia pelo fenômeno avassalador da urbanização, que invade os bairros e degrada seus arredores com habitações clandestinas e carentes dos serviços públicos essenciais ao bem-estar dessas populações (MEIRELLES, 2007, p. 35).

Assim, as dificuldades para gestão e planejamento territorial nos pequenos municípios são muito maiores que nas cidades médias e grandes, nas quais os recursos financeiros, institucionais e administrativos lhes conferem maior autonomia (AKAISHI, 2012). O Estatuto da Cidade foi pensado a partir da lógica de grandes e médias cidades, conforme cita Brasil (2015b), em que se pressupôs que todos os municípios possuiriam capacidade e autonomia para incorporar os instrumentos urbanísticos em seu processo de planejamento urbano.

A ausência de autonomia financeira dos pequenos municípios pode ser observada nos dados de distribuição do Fundo de Participação dos Municípios (FPM), que se constitui por 23,5% de todo o produto da arrecadação federal líquida do Imposto sobre a Renda e Proventos de Qualquer Natureza (IR) e do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), conforme consta na Constituição Federal (BRASIL, 1988). As pequenas localidades possuem uma maior participação do FPM nos seus

orçamentos, haja vista a sua baixa capacidade de arrecadação de tributos próprios, conforme se observa na Tabela 3 .

Tabela 3 - Participação do FPM nas receitas correntes

Intervalo Populacional (habitantes)	Em R\$ milhão	Partic. na receita corrente	FPM per capita
		%	em R\$
Até 10 mil	15.092,8	47,2	1.165,12
De 10 mil até 20 mil	13.328,4	35,7	675,76
De 20 mil até 50 mil	16.430,0	27,4	499,29
De 50 mil até 100 mil	8.458,4	19,5	358,30
De 100 mil até 200 mil	6.393,9	15,1	303,65
De 200 mil até 500 mil	6.734,9	10,0	2.013,06
Acima de 500 mil	7.036,0	5,3	124,73
Total dos municípios	73.474,4	17,7	370,58

Fonte: FNP (2014)

O conjunto das cidades brasileiras recebeu R\$ 73,47 bilhões em 2013 (17,7% da receita corrente), mas nas cidades com menos de 10 mil habitantes, o FPM representou 47,2% da receita corrente (FNP, 2014). Nos municípios com população entre 10mil e 20mil habitantes, a participação do FPM chegou a 35,7% da receita. A autonomia financeira ocorre quando o município institui, arrecada e aplica seus próprios tributos, o que não ocorre nos pequenos municípios, que são os mais dependentes do FPM para a execução de suas obrigações constitucionais, entre elas as obras da drenagem urbana.

Desta forma, os municípios de pequeno porte apresentam dificuldades operacionais para a prática do planejamento e da gestão urbana, dada à falta de estrutura institucional e administrativa, tais como profissionais qualificados, instrumentos e condições operacionais apropriadas para o desenvolvimento do processo (BRASIL, 2005b). Os recursos são escassos e a quantidade de serviços demandados pela população é crescente.

Dentro deste contexto de limitações municipais, verifica-se a necessidade de implementar o planejamento municipal do saneamento, item necessário para a promoção da saúde pública (LISBOA *et al.*, 2013). Contudo, conforme descrito no capítulo anterior, poucos municípios possuem Planos Municipais de Saneamento Básico. A existência deste plano é condição para acesso a recursos orçamentários da União ou a recursos de financiamentos geridos ou administrados por órgão ou entidade da Administração Pública federal, quando destinados

a serviços de saneamento básico. O prazo para entrega obrigatória deste instrumento foi, pela 3ª vez em seis anos, postergado pelo Governo Federal. Os municípios ganharam mais dois anos para elaboração do plano, com prazo agora estabelecido para 31 de dezembro de 2017 (Decreto nº 8.629/2015).

As dificuldades observadas na gestão da drenagem referem-se a indisponibilidade de recursos financeiros, a limitação quanto a qualificação profissional, capacidade técnica municipal, a ausência de integração de órgãos das áreas que compõem o saneamento, a vontade política e outros (POMPÊO, 2000a; NOCCETTI, 2008; TASCA, 2012; LISBOA *et al.*, 2013). Estes problemas são intensificados nos pequenos municípios, em que, para não prejudicar os demais setores dos serviços públicos, a área da drenagem urbana acaba por receber os menores investimentos (ALVES JUNIOR, 2014).

3.3. GESTÃO DA DRENAGEM URBANA EM SANTA CATARINA

O Estado de Santa Catarina possui 295 municípios, dos quais 79,2% são de pequeno porte (IBGE, 2011). Este fato exige a necessidade de se considerar um planejamento com base na realidade territorial destes municípios, em que considere as suas especificidades.

A formação temporal e espacial urbana catarinense caracteriza-se como incompleta pela ausência de cidades de grande porte. O desmembramento de municípios implicou na criação de novas cidades e áreas urbanas, sendo que as formas de planejamento destes municípios não antecedem o uso do solo urbano, tampouco rurais (BERNARDY, 2013).

Assim, a ausência de planejamento do uso e ocupação do solo tem contribuído para a ocorrência de inundações e alagamentos cada vez mais constantes nos municípios catarinenses, principalmente nos de pequeno porte. Observa-se que a maioria dos desastres registrados entre os anos de 1990-2011 ocorreu em municípios com até 20 mil habitantes (Tabela 4).

Esta situação é amplamente divulgada pela imprensa imediatamente após algum evento catastrófico, mas não existe uma política pública efetiva destinada a abordar o problema (POMPÊO, 2000a). De um modo geral, o governo age de modo emergencial, preparando-se para o próximo desastre, ao invés de prevenir a sua ocorrência. O manejo satisfatório das águas pluviais torna-se, assim, um dos principais desafios dos gestores municipais catarinenses.

Tabela 4 – Desastres hidrológicos registrados em Santa Catarina por faixa populacional

Intervalo Populacional nos municípios	Desastres registrados (1990-2011)	
	Total	%
≤ 20.000 hab	1.328	64,6
> 20-100.000 hab	504	24,5
>100.000 hab	224	10,9

Fonte: Compilado a partir dos dados de MI/Brasil (2011) e IBGE (2011)

Em 99% dos municípios catarinenses, a prefeitura é a única executora dos serviços de manejo de águas pluviais (IBGE, 2010a), mas em apenas 21% deles existe instrumento legal regulador. Destes, apenas 4% (13 municípios) referem-se ao Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais. Entretanto, acredita-se que estes dados sejam equivocados, haja vista que algumas destas cidades possuem população inferior a dez mil habitantes, ou seja, são muito pequenas, tais como Águas Mornas, Angelina, Antônio Carlos e Trombudo Central.

Em 1998, a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SDM/SC) realizou um diagnóstico da drenagem urbana em Santa Catarina por meio de questionários com os gestores municipais (SANTA CATARINA, 1998). Os questionários foram enviados a todos os 293 municípios¹, à época, do Estado e foram respondidos por 284 (97%). Apresenta-se a pesquisa por meio de eixos temáticos, sintetizados no quadro seguinte.

Quadro 3 - Principais resultados do diagnóstico de drenagem urbana de Santa Catarina

Eixo	Resultado do diagnóstico
1-Atuação e estruturação do órgão	<ul style="list-style-type: none"> • Ausência de vontade política; • Descontinuidade administrativa; • Inexistência de recursos financeiros; • Ausência de um órgão especializado; • Carência de equipamentos; • Falta de integração entre os órgãos municipais; • Profissionais desqualificados.
2- Planejamento e projetos	<ul style="list-style-type: none"> • Ausência de critérios técnicos;

¹ Os municípios de Balneário Rincão e Pescaria Brava foram instalados oficialmente em 2013; totalizando, atualmente, 295 municípios.

Eixo	Resultado do diagnóstico
	<ul style="list-style-type: none"> • Ausência de diretrizes estaduais para a drenagem; • Poucas iniciativas na elaboração de Planos Diretores Municipais de Drenagem Urbana; • Soluções pontuais; • Ausência de cadastros de redes de drenagem; • Falha na integração com o saneamento básico.
3-Normas utilizadas	<ul style="list-style-type: none"> • Maioria utiliza Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano; • Ausência de fiscalização.
4- Estruturação municipal	<ul style="list-style-type: none"> • Em 25% dos municípios não existia alguém responsável pela drenagem urbana; • Ausência de profissional habilitado de nível superior; • Drenagem vinculada ao setor de obras.
5- Problemas observados na área urbana	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade insuficiente das tubulações de drenagem; • Transbordamento de córregos, rios ou canais; • Falta de manutenção (limpeza, desassoreamento,

Fonte: Adaptado de SANTA CATARINA(1998)

No que diz respeito ao eixo 1, muitos municípios apontaram que várias soluções inerentes ao setor passam pela falta de vontade política em resolver os problemas, pois em muitas prefeituras cultua-se a realização de obras que “apareçam” e, conseqüentemente, obras de drenagem e esgotamento sanitário não teriam prioridades. Outro problema mencionado foi a descontinuidade administrativa, em que as mudanças políticas alteram as prioridades de investimento. A inexistência de recursos financeiros para o setor foi outro problema muito comentado pelos gestores, além da ausência de um órgão que atue especificamente e de forma efetiva em drenagem, deficiência esta aliada à falta de profissionais qualificados no setor.

Já no eixo 2, a pesquisa havia constatado que haviam poucas iniciativas em Planos Diretores Municipais de Drenagem Urbana no Estado, fato este não diferente da realidade atual. Ainda, a elaboração de projetos não seguia nenhuma norma ou recomendação técnica padronizada, baseando-se na experiência do profissional envolvido. A existência de ligações de esgoto clandestinas na rede de drenagem ocorria em 198 municípios (72%), o que causa a poluição dos mananciais destinados ao abastecimento público e o conseqüente crescimento das doenças provocadas pela água. Concluiu-se que a

drenagem deveria ser gerida de uma maneira coerente e efetiva, com recursos orçamentários e financeiros garantidos e, conforme sugerido por alguns municípios, deveria haver um núcleo coordenador de apoio aos pequenos municípios (técnico e fiscal) para viabilizar pequenos projetos.

Com relação às normas utilizadas no setor da drenagem, eixo 3, 87% dos municípios afirmaram utilizar diretrizes para o planejamento urbano, tais como Plano Diretor e a lei de parcelamento do uso do solo urbano. Contudo, a carência de fiscalização para a correta aplicação destes instrumentos, principalmente quando da implantação de loteamentos, contribui para que as normas utilizadas não sejam efetivas.

O eixo 4 indicou que em 25% dos municípios não existia alguém responsável pela drenagem urbana. Quando existia, esta pessoa ocupava a função de secretário ou diretor na maioria das cidades (45%). Desta forma, não necessariamente tem-se, no desempenho destas atividades, uma pessoa com conhecimento técnico sobre a questão. Menos de 10% das prefeituras possuem no comando das atividades de drenagem urbana, um profissional habilitado de nível superior. A drenagem urbana está vinculada, em 64% das cidades, ao setor de obras da prefeitura.

No eixo 5, quase 80% dos municípios indicaram problemas em relação à micro e macrodrenagem, com o alagamentos de ruas motivados pela insuficiência das tubulações de drenagem; além de problemas de cheias ou inundações provocadas pelo transbordamento de córregos, rios ou canais. A manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem era realizada mais de uma vez ao ano em somente 71 cidades (25%), as quais relataram menor frequência de inundações e alagamentos. Em 187 municípios ocorria o desassoreamento de rios, córregos e canais somente “as vezes”, o que na prática pode ter o significado de “quase nunca”. Estes fatos traduziram-se em ocorrências mais frequentes de enchentes e inundações. Nesse item foi ressaltado a necessidade de projeto específico para as obras de qualquer porte e a importância da manutenção e limpeza dos sistemas de drenagem.

Apesar deste diagnóstico ter sido realizado no ano de 1998, este panorama ainda reflete a realidade da drenagem urbana no contexto catarinense. No ano de 2012, pesquisa semelhante foi realizada na bacia hidrográfica do rio Itajaí Açu. Esta bacia é a unidade hidrográfica mais atingida por desastres hidrológicos em todo o Estado de Santa Catarina, e os pequenos municípios da mesma concentram 69% destes eventos severos (TASCA, POMPÊO e FINOTTI, 2015).

A maioria das deficiências apontadas no Quadro 3 também foram diagnosticados para essa região, mesmo com a diferença de quatorze

anos entre ambas as pesquisas. A investigação mais recente (2012) apontou que em 28,5% dos municípios da bacia não há nenhum setor a qual a drenagem esteja vinculada. Esse fato, segundo Filho e Cordeiro (2000), faz com que a drenagem seja praticamente “esquecida”, uma vez que ela não é vinculada a nenhum departamento ou seção dentro da estrutura administrativa. Os municípios investigados apontaram como principal deficiência a ausência de recursos financeiros, o que demonstra que as secretarias responsáveis trabalham sem autonomia financeira, impossibilitando a manutenção e investimentos no setor.

Mais importante do que se observar os resultados de ambas as pesquisas, é verificar que, apesar dos 14 anos de diferença, as mesmas apresentam resultados semelhantes. Nesse intervalo, ocorreram três mandatos de prefeitos municipais, mas a tendência no tratamento da drenagem urbana manteve-se. Embora a pesquisa de 2012 tenha limitado o número de municípios investigados a 28 (60% das cidades da bacia, onde vivem 80% da população), ela representa o panorama geral da região mais afetada por inundações em Santa Catarina.

É emergente uma nova abordagem para tratar a questão da drenagem urbana, mais elaborada e integrada, plenamente sintonizada com os princípios de desenvolvimento sustentável. Sua adoção representa, na opinião de Baptista e Nascimento (2002), um importante desafio para as municipalidades, levando ao questionamento, tanto dos aspectos puramente técnicos, como das próprias estruturas jurídicas e organizacionais atualmente adotadas.

Todo o panorama apresentado para o Estado de Santa Catarina demonstra a necessidade de se obter meios alternativos para o financiamento e sustento dos sistemas de drenagem urbana, o que leva à reflexão acerca dos atuais modelos de financiamento e formas de captação de recursos.

3.4. LEGISLAÇÃO APLICADA À DRENAGEM URBANA

Não existe no país uma regulação específica para emprego de dispositivos de controle do escoamento pluvial na cidade, entretanto a legislação brasileira dispõe de instrumentos legais que podem ser utilizados (BAPTISTA, NASCIMENTO e BARRAUD, 2005). Estas legislações referem-se aos recursos hídricos, ao uso do solo e ao licenciamento ambiental (BRASIL, 2006), as quais podem ser discutidos por meio de diversas legislações elencadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Síntese da legislação que envolve a drenagem urbana

Legislação	Relação com a Drenagem Urbana
Constituição Federal (CF)	O município deve promover o adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano por meio de Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano (PDDU).
	É competência comum da União, Estados e municípios instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano (habitação, saneamento básico e transportes urbanos), o qual inclui a drenagem urbana.
	Para compôr o orçamento e tributação dos Municípios, Estados e União podem ser instituídos três tributos ² : impostos; taxas e contribuição de melhoria decorrente de obras públicas.
Lei Federal nº 6.938/81 (Política Nacional de Meio Ambiente)	Esta lei identificou a figura do poluidor como causador da degradação ambiental, o qual deve, obrigatoriamente, recuperar e/ou indenizar os danos causados (Princípio do Poluidor-Pagador). Desta forma, as inundações e o incremento no escoamento superficial causados pela urbanização enquadram-se no conceito de poluição ambiental. Cada pessoa, que exerce o seu direito à propriedade, pode ser considerada um “inundador-pagador” ³ .
Lei 9.433/97 (Política Nacional de Recursos Hídricos)	A drenagem urbana enquadra-se nos lançamentos que exigem a outorga pelo Poder Público. A cobrança de uso de recursos hídricos também deve observar o lançamento de esgotos e demais resíduos líquidos.
Lei Federal 10.257/2001 (Estatuto das Cidades)	Garante o direito a cidades sustentáveis (terra urbana, moradia, saneamento ambiental, infraestrutura urbana, serviços públicos, [...]), à ordenação e controle do uso do solo de forma a evitar, dentre outros, a exposição da população a riscos de desastres.
	Para a área de gestão das cidades, tem dentre instrumento mais importante o PDDU. É

² Descritos no capítulo 3.5

³ Conceito proposto por Souza *et al.* (2013)

Legislação	Relação com a Drenagem Urbana
	obrigatório para as cidades com mais de vinte mil habitantes; integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas; integrantes de áreas de especial interesse turístico; dentre outros (BRASIL, 2001).
Lei Federal 11.445/07 (Lei do Saneamento Básico) e Decreto Regulamentador nº 7.217/2010	A cobrança pelo MAP deverá levar em conta, em cada lote urbano, o % de área impermeabilizada e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção da água pluvial. Também poderá considerar: O nível de renda da população da área atendida, as características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas.
Lei Federal nº 12.651/ 2012 (Novo Código florestal)	Esta lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação e Áreas de Preservação Permanente, dentre outros, os quais possuem relação intrínseca com os planos de drenagem urbana.
Lei Federal nº 12.608/2012 (Política Nacional de Proteção e Defesa Civil)	Passou a exigir, no Estatuto das Cidades, medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e à mitigação de impactos de desastres. Desse modo, novamente recai sobre as prefeituras o pesado ônus financeiro dos sistemas de MAP.
RESOLUÇÕES CONAMA 1/86, 5/88 e 237/97	As atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, que têm potencial de desencadear algum impacto ambiental, necessitam de licenciamento ambiental. Inclue-se algumas atividades relacionadas à drenagem urbana.
RESOLUÇÃO CONAMA 430/2011	Estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes de qualquer fonte poluidora, mas não define restrições com relação aos efluentes urbanos lançados nos corpos receptores. Ressalta-se que as redes de drenagem urbana são as principais responsáveis pelo transporte de cargas poluidoras (BRITES e GASTALDINI, 2007). Desta forma, não é compreensível que exista controle somente no lançamento de efluentes domésticos/industriais e que seja ignorado, na maioria dos Estados, o lançamento de efluentes pluviais.

Fonte: Compilado a partir de Brasil (1981, 1988, 1997, 2001, 2007, 2010, 2012); CONAMA (1986, 1988, 1997, 2011).

No Plano Diretor devem estar contidas as regulamentações do uso do solo que considerem a ocorrência de inundações e definição da ocupação das áreas de risco na várzea. Contudo, o censo de 2010 (IBGE, 2011) revelou que aproximadamente 1,7 milhão de domicílios (52,5% do total de domicílios irregulares) encontra-se em áreas predominantemente planas, às margens de córregos, rios ou lagos/lagoas.

A ocupação destas áreas caracteriza um impacto negativo sobre o meio ambiente e sobre a drenagem urbana, além de demonstrar a pouca obediência à regulamentação determinada pelo Plano Diretor, quanto existente, e à legislação em geral. As deficiências na estrutura financeira e administrativa dos Poderes Públicos para realizar a fiscalização e evitar a ocupação e degradação de APPs contribuem para a existência destes conflitos.

Quando da inexistência deste, principalmente em municípios de pequeno porte, outros instrumentos deveriam ser utilizados para controle do uso e ocupação do solo, tais como a lei de perímetro urbano ou parcelamento, uso e ocupação do solo; zoneamento e/ou o código de obras. Contudo, tais instrumentos não contemplam os aspectos e características das águas urbanas.

Desta forma, estes mecanismos desconsideram os efeitos ambientais, principalmente sobre a infraestrutura de drenagem, cujos projetos têm como filosofia escoar a água precipitada o mais rapidamente possível para jusante (TUCCI, 2002). Esta filosofia de *Não No Meu Quintal*, citada por Mendes e Grehs (2007), causa o aumento na incidência de alagamentos e inundações, conforme já constatado por diversos trabalhos (REBELATTO, 1991, ANTONIO, 1993, SANTOS, 2002, MENDES e MENDIONDO, 2007; SILVEIRA *et al.*, 2009).

Os sistemas de drenagem pluvial produzem outras externalidades negativas, além das inundações, como a poluição das águas, a alteração de regimes hidrológicos, o assoreamento, a contaminação de populações ribeirinhas por doenças de veiculação hídrica, impactos sobre a fauna e a flora de corpos d'água e a presença de metais pesados na cadeia alimentar. Já a externalidade positiva caracteriza-se pelo próprio propósito da drenagem urbana, que é o de evitar as inundações, bem como a possibilidade de enriquecimento na construção das paisagens urbanas por meio dos rios e bacias de retenção (BAPTISTA e NASCIMENTO, 2002).

3.5. INSTRUMENTOS ECONÔMICOS APLICADOS À DRENAGEM URBANA

Por todo o panorama atual da drenagem urbana, associado ao contexto de restrições orçamentárias nos municípios, principalmente os de pequeno porte; os aspectos de financiamento e custeio dos serviços de MAP tornam-se questões cada vez mais emergentes. A drenagem urbana é de responsabilidade da municipalidade e o entendimento dos instrumentos econômicos que versam sobre o MAP é imperativo para situar este elemento no contexto de financiamento das prefeituras.

Ao analisar os instrumentos econômicos aplicados ao saneamento básico percebe-se que existe cobrança pela prestação de serviço para todos os componentes, menos pela drenagem. Nos serviços de abastecimento de água potável, o consumidor paga um preço pela captação, potabilização e distribuição da água, com base no volume consumido (R\$/ m³). No esgotamento sanitário, a cobrança mais comumente utilizada é em função do volume consumido de água. Com relação aos resíduos sólidos, a cobrança é realizada por tonelada de resíduos coletados e dispostos em aterros (R\$/ton) e, na maioria dos municípios, a cobrança é realizada por meio do boleto de IPTU (SNSA, 2015b).

Já o manejo de águas pluviais, no Brasil, não possui sistema de cobrança direta. A drenagem urbana vem sendo majoritariamente financiada pela receita genérica de impostos (IPTU), com o que resta da receita municipal (LEGLER e MENDES, 2015). Assim, o MAP não é visto como prioridade política e o orçamento dedicado a este componente está aquém das suas necessidades.

Para resolver este problema, diversos trabalhos defendem a cobrança pelo serviço de drenagem de águas pluviais (CARVALHO, 1995; TUCCI, 2002; NASCIMENTO *et al.*, 2003; GOMES, 2005). O objetivo desta cobrança é que o município possa responder aos problemas ambientais causados pela urbanização na bacia e incentive internamente os proprietários a promover o manejo e controle das águas pluviais no perímetro urbano, além de sinalizar ao usuário a existência de valor nos serviços de drenagem urbana.

Os tipos de cobrança são descritos pela Lei 5.172/1966 (BRASIL, 1966), que institui as normas gerais de direito tributário aplicáveis aos entes da federação. Tributo é toda prestação pecuniária compulsória, em moeda ou cujo valor nela se possa exprimir, que não constitua sanção de ato ilícito, instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada. Assim, o tributo não pode ter caráter punitivo, com a respectiva indenização dos efeitos nocivos decorrentes das

atividades humanas (GONÇALVES, 2011; LENDLER, 2012; LENGLER e MENDES, 2013).

Os tributos constituem-se em impostos, taxas e contribuição de melhoria, cada qual com características próprias e que, segundo Costa (2012), podem ser:

- Fiscal: com o objetivo principal de arrecadar recursos financeiros para o Estado;
- Extrafiscal: utiliza o tributo como instrumento de intervenção na economia, com o fim de estimular ou desestimular atividades consideradas convenientes ou nocivas ao interesse público;
- Parafiscal: com o objetivo de arrecadar recursos para o custeio de atividades que, em princípio, não pertencem às funções próprias do Estado, mas que este as desenvolve através de entidades específicas.

Descreve-se, na sequência, os tributos constantes na Lei Tributária Nacional.

3.5.1. Imposto

O imposto, segundo a Lei 5.172/1966 (BRASIL, 1966) referente ao Código Tributário Nacional - CTN, é o tributo cuja obrigação tem por fato gerador uma situação independente de qualquer atividade estatal específica, relativa ao contribuinte. Pode ser utilizado como um instrumento tributário de proteção ao meio ambiente, em que poderá ocorrer por meio direto ou indireto. Direto pela instituição de imposto ambiental que possui como hipótese de incidência tributária a poluição ambiental ou a utilização de recursos ambientais. Indireto quando ocorre mediante o uso de incentivos fiscais para desenvolver no contribuinte um comportamento não-poluidor (AMARAL, 2007).

À primeira vista, Gonçalves (2011) acredita que a imposição de internalização das externalidades negativas parece ser de essência unicamente econômica. Contudo, Tupiassu (2006) e Chiroleu-Assouline (2001) ressaltam que a medida busca impedir que o agente causador do impacto continue afetando toda a coletividade e que, gradativamente, ocorra uma alteração na conduta indesejada. Não se trata de prover uma alternativa entre o comportamento legal e o ilegal, mas uma escolha livre entre o caro e o barato dentro dos níveis de poluição aceitáveis (MODÉ, 2005).

Rangel (2010) destaca que a função arrecadatória (fiscal) é o principal objetivo dos tributos a fim de custear a máquina estatal.

Contudo, quando o papel do tributo ultrapassa a finalidade de arrecadação, como um meio de atingir situações sociais, políticas ou econômicas, surge a extrafiscalidade. Dressler (2002) comenta que a extrafiscalidade em favor do meio ambiente pode ser manifestada sob duas vertentes:

- (1) Por meio da elevação da carga tributária, destinada àquelas pessoas que não se comportam em consonância com os princípios de preservação ambiental;
- (2) Pela diminuição da carga tributária, caracterizando-se como um incentivo aos comportamentos ecologicamente corretos.

Assim, vê-se que este imposto tem uma dupla finalidade, o tributo extrafiscal tem a função arrecadatória pela vertente (1), enquanto o tributo, na vertente (2), objetiva o desestímulo das atividades degradadoras do meio ambiente, age como orientadora de condutas. As naturezas destas são indissociáveis, ou seja, nunca haverá apenas um caráter isoladamente (CARVALHO, 2009). Por este motivo, tem-se uma impossibilidade constitucional de vincular a destinação da receita à drenagem, o que torna este tributo ineficiente devido a este impedimento de direcionamento, mesmo que à causa ambiental (LEGLER e MENDES, 2013). Isso acontece, segundo os mesmos autores, porque o objetivo da tributação é arrecadatório e sobrepõe-se a qualquer outra finalidade, uma vez que se destina a suprir as despesas genéricas do Estado.

Os incentivos fiscais, segundo Modé (2005), são caracterizados pela diminuição ou até mesma a supressão total da carga tributária, estímulo este dado aos contribuintes para realizarem condutas voltadas à proteção ambiental ou para induzi-los a não praticarem condutas poluidoras. Assim, a finalidade da vertente (2) pode ser alcançada por meio dos incentivos fiscais (TRENNEPOHL, 2007; AMARAL, 2007; PIRES, 2007).

Denari (2002) comenta que, no Brasil, algumas iniciativas tem tentado permear pelo caminho de associação de um incentivo ambiental ao IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano), já que este é um imposto municipal, incidente sobre o terreno e a edificação. As cidades de Porto Alegre, Recife e Manaus possuem o chamado “IPTU Ecológico”; cujo cálculo se relaciona diretamente à presença de área florestal, de modo a não considerar diferentes condições de impermeabilização dos terrenos. Já para a cidade de Guarulhos-SP, ocorre a redução no valor do IPTU para os imóveis que adotarem

medidas de redução do escoamento, tais como a captação de água da chuva e telhado verde (KAWATOKO, 2012).

Lengler *et al.* (2014) ressaltam que o uso de um incentivo fiscal para subsidiar uma atividade requer que o Governo arque com o custo da diferença de preço, a fim de que a produção deste bem passe a ser incentivado. Assim, nota-se que os incentivos fiscais não atendem ao propósito desta pesquisa, que busca, justamente, meios alternativos de recursos para o financiamento da drenagem urbana.

3.5.2. Contribuição de melhoria

A contribuição de melhoria, segundo a Lei 5.172/1966, é instituída para fazer face ao custo de obras públicas, cobradas somente na região beneficiada pela obra. Só pode ser aplicada, uma vez a obra concretizada, na condição de que provoque valorização dos imóveis por ela atingidos.

O Decreto-lei nº 195 de 1967 estabelece que este tributo, no caso de valorização de imóveis de propriedade privada, será devido em virtude das obras públicas de proteção contra inundações, de saneamento de drenagem em geral, diques, cais, desobstrução de barras, portos e canais, retificação e regularização de cursos d'água.

Observa-se que apesar deste tributo poder ser aplicado para as obras de drenagem urbana, há um prazo para pagamento, atrelado a uma obra fixa, o fato gerador deste tributo. Não há uma geração contínua de receitas que permita o custeio dos serviços de operação e manutenção da drenagem. Por este motivo, a contribuição de melhoria não foi considerada neste estudo.

3.5.3. Taxas

As taxas, segundo o CTN, têm dois fatos geradores para a cobrança; 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. Estes serviços podem ser:

I - utilizados pelo contribuinte:

- a) efetivamente, quando por ele usufruídos a qualquer título;
- b) potencialmente, quando, sendo de utilização compulsória, sejam postos à sua disposição mediante atividade administrativa em efetivo funcionamento;

II - específicos, quando possam ser destacados em unidades autônomas de intervenção, de utilidade, ou de necessidades públicas;

III - divisíveis, quando suscetíveis de utilização, separadamente, por parte de cada um dos seus usuários.

Os requisitos são cumulativos e dão os contornos necessários à exigibilidade da taxa de serviços. Os serviços gerais ou *uti universi* são aqueles que a administração presta sem ter usuários determinados, para atender à coletividade, como os serviços de iluminação pública, calçamento e policiamento, os quais satisfazem indiscriminadamente a população. Estes serviços são indivisíveis, pois não são mensuráveis na sua utilização, o que justifica serem mantidos por impostos (MEIRELLES, 2007).

Por outro lado, na prestação *uti singuli*, tais como o abastecimento de água, a coleta de esgoto e a energia elétrica domiciliar, os usuários são determinados, com utilização particular e mensurável para cada destinatário, é possível identificar-se o beneficiário e, assim, cobrar diretamente dele. Esses serviços, quando implantados, devem ser remunerados por taxa ou tarifa. A partir do momento em que o Estado aparelha-se para executar o serviço, está atendida a exigência de especificação. Se o serviço for divisível, a taxa pode ser instituída. Logo, o que importa é a divisibilidade e não a especificidade do serviço (AMARO, 2003).

O CTN proíbe que as taxas tenham base de cálculo ou fato gerador idênticos aos que correspondam a impostos, ou seja, se um determinado serviço já é base de cálculo de imposto ou contribuição de melhoria, não poderá ser base de cálculo de taxa. Ainda, as taxas não podem ser calculadas em função do capital das empresas, com vedação expressa na Constituição Federal.

3.6. TAXAS DE DRENAGEM URBANA

Na análise dos instrumentos econômicos existentes no Brasil que podem contribuir no incremento de receitas municipais para financiar a drenagem urbana, verificou-se por meio da revisão bibliográfica que as taxas são passíveis de utilização. Contudo, há um grande debate jurídico sobre a constitucionalidade ou não da cobrança de uma taxa de drenagem (LENGLER e MENDES, 2013).

O Quadro 5 apresenta os requisitos que uma taxa deve possuir, bem como demonstra que estas características estão presentes nos

serviços de drenagem urbana. 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. Assim, a remuneração por taxa dos serviços de drenagem, que têm caráter obrigatório e divisibilidade de demanda, parece adequada do ponto de vista tributário (CANÇADO, NASCIMENTO e CABRAL, 2005; GOMES, BAPTISTA e NASCIMENTO, 2008).

Quadro 5- Requisitos de uma taxa aplicados à drenagem

Requisitos de uma taxa	Características do serviço com o Manejo de Águas Pluviais
Utilização pelo contribuinte efetivamente ou potencialmente	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 (Gomes <i>et al.</i> , 2008).
Especificidade	Os serviços de drenagem são específicos (<i>uti singuli</i>), ou seja, o serviço é destacável em unidades autônomas de utilização, permitindo-se identificar o sujeito passivo ou discriminar o usuário (Gomes <i>et al.</i> , 2008).
Divisibilidade	Da possibilidade de avaliar-se o usuário de modo individual e mensurável, há divisibilidade (Carrazza, 2003). A indivisibilidade, ocorre na oferta e não na demanda (Cançado <i>et al.</i> , 2005; Gomes <i>et al.</i> , 2008).

Fonte: Compilado pelo autor

A análise da natureza econômica dos serviços de drenagem urbana não deixa muitas alternativas de financiamento (BAPTISTA e NASCIMENTO, 2002). Os autores entendem que o financiamento por meio de uma taxa de drenagem urbana encontra respaldo legal na Lei nº 9.433/ 1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos), já que as atividades de drenagem urbana utilizam esses recursos e podem-lhes causar danos (PEIXOTO, 2009). Ainda, a lei cita que serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos à outorga, dentre os quais pode-se considerar a drenagem urbana. Ademais, a Lei 11.445/2007 (BRASIL, 2007) cita a cobrança dos serviços públicos de MAP na forma de

tributos, inclusive taxas, para garantir a sustentabilidade econômico-financeira dos sistemas.

Silveira, Forgiarini e Goldenfum (2009) concluíram que a cobrança pelo serviço de drenagem urbana é uma taxa, que deve ser paga pelos usuários do sistema de drenagem municipal, ou seja, os proprietários dos imóveis. O objetivo, conforme estes autores, é incentivar internamente os proprietários e a administração municipal a promover o controle das águas pluviais no perímetro urbano. A implantação de uma taxa de drenagem é uma forma de sinalizar ao usuário que os serviços de drenagem urbana possuem valor, com custos que variam principalmente em função da parcela de solo impermeabilizada (GOMES, BAPTISTA e NASCIMENTO, 2008).

A cobrança possibilita uma distribuição socialmente mais justa dos custos com o sistema, onerando mais aos usuários que mais o utilizam. Os gestores municipais devem visualizar além da perspectiva financeira, e atentar-se para que prevaleça a forma sustentável de prover os espaços permeáveis da bacia (NASCIMENTO *et al.*, 2003; LISBOA *et al.*, 2014).

A drenagem urbana é financiada, ainda que de maneira genérica, pelo IPTU. Assim, a implementação de uma taxa de drenagem não significa um aumento de impostos na população. Significa que o custo da drenagem é individualizado para cada contribuinte por meio de uma taxa, o que deve desonerar a cobrança realizada por meio do IPTU. Em alguns casos, como em áreas não ocupadas, o valor de impostos, incluindo o IPTU, poderá baixar. Em contrapartida, propriedades com maior demanda pluvial escoada à rede pública poderão pagar mais caro.

Desta forma, a cobrança pelo uso da água na drenagem, além de atuar como um instrumento econômico de incitação à mudança do comportamento do usuário frente as externalidades impostas por ele ao meio ambiente, pode contribuir para o financiamento de investimentos do sistema (FORGIARINI *et al.*, 2007). Os habitantes são, ao mesmo tempo, os clientes que estão pagando indiretamente para os projetos de drenagem, os usuários da infraestrutura pública e as vítimas de inundações urbanas e da poluição dos corpos d'água (CHOULI; DEUTSCH, 2008).

3.6.1. Experiências Internacionais

A questão de águas pluviais tem evoluído ao longo do tempo. Décadas atrás, por exemplo, o foco estava no controle de inundações urbanas. Atualmente, o gerenciamento de águas pluviais, em nível

internacional, também inclui a proteção ambiental, a valorização dos recursos hídricos e a regulamentação, tanto em termos de qualidade da água como também a prevenção dos danos causados por inundações. Ao mesmo tempo, os incentivos financeiros (subsídios, isenções fiscais, taxas de drenagem) são utilizados para promover o controle do escoamento em propriedades particulares.

Em alguns países é comum a prestação de serviços por meio de utilitários de águas pluviais (*stormwater utilities*), os quais podem ser entendidos como empresas privadas que realizam um serviço público estando sujeita a regulamentação governamental especial (POMPÊO, 2000b). Os utilitários são um mecanismo de financiamento sustentável dedicadas a recuperar os custos de gestão das águas pluviais, incluindo o planejamento, a manutenção, infraestruturas de controle de enchentes, melhorias de capital, custos administrativos, programas educacionais, benfeitorias e programas de qualidade da água (LINDSEY e DOLL, 1998; KASPERSEN, 2000).

Com a cobrança, os cidadãos, que pensavam que estavam recebendo os serviços das águas pluviais de graça, esperam um nível de serviço melhor do que antes (DEBO e REESE, 1995), já que historicamente há pouca vontade para pagar pelo controle de inundações (CHARLOTTE, 1991). A cobrança de águas pluviais, seja administrada pelo município ou por um utilitário, não é uma solução para os problemas, mas um meio de garantir os recursos financeiros adequados para uma gestão eficaz das águas pluviais (HONCHELL, 1986).

Os termos utilizados mais frequentemente em nível internacional na determinação de taxas de gestão de águas pluviais são elencados na sequência (Quadro 6).

Quadro 6 – Termos mais utilizados na determinação de uma taxa de drenagem

Termo	Definição	Vantagens (V) e Desvantagens (D)
<p>Unidade Residencial Equivalente (ERU)/ Unidade de Águas Pluviais Equivalente (ESU).</p>	<p>Geralmente é a média da área impermeável dos lotes residenciais unifamiliares (pegada de área impermeável), embora algumas comunidades também utilizem como a média de todos os lotes residenciais.</p>	<p>V - A relação entre área impermeável e o impacto nas águas pluviais é relativamente fácil de explicar ao público (“o que você pavimentar, você paga”). Os números de unidades faturáveis podem ser determinados somente pelas áreas impermeáveis, o que reduz o tempo de trabalho. Geralmente são consideradas como justas.</p> <p>D- O impacto potencial do escoamento de águas pluviais a partir de áreas permeáveis não é analisado. Por isso, as despesas do sistema são recuperadas a partir de uma base de menor área (impermeáveis). Necessidade de atualização com a construção de novas áreas.</p>
<p>Fator Equivalente Residencial (REF)</p>	<p>Este índice considera o escoamento superficial gerado por diferentes tipos de usos e ocupação do solo. Uma unidade representa a quantidade de escoamento de uma única propriedade unifamiliar para uma tempestade designada.</p>	<p>V- Considera os processos hidrológicos, tais como armazenamento de interceptação e do escoamento de áreas permeáveis.</p> <p>D- A quantidade de chuva escolhida é arbitrária em muitos utilitários.</p>
<p>Área Bruta do Imóvel</p>	<p>A taxa é cobrada sobre a área bruta total do terreno.</p>	<p>V- Facilidade de cálculo.</p> <p>D- É a menos refinada e justa das abordagens.</p>

Termo	Definição	Vantagens (V) e Desvantagens (D)
Transporte Alternativo Distribuído	Este método considera a gestão de águas pluviais das estradas municipais e calcula o custo estimado com base no comprimento de viagem médio de um usuário específico. É um componente adicionado à taxa de águas pluviais residenciais.	<p>V- Considera que os usuários também devem gerir as estradas municipais, não somente suas propriedades. Isto divide a responsabilidade do impacto gerado no escoamento entre todos os contribuintes.</p> <p>D- Esta é uma abordagem muito detalhada e complexa. Não é possível cobrar taxa dos usuários que passam pelas estradas, somente dos contribuintes.</p>
Alternativa Hidrológica (AH)	Esta taxa baseia-se nas características locais de cada lote: tipo de solo, topografia, área impermeável, copa de árvore e uso da propriedade.	<p>V- É considerada uma taxa justa.</p> <p>D- Esta é uma abordagem muito detalhada e complexa. São necessárias informações detalhadas de cada lote.</p>
Incentivo/ Sistema de descontos	Visa incentivar os moradores a realizarem a gestão local das águas pluviais, fornecendo descontos na fatura de pagamento àqueles que reduzirem o escoamento pluvial para a rede geral.	<p>V- Incentiva comportamentos mais sustentáveis e torna uma taxa mais justa. Contribui na poluição da qualidade da água pluvial direcionada à rede pública.</p> <p>D- A análise da redução do escoamento para cada técnica é trabalhosa.</p>

Termo	Definição	Vantagens (V) e Desvantagens (D)
Intensidade de Desenvolvimento (ID)	A taxa de águas pluviais é baseada no percentual de área impermeável em relação ao tamanho do lote. Por vezes, é difícil distinguir do sistema REF. Todas as parcelas/categorias são cobradas em função da sua intensidade de desenvolvimento (vago, pouco desenvolvido, moderado, alto e muito alto, por exemplo) pela área que ocupam.	<p>V- Considera o escoamento das áreas permeáveis, ou seja, é equitativo. Ainda, qualquer pequeno aumento na área impermeável não muda a classe de ID, fazendo com que o cadastro permaneça mais tempo atualizado, uma vez realizado. Assim não é necessário manter o cadastro atualizado para pequenas alterações</p> <p>D- Lotes são agrupados em categorias amplas de ID e não são faturados em proporção direta à ao escoamento das águas pluviais. Este método pode ser mais difícil de implementar porque as parcelas permeáveis e impermeáveis precisam ser revistas. Também é mais complexo explicar aos usuários.</p>
Área Hidráulica Equivalente (EHA)	Os lotes são cobradas com base no impacto combinado das suas áreas impermeáveis e permeáveis na geração do escoamento pluvial. A área impermeável é cobrada em uma taxa muito maior do que a área permeável.	<p>V – Método equitativo, pois considera as parcelas impermeáveis e permeáveis, inclusive lotes vagos.</p> <p>D- Exige mais tempo para determinar o número total de unidades de faturação. Também é mais complexo de explicar aos usuários.</p>

Fonte: Modificado de Marriot (2000), EPA (2008), Fisher-Jeffes e Armitage (2013) e Campbel (2013)

Na sequência, descrevem-se algumas experiências existentes nos países da África do Sul, Canadá, Estados Unidos, França e Polônia. Outros países são citados, embora com menor detalhamento. Para comparação entre as moedas estrangeiras e o real utilizou-se a cotação oficial do Banco Central do Brasil (BCB, 2015) referente ao mês de julho do ano da publicação.

3.6.1.1 Estados Unidos (EUA)

Devido os impactos causados pelo despejo de efluentes sem tratamento nos EUA, foi criada, em 1972, a Lei da Água Limpa (*Clean Water Act* - CWA). Esta instituiu o Sistema Nacional de Eliminação de Lançamento de Poluentes (*National Pollutant Discharge Elimination System* - NPDES) por meio do qual as fontes de lançamento de poluentes ficam obrigadas a obter uma licença ambiental de descarga (EPA, 2015).

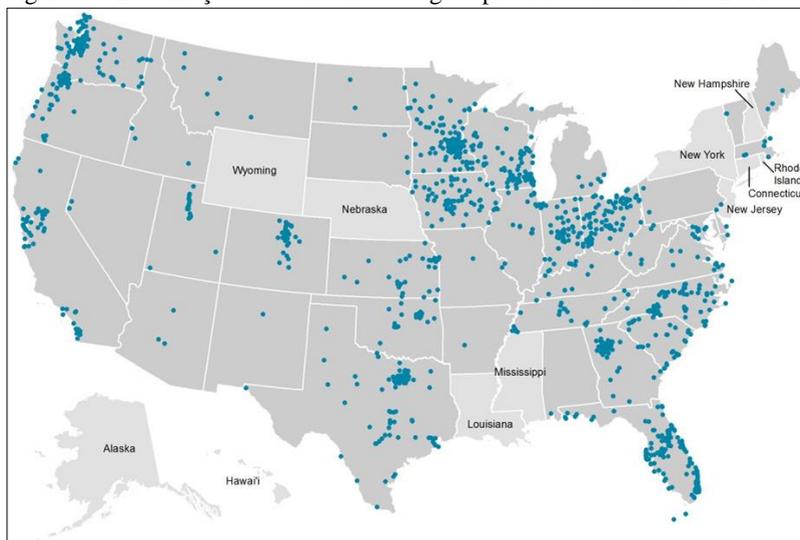
Como o NPDES não prevê qualquer dotação orçamentária para administrar o programa de licenciamento, as cidades, nos últimos anos, têm desenvolvido taxas de serviços públicos de águas pluviais como um mecanismo razoável e eficaz para financiar suas obrigações legais. Para cumprir os termos do NPDES, reduzir a poluição dos córregos e a frequência das inundações dentro das jurisdições municipais, o governo federal requisitou que os municípios criem uma fonte separada de financiamento para pagar por melhores técnicas ou Melhores Práticas de Gestão (BMP). As cidades que não implementarem estas técnicas podem ser penalizadas pelo governo estadual ou federal (ZOLEZI, 2015).

Desta forma, os programas de águas pluviais passaram a ser financiados por meio de cobrança de taxas a partir de 1987 (CHOULI e DEUTSCH, 2008), e os serviços são prestados essencialmente por utilitários. Estima-se que existam mais de mil e oitocentas utilitários de águas pluviais localizadas em trinta e nove Estados e no Distrito de Columbia (Figura 3). Em apenas seis estados (Flórida, Minnesota, Ohio, Texas, Washington e Wisconsin) existem mais de 100 utilitários de águas pluviais (CAMPBELL, 2013).

É importante que a cobrança seja capaz de satisfazer os requisitos das leis, além de ser considerada uma taxa e não um imposto, fato que faz com que 25% dos utilitários norte americanos sejam contestadas judicialmente (DOLL e SCODARI, 1998). De modo análogo ao Brasil, as taxas estadunidenses devem obedecer às leis que constituem e definem uma taxa, para diferenciá-la de um imposto. As taxas devem ser

voluntárias e trocadas pelo serviço de gestão de águas pluviais. Também é importante que o programa a ser desenvolvido seja coerente com as expectativas da comunidade, a qual pode participar em sua elaboração, permitam mudanças e prevejam recursos e ajustes (DEBO e REESE, 1995).

Figura 3 – Localização dos utilitários de águas pluviais existentes nos EUA



Fonte: Campbel (2013)

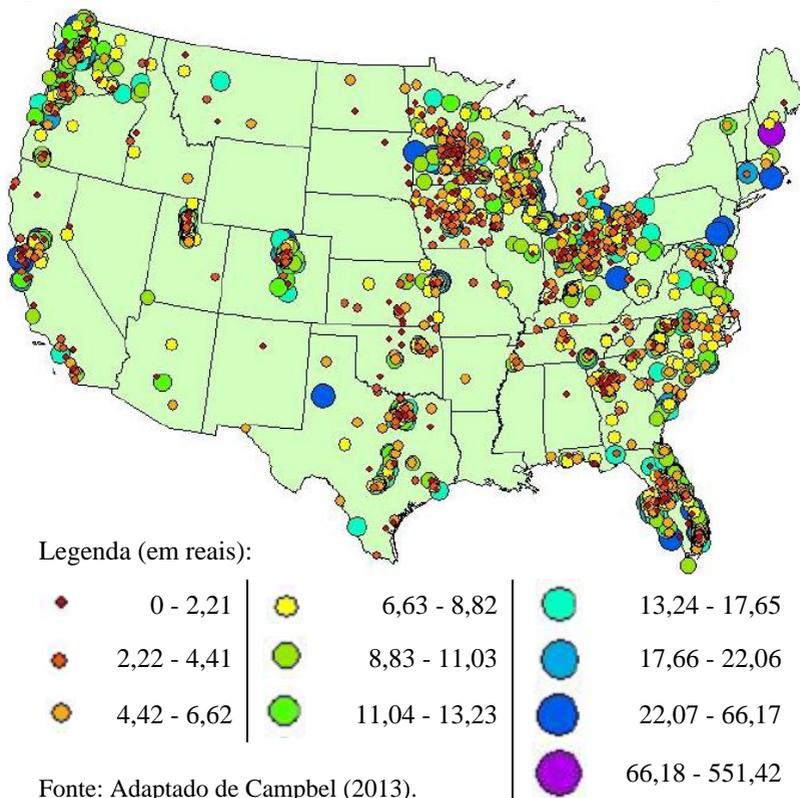
Os serviços de drenagem organizados sob esta forma representam uma tendência do financiamento governamental, que cobra em função da demanda pluvial escoada da propriedade para a rede pública (CYRE e REESE, 1992). Deste modo, o serviço de drenagem é viável, pois permite prover o utilitário de receitas para os serviços pluviais, além de cobrar do “poluidor-pagador” pela má qualidade da água enviada para a rede pública (GILSON, 2008).

Existem duas maneiras de estruturar uma taxa. Uma alternativa é uma taxa baseada em parcelas (*parcel-based fee*), que reflete a quantidade de escoamento que um lote contribui para o sistema de drenagem. Este método pode assumir muitas formas, como a quantidade de área impermeável das propriedades, tipo de solo, quantidade de terrenos não urbanizados e tipos de vegetação. Outra alternativa é a taxa fixa (*flat fee*), que cobra um valor igual para todos os proprietários de imóveis residenciais, independentemente das

características de sua propriedade e em quanto contribuem com o escoamento. A primeira opção, taxa baseada em parcelas, é considerada mais equitativa, eficaz e eficiente (SHARPLES, 2007).

Campbell (2013), ao analisar dados de 1.417 utilitários, verificou que a taxa média mensal de águas pluviais para uma propriedade residencial unifamiliar é de 4,57 USD (*United States Dollar*) (R\$ 10,08), com o desvio padrão de 7,44 USD (R\$16,40). As taxas variaram de 0 a 250 USD (R\$551,42) por mês (Figura 4), o que provavelmente reflete a necessidade dos serviços de águas pluviais e as realidades políticas locais.

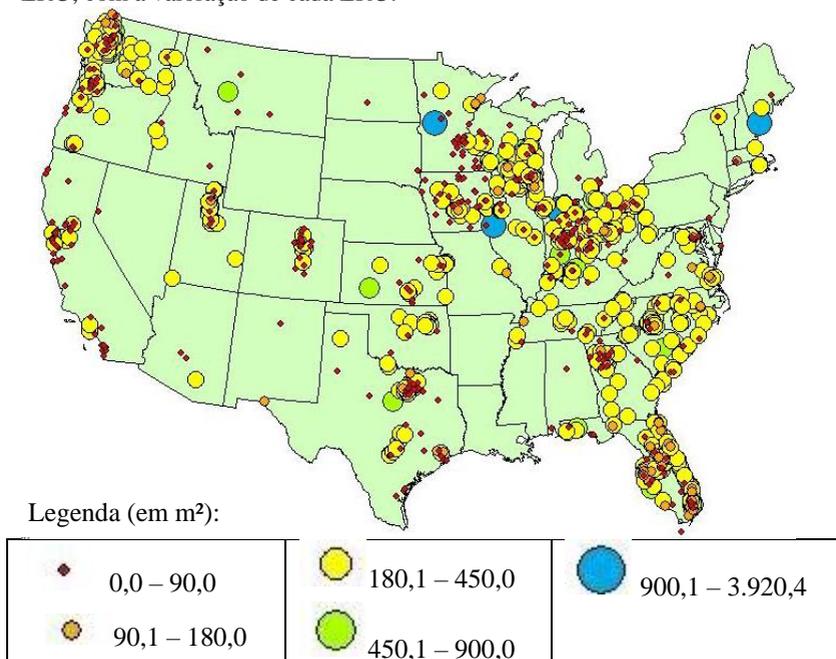
Figura 4– Distribuição espacial dos valores de taxas mensais de drenagem (R\$).



Na maioria das regiões esta taxa é cobrada com base na ERU (*Equivalent Residential Unit*) de área impermeável (Figura 5), ao passo que uma minoria utiliza a REF (*Residential Equivalent Factor*), uma

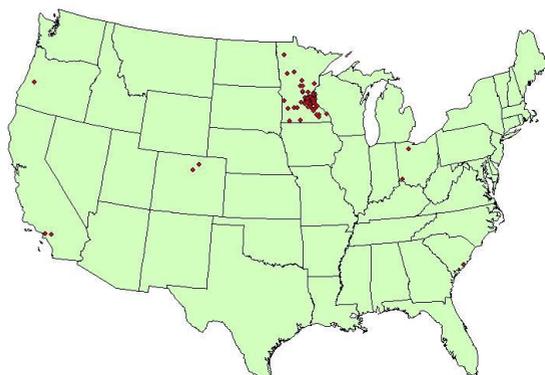
variante da ERU (CAMPBELL, 2013), conforme se observa na Figura 6.

Figura 5 – Localização dos utilitários que utilizam a cobrança com base na ERU, com a valoração de cada ERU.



Fonte: Adaptado de Campbel (2013).

Figura 6 - Localização dos utilitários que utilizam a cobrança com base na REF



Fonte: Campbel (2013).

A ERU utiliza a média da área impermeável de propriedades residenciais como uma unidade padrão para determinar a taxa de águas pluviais para propriedades residenciais de uma determinada categoria de zoneamento. Campbel (2010) estimou, em 657 utilitários, a média de 3.050 pés quadrados (274,5 m²) de área impermeável, ou seja, esse é o tamanho médio do ERU.

A taxa é calculada conforme a equação 1.

$$\text{Taxa} = \frac{\text{Área impermeável lote (m}^2\text{)} \times \text{Valor de 1 ERU (USD)}}{1 \text{ ERU (m}^2\text{)}} \quad (1)$$

Ressalta-se que a quantificação do ERU é diferente para cada localidade, pois considera a área impermeável de cada região de abrangência do utilitário. Apesar do ERU referir-se às residências, cada utilitário opta, na composição do seu ERU, por considerar a área impermeável somente das residências ou das demais classes de ocupação. O valor de um ERU também é diferente para cada utilitário, sendo variados os modos como podem ser cobrados. Algumas regiões valoram ERUs diferentes para áreas comerciais, industriais ou residenciais; outras consideram estacionamentos, apartamentos, duplex, condomínios e até mesmo *mobile homes*. Diferentemente do que é permitido no Brasil, a taxa pode cobrir custos de investimentos, manutenção e gestão, por exemplo.

Já o sistema REF pode possuir muitas formas diferentes. Segundo Campbel (2013), alguns são baseados no método de *Soil Conservation Service* (SCS-CN), agora chamado de método do *Natural Resources Conservation Service* (NRCS-CN). O escoamento (Q) é dado pelas equações seguintes:

$$Q = \frac{(P - 0,2.S)^2}{P + 0,8.S} \quad (2)$$

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \quad (3)$$

Sendo:

Q = Escoamento (em polegadas),

P = Precipitação (em polegadas),

S= Potencial máximo de retenção (em polegadas);

CN= número da curva da bacia.

A quantidade de chuva escolhida é arbitrária no sistema REF e sua seleção é política. Alguns utilitários escolhem a quantidade de chuva de uma precipitação de 24h (Minnesota), 2h (Savage), 30 minutos (Tonka Bay e Wayzata), ao invés de utilizar o escoamento médio anual, que seria o mais justo no sistema REF. Isto tem um impacto significativo sobre os montantes das taxas pagas pelos proprietários. Apesar disso, a quantidade arrecadada geralmente é menor do que o necessário para o programa de águas pluviais. As expectativas não são cumpridas e cria-se uma resistência política e jurídica para o utilitário (CAMPBELL, 2013).

Tem-se ainda, outros tipos de cobrança da taxa. A quantidade de hidrômetros (usuários de água) é utilizada para quantificar a taxa em Warren County, em Kentucky. Georgetown, na Carolina do Sul, usa uma variação deste método: a taxa para propriedades residenciais é ativada pela presença de um contador de água ou de um contador de energia. Em Northbrook, Illinois, as taxas são baseadas na quantidade de água utilizada, tal como ocorre com a cobrança pelo esgoto sanitário em algumas regiões. West Richland, em Washington, utiliza o número de lugares de estacionamento, abordagem que visa incentivar os proprietários a compartilharem estacionamentos e reduzir o total de áreas impermeáveis. Por exemplo, uma igreja e uma biblioteca próxima podem compartilhar o estacionamento, já que funcionam em horários diferentes. Alguns utilitários utilizam para cobrança diferentes categorias de zoneamento (CAMPBELL, 2013).

Existem ainda programas de subsídios, aplicados tanto para moradores ou a grupos comunitários, que visam dotar os municípios de paisagens verdes, tais como jardins de chuva (*rain garden*), revitalização urbana (*street retrofits*), telhados verdes, cisternas, zonas úmidas (*wetland*) ou projetos de renaturalização de rios. Na cidade de Santa Monica é oferecido 160.000 dólares por ano para a construção destas paisagens subsidiadas. Já em Chicago são cedidos 5.000 dólares como premiação aos edifícios de pequeno porte que possuem telhados verdes, bem como são concedidos premiações aos proprietários que desenvolvem práticas de gestão de águas pluviais (EPA, 2009).

Como exemplo, apresentam-se algumas taxas de drenagem existentes em seis Estados americanos. A unidade de medida da área nos EUA é o pé quadrado (*foot square*), que será denominada no presente trabalho como ft² e equivale a 0,09m².

3.6.1.1.1. Carolina do Norte

Na cidade de Rocky Mount, no Estado da Carolina do Norte, a taxa de drenagem pluvial foi implementada no ano de 2003, juntamente na conta de luz. Tem por base a superfície impermeável de cada propriedade, tais como estacionamentos, prédios e calçadas. São utilizadas para financiar os gastos com a operação, a manutenção e o capital investido no sistema (ROCKY MOUNT, 2015).

Por análise de fotografia aérea da cidade, foi constatado que a área impermeável média para uma residência unifamiliar é de 2.519 ft² (226,71m²), medida que representa a cobrança mensal de 4,25 USD (R\$10,73), ou seja, uma ERU. Os proprietários de imóveis com área maior que essa terão taxas mensais calculadas de modo proporcional:

$$Taxa = \frac{\text{Área impermeável (ft}^2\text{)} \times \text{USD } 4,25}{2.519 \text{ ft}^2} \quad (4)$$

A taxa é calculada de modo semelhante em boa parte das cidades de Carolina do Norte, tendo por base quanto cada propriedade contribui para o escoamento de águas pluviais (área impermeável) e no custo da prestação dos serviços. Nas cidades de Charlotte, Cornelius, Huntersville, Matthews, Mint Hill, Pineville e Mecklenburg ocorre a divisão em quatro faixas de faturamento para as casas unifamiliares (Tabela 5), com valores que variam de 2,79 a 11,94 USD por mês (R\$ 8,77- R\$ 37,52) (CHARMECK, 2015).

Tabela 5- Taxas mensais de drenagem para residências unifamiliares em cidades diversas no Estado da Carolina do Norte

Cidades	Área impermeável (ft ²)							
	Até 1999		2000- 2999		3000- 4999		≥ 5000	
	USD	R\$	USD	R\$	USD	R\$	USD	R\$
Charlotte	7,14	22,96	10,18	32,73	10,71	34,44	\$11,94	38,39
Cornelius, Huntersville, Matthews, Mint Hill e Pineville	3,04	9,77	4,17	13,41	4,70	15,11	5,93	19,06
Mecklenburg	2,79	8,97	3,79	12,18	5,05	16,24	\$8,69	27,94

Fonte: Compilado a partir de CHARMECK (2015)

3.6.1.1.2. Colorado

Na cidade de Denver, Estado do Colorado, o SEMSWA (*Southeast Metro Stormwater Authority Board of Directors*) é o órgão responsável pela cobrança das taxas de drenagem urbana, as quais são utilizadas para melhorar o sistema de águas pluviais, a qualidade da água e o controle de inundações nas regiões de Centennial, Arapahoe e Douglas. O SEMSWA é uma parceria formada, em 2006, entre órgãos intergovernamentais de saneamento de regiões próximas. Os serviços prestados incluem o planejamento, financiamento, construção, aquisição, operação e manutenção das águas pluviais destas regiões (SEMSWA, 2015).

Este utilitário é dividido nos setores de Engenharia e Construção, Recursos Ambientais, Finanças e Administração e Manutenção das águas pluviais, com funções bem definidas (Figura 7). Para o cálculo da taxa de drenagem são utilizadas fotografias aéreas de cada parcela, atualizadas anualmente, e registros com informações das propriedades, tais como endereço e classe do imóvel. O SEMSWA realiza a cobrança de três tipos de taxas pluviais, descritas no Quadro 7 (SEMSWA, 2015).

Figura 7 – Composição de um utilitário no Colorado (SEMSWA)

<p style="text-align: center;">Engenharia e Construção</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projetos de melhoria de capital, • Serviço Técnico, • Acompanhamento da evolução, • Plano Diretor. 	<p style="text-align: center;">Recursos Ambientais</p> <ul style="list-style-type: none"> • Administração das planícies de inundação, • Divulgação e educação, • Observância regulamentar, • Qualidade da água
<p style="text-align: center;">Finanças e Administração</p> <ul style="list-style-type: none"> • Serviço aos clientes, • Financiamento, • Geoprocessamento, • Recursos Humanos. 	<p style="text-align: center;">Manutenção das águas pluviais</p> <ul style="list-style-type: none"> • Condutos de drenagem e lagoas, • Rotineiras e emergencial, • Reparos, • Inspeção nos sistemas.

Fonte de dados: SEMSWA (2015)

Quadro 7 - Descrição das taxas de drenagem aplicadas pela SEMSWA

Taxa	Cobrança	Varição da taxa (2014)
Anual de águas pluviais	Cobradas a todos os proprietários de imóveis com pelo menos 5% de área impermeável	Residências unifamiliares individuais: Mín.: 52,40 USD, para 100 ft ² (R\$116,03 para 9m ²); Máx.: 266,42 USD para 50.000 ft ² (R\$589,91 para 4.500m ²). Demais propriedades: 17,98 - 37,34 USD (R\$37,78-82,63) por ft ² de área impermeabilizada.
Análise e Licença	Cobradas para atividades relacionadas ao taludamento, erosão e controle de sedimentos, melhoria pública de águas pluviais e permissão de projetos em planícies de inundação. Visa recuperar os custos associados com o fornecimento de avaliação e licenças dos serviços a serem implantados na região.	Variável em função do tipo e área da atividade
Desenvolvimento de Sistemas (DS) e de excesso de capacidade (EC)	Cobradas para o desenvolvimento de atividades. Visa recuperar os custos de melhorias na gestão de águas pluviais necessárias ao escoamento adicional gerado por atividades diversas.	1.534 - 12.000 USD (R\$3.394,43 – R\$26.553,6) por área impermeabilizada, variável em função da sub-bacia em que a atividade se localiza.

Fonte: Compilados a partir de SEMSWA (2015)

A taxa anual de águas pluviais é diferente para as residências unifamiliares, que varia de 52,40 a 266,41 USD conforme o aumento da área impermeável (Tabela 6). Para as demais propriedades (comércios, governo, organizações sem fins lucrativos, condomínios e casas geminadas), as taxas são determinadas pela equação 5 e variam de 50 USD por ano, para as pequenas propriedades, até valores superiores a D 10.000 USD por ano para propriedades com grandes áreas impermeabilizadas (Tabela 7). Uma indústria, por exemplo, que tenha 60% de área impermeabilizada, o que representa 80m², paga uma taxa de R\$680,56 por m² (R\$54.444 por ano).

Tabela 6 – Taxa anual de drenagem para residências unifamiliares em Denver.

Área impermeável		Taxa (em 2014)	
(ft ²)	m ²	Dólar (USD)	Real (R\$)
100 - 2.000	9 - 180	52,40	116,03
2.001 - 2.900	180,1 - 261	70,24	155,53
2.901 - 3.900	261,1 - 351	91,42	202,43
3.901 - 7.500	351,1 - 675	122,62	271,52
7.501 - 50.000	675,1 - 4.500	266,41	589,91

Fonte: Adaptado de SEMSWA (2015)

$$\frac{\text{Taxa}}{\text{ano}} = \text{taxa por ERU} \times \text{área impermeável (ft}^2\text{)} \quad (5)$$

Tabela 7 – Taxa de drenagem para as demais propriedades

Área impermeável	Taxa anual (em 2014)	
	USD /ft ²	R\$/m ²
< 2%	Sem taxa	Sem taxa
2% - 40%	17,98	442,33
41% -70%	27,66	680,56
71% -100%	37,34	918,67

Fonte: SEMSWA (2015)

No mesmo Estado, tem-se também o exemplo da cidade de Fort Collins. As taxas mensais são baseadas no tamanho dos lotes unifamiliares (mais e menos de 12.000 ft²) e multifamiliares/duplex (Tabela 8). A taxa base é de 0,0041454 USD, que é multiplicada por um Fator de Taxa com base no percentual de área impermeável (Quadro 8). Os lotes maiores que 12.000 ft² recebem uma redução das taxas, as quais são multiplicadas por 0,25 (FCGOV, 2015).

Tabela 8 – Taxa mensal de drenagem para Fort Collins

Descrição	Taxa	
Lotês unifamiliares com menos de 12.000 ft ² , residencial para Mobile Home e lotes comerciais	Área do Lote ⁴ x 0,0041454 x Fator de Taxa	(6)
Lotês unifamiliares com mais de 12.000 ft ²	12.000 x 0,0041454 x (Área do lote - 12.000) x 0,0041454 x Fator da Taxa x 0,25	(7)
Duplex e Lotês multifamiliares	Área do lote x 0,0041454 x Fator da Taxa	(8)

Fonte: FCGOV (2015)

Quadro 8 – Fator de Taxas em Fort Collins

Fator de Taxa	% de área impermeabilizada	Categoria
0,25	0-30	Muito leve
0,40	31-50	Leve
0,60	51-70	Moderado
0,80	71-90	Pesado
0,95	91-100	Muito pesado

Fonte: FCGOV (2015)

3.6.1.1.3. Flórida

Na cidade de Gainesville, no Estado da Flórida, é cobrada uma taxa de águas pluvias para o financiamento do programa de gestão, que inclui a manutenção dos sistemas e a qualidade dos cursos d'água. Os imóveis residenciais possuem taxas fixas variáveis em função da unidade de habitação (

Quadro 9), cobradas em função da ERU (2.300 ft² de área impermeável).

Para as propriedades não-residenciais a cobrança é determinada dividindo-se a área impermeável por uma unidade de ERU. É cobrada uma taxa de 7.40 USD mensal por ERU, pela *Regional Utilities* da cidade, tendo iniciado a cobrança no ano de 1989 (GAINESVILLE, 2015).

⁴ Para os residenciais de *mobile homes* são somadas as áreas abertas compartilhadas.

Quadro 9- Taxa fixa mensal dos imóveis residenciais em Gainesville

Imóveis residenciais	ERU	Taxa (2015)	
		USD	R\$
Unifamiliar	1	7,40	23,24
Unidades Duplex	1 por unidade residencial	7,40/duplex	23,24/duplex
Unidades de condomínio	1 por unidade residencial	7,40/condomínio	23,24/condomínio
Apartamentos	0,6 por unidade residencial	4,44/apartamento	13,94/apartamento
<i>Mobile Homes</i>	0,6 por unidade residencial	4,44/mobile	13,94/mobile

Fonte: Compilados a partir de Gainesville (2015).

Na cidade de Orlando é cobrada uma taxa anual com base no ERU (2.000 ft²). As taxas, que podem ter redução de até 42% se houver detenção no lote, são dadas conforme o tipo de imóvel constante no Quadro 10 (ORLANDO, 2015):

Quadro 10- Taxa fixa anual dos imóveis residenciais em Orlando

Imóveis	Taxa anual	Variação	
		USD	R\$
Unifamiliar	12(USD4,00 + (ERU x USD5,99))	Mín: 84,00 Máx: 137,88	Mín: 263,76 Máx: 432,94
Multifamiliar (construídos após 1989)	ERU x 12(USD 4,00 + (0,3)(USD 5,99))	Mín: 69,90 Máx: 80,04	Mín: 219,48 Máx: 251,32
Multifamiliar (construídos antes de 1989)	ERU x 12(USD 4,00 + (USD 5,99))	Mín: 119,88 Máx: 137,86	Mín: 376,42 Máx: 432,88
Comerciais (construídos após 1989)	ERU x 12(USD 4,00 + (0,3)(USD 5,99))	Mín: 69,90	Mín: 219,48
Comerciais (construídos antes de 1989)	ERU x 12(USD 4,00 + (1)(USD 5,99))	Mín: 119,88	Mín: 376,42

Fonte dos dados: Orlando (2015)

Cada propriedade unifamiliar deverá ser cobrada com base no tamanho do lote, cuja taxa máxima é de USD 137,88 (R\$ 432,94) por ano. Já os imóveis multifamiliares deverão pagar com base em quantas

ERUs existem na propriedade. De modo semelhante, as propriedades não residenciais serão cobradas com base em quantas ERU de escoamento são geradas a partir da parcela, com o mínimo de 69,90-119,88 dólares (R\$ 219,48 – 376,42) por ERU, conforme o ano de início da atividade (Atividades desenvolvidas após 1989 estão em conformidade com o Manual de Gerenciamento de Águas Urbanas de Orlando). Os imóveis vagos serão cobrados a 62,40 USD (R\$ 195,94) por hectare, ou não possuirão taxas, quando localizados em áreas submersas (ORLANDO, 2015).

3.6.1.1.4. Georgia e Kentucky

Na região de Henry, no Estado da Geórgia, todos os lotes unifamiliares pagam uma taxa anual fixa de 39,83 USD (R\$ 128,06), equivalente ao ERU de 4.780 ft² (430,2 m²). O órgão gestor considera que a quantidade de escoamento de águas pluviais e a carga poluente carregada são semelhantes nestas residências, independente do tamanho do lote ou a quantidade de área impermeável (HENRY, 2015).

Já para os lotes não familiares (empresas comerciais, industriais, institucionais) é cobrada uma taxa proporcional a cada ERU. Por exemplo, um supermercado que contém quinze vezes a área impermeável do tamanho médio de uma casa (15 x 4.780 = 71.700 ft²), vai pagar uma taxa quinze vezes maior à taxa residencial (597,45 dólares por ano) (HENRY, 2015).

O mesmo método é utilizado nas unidades residenciais das regiões de Boone, Campbell e Kenton, no Estado de Kentucky. É cobrada uma taxa mensal de 5,04 USD (R\$16,20) em função da área impermeável média das propriedades (2.600 ft²), equivalente a uma ERU. Para os imóveis não residenciais, cobra-se em função da área impermeável do imóvel (SD1, 2015). Nas regiões de Louisville e Jefferson, a taxa de drenagem para cada propriedade unifamiliar é fixa e corresponde a 7,28 USD (R\$ 23,41) por mês. Nas demais propriedades cobra-se de modo similar às demais regiões, multiplicando-se a taxa de USD 7,28 pela quantidade de ESU, que representa 2.500 ft² (225m²) de superfície impermeável nestas regiões (MSD, 2014).

3.6.1.1.5. Minnesota

Em Minneapolis, no Estado de Minnesota, é cobrada uma taxa mensal de serviço de águas pluviais com base no uso de cada propriedade e da área impermeável média, considerada 1.530 ft² (137,70m²), equivalente a uma ESU. As propriedades unifamiliares

possuem três taxas possíveis, de acordo com a ESU, que variam de 8,96 a 14,93 USD (Quadro 11). Para as demais propriedades é aplicada uma taxa proporcional à ESU. Estas taxas podem ser reduzidas em 50%-100% nas propriedades que diminuïrem o escoamento pluvial para a rede pública (MINNEAPOLIS, 2015).

Quadro 11 - Taxas de drenagem em Minneapolis

Classificação	ESU	Taxa (2015)	
		USD	R\$
Alta	1,25	\$14,93	48,00
Média	1,00	\$11,94	38,39
Baixa	0,75	\$8,96	28,81

Fonte: Minneapolis (2015)

Em algumas cidades de Minnesota encontram-se utilitários que utilizam o sistema REF. Na cidade de Columbia Heights é utilizado o REF equivalente a uma chuva de 2 polegadas e um solo hidrológico SCS do grupo B. Imóveis residenciais unifamiliares possuem um REF e propriedades comerciais 4,23 REFs. Isto significa que um imóvel comercial vai pagar 4,23 vezes mais do que um imóvel residencial do mesmo tamanho (CAMPBELL, 2013).

O sistema REF também é utilizado em West Saint Paul, em que todas as propriedades são divididas conforme o número de REFs. São atribuídas a todas as propriedades unifamiliares o valor de um REF, equivalente a 0,25 hectares com 31% de impermeabilização. Para as demais atividades são atribuídos REFs com base no volume de escoamento gerado, em comparação com a quantidade gerada por um REF (Quadro 12) (WSPMN, 2005).

Quadro 12 – REF de West Saint Paul, Minnesota

Uso e Ocupação	Impermeabilização (%)	REFs	REFs/ hectare	Total REFs
Propriedades unifamiliares	31	1	--	4.685
Condomínio de casas geminadas	50	1	--	211
Propriedades multifamiliares	50	--	5,5	1.345
Público / Semipúblico	40	--	4,7	739
Comercial	82	--	7,9	2.002
Industrial	75	--	7,4	624

Uso e Ocupação	Impermeabilização (%)	REFs	REFs/hectare	Total REFs
Total			--	9.606

Fonte: WSPMN (2005).

As taxas constituem um rateio dos custos dos serviços utilizados pelos usuários, de modo proporcional ao escoamento gerado (equação 9).

$$\text{Taxa anual por REF} = \frac{\text{Necessidade total anual de receitas}}{\text{Número total de REFs}} \quad (9)$$

Supondo que o utilitário de West Saint Paul necessite de 350.000 USD por ano para os programas de gestão das águas pluviais. Este valor é dividido pelo total de REFs (9.606), o que gera uma taxa anual de \$37 por REF. Para cada propriedade, o utilitário divulga em seu sítio eletrônico quantos REFs a mesma possui.

Na cidade de New Brighton, as taxas são baseadas no volume médio de escoamento conforme cada tipo de uso do solo. Os proprietários podem receber um crédito de águas pluviais caso reduzam o volume de escoamento de águas pluviais, o pico do fluxo ou pré tratar a água pluvial escoada (NEW BRIGHTON, 2015).

Quadro 13 - Taxas de drenagem em New Brighton

Categoria	Taxa trimestral de águas pluviais	
Residências unifamiliares	13,19 USD (taxa fixa)	R\$42,41 (taxa fixa)
Estacionamentos, Cemitérios, campos de golfe	3,63 USD por hectare	R\$11,67 por hectare
Escolas	39,54 USD por hectare	R\$127,13 por hectare
Moradias geminadas e estacionamentos	53,78 USD por hectare	R\$172,91 por hectare
Igrejas	73,68 USD por hectare	R\$ 236,89 por hectare
Apartamentos, condomínios e lar de idosos	87,80 USD por hectare	R\$ 282,29 por hectare
Comercial, Industrial e Armazém	164,55 USD por hectare	R\$ 529,06 por hectare
Terrenos vagos	Sem taxa	Sem taxa

Fonte: NEW BRIGHTON (2015)

3.6.1.2 Canadá

A partir do ano de 1999, muitas cidades do Canadá começaram a discutir mecanismos de financiamento da drenagem pluvial, mas poucas efetivamente adotaram uma taxa de drenagem. Os impostos sobre a propriedade são a principal fonte de financiamento para os programas de drenagem, existindo também a opção de taxas e encargos relacionados ao desenvolvimento de atividades. Até dezembro de 2012, existiam dezessete municípios em todo o país que haviam implementado uma taxa de águas pluviais (AECOM, 2013), número que vem crescendo deste então.

De modo geral, há dois tipos de taxas identificadas. Uma taxa fixa (*flat fee*), que distribui os custos totais da gestão das águas pluviais por uso do solo (residencial, comercial, industrial, agrícola) ou zoneamento. Se as residências ocupam 40% da área de uma cidade, por exemplo, devem pagar 40% dos custos totais das receitas necessárias. Este método generaliza os usuários e cobra igualmente maiores e menores contribuintes de escoamento superficial. O outro modelo de taxa é variável, em que considera as áreas impermeáveis de cada propriedade (*parcel-based fee*) com a oneração dos maiores usuários.

AECOM (2015) pesquisou as taxas residenciais referentes ao ano de 2013 em quinze municípios, as quais variaram de 2 a 11,65 CAD (*Canadian dollar*) ao mês (R\$ 4,39 – R\$ 25,57), com uma média de 7,47 CAD (R\$16,40). Já as taxas mensais comerciais/industriais variaram de 14,17 a 101,09 CAD (R\$31,13 – 221,89) por hectare (Quadro 14).

Quadro 14 - Taxas mensais de águas pluviais em cidades do Canadá

Cidade	Residencial		Comercial/Industrial		Tipo
	CAD	R\$	CAD	R\$	
Strathcona	2,00	4,39	-	-	Fixa
Waterloo	2,49	5,46	-	-	Variável
Aurora	4,11	9,02	57,69	126,63	Fixa
Saskatoon	4,40	9,66	8,80 – 440,00	19,31- 965,80	Variável
Edmonton	6,00	13,17	-	-	Variável
Pitt Meadows	6,50	14,27	-	-	Fixa
St. Thomas	7,32	16,07	\$7,32 - \$101,09/ha (>1800m ²)	16,07 - 221,89/há (>1800m ²)	Fixa

Cidade	Residencial		Comercial/Industrial		Tipo
	CAD	R\$	CAD	R\$	
Calgary	8,36	18,35	-	-	Fixa
Richmond	9,19	20,17	-	-	Fixa
Kitchener	9,73	21,36	-	-	Variável
West Vancouver	10,05	22,06	-	-	Fixa
Regina	11,40	25,02	-	-	Fixa
St. Albert	11,44	25,11	31,18	68,44	Fixa
London	11,65	25,57	14,17 – 97,50/ha	31,10 – 214,01	Fixa

Fonte: Dados compilados a partir de AECOM (2013)

Algumas experiências canadenses são descritas na sequência.

3.6.1.2.1. Alberta

No estado de Alberta, existem quatro municípios que implantaram taxas de águas pluviais: Edmonton, Calgary, St. Albert e Strathcona. Apenas em Edmonton as taxas são variáveis, e são capazes de financiar totalmente o utilitário existente (AECOM, 2013). Os parâmetros no cálculo desta taxa incluem a área de propriedade, a intensidade do desenvolvimento (ID), com o valor de 1 para propriedades residenciais e menores às propriedades pouco desenvolvidas, e o coeficiente de escoamento (Runoff), que avalia a permeabilidade da superfície do lote com base no zoneamento (EDMONTON, 2015).

St. Albert possui uma das taxas mais elevadas dentre os municípios citados (CAD 11,44), o que se deve, provavelmente, à gestão da drenagem juntamente com o esgoto sanitário (*Storm Sewer Use Fee*).

3.6.1.2.2. British Columbia

A capital da província da British Columbia, Victória, implantou uma taxa de águas pluviais no ano de 2015, a ser aplicada em 2016. A proposta da taxa e do utilitário foi desenvolvida com o apoio da população, por meio de reuniões e pesquisas *online*. De modo inovador, as taxas de limpeza de rua, que eram incluídas em impostos de propriedade, passaram a ser cobradas junto à taxa de águas pluviais. A taxa terá por base as seguintes características, que são específicas para cada propriedade (VICTORIA, 2015):

- (1) Superfícies impermeáveis ou rígidas: Medidas com auxílio de fotografias aéreas e planos de construção;
- (2) Limpeza da rua: As ruas limpas contribuem para que as águas pluviais tenham melhor qualidade. Esse componente foi calculado como o comprimento da frente da propriedade e a frequência da limpeza;
- (3) Tipo de propriedade: Pode ser de baixa densidade residencial (1-4 unidades), multi-familiar (mais 5 unidades ou mais), comercial/industrial/ institucional;
- (4) Programa de Códigos de Atuação: Se a propriedade tem mais de dez vagas de estacionamento, será cobrado uma taxa para manter os poluentes fora do sistema de águas pluviais.

Os municípios de Richmond, Pitt Meadows e West Vancouver também possuem uma taxa de águas pluviais, todas fixas. Para o ano de 2015, estima-se que a cidade de Prince George também efetue a implantação da cobrança, após o estudo, iniciado em 2012, recomendar a sua utilização. A cidade possui a peculiaridade da gestão da neve junto ao utilitário de águas pluviais, pois o derretimento da neve impacta a infraestrutura de escoamento da chuva (PRINCE GEORGE, 2012).

Nesta província existem outros municípios com financiamento das águas pluviais (Langley, Surrey e White Rock), mas estes são mantidos por meio de impostos de propriedade.

3.6.1.2.3. Saskatchewan

A cidade de Regina, localizada em Saskatchewan – uma das dez províncias do Canadá, foi a primeira no país a implantar uma taxa de drenagem, cobrança iniciada no ano de 2001 (CAMERON *et al.*, 1999). O valor da taxa fixa para propriedades residenciais padrão equivale a CAD 11,40 por mês (AECOM, 2013), o equivalente a R\$ 24,29 mensais.

A cidade de Saskatoon utiliza uma taxa variável, a ERU, em que uma unidade equivale a 265,3 m² e é valorada em 4,40 CAD por mês (R\$10,91/mês). Este é o valor máximo que qualquer morador pode pagar, independentemente do tamanho da propriedade. Já os proprietários de comércios e indústrias devem pagar proporcionalmente ao tamanho da área impermeável, ou seja, quantas ERUs possuem em seu domínio. O valor varia de 2 a 100 ERUs (SASKATOON, 2015).

3.6.1.2.4. Ontário

Em Ontário, província mais populosa do país, existem cinco municípios que possuem cobrança de taxa de drenagem: Aurora, London, St. Thomas, Kitchener, Waterloo. Nos dois últimos a cobrança é realizada por meio de taxas variáveis (AECOM, 2013).

Kitchener implantou a cobrança em 2011, após seis anos de estudo e discussão com vários departamentos. Foram realizados encontros organizados pelo Comitê Consultivo de Águas Pluviais, reuniões com todos os atores envolvidos, fóruns e divulgações públicas (informativos, resumos e cartazes). Em 2008, a estrutura da taxa foi criada e recomendada, tendo por base a Unidade Simples Familiar (USF), que representa a média de área impermeável de uma residência unifamiliar, ou seja, uma ERU. Com este método as residências unifamiliares são cobradas em 1 USF por unidade de habitação. Em 2009, o relatório final do estudo foi apresentado às respectivas Câmaras Municipais, que a aprovaram no ano seguinte (AECOM, 2013).

Em Kitchener, os valores atualizados das taxas variam de 6,28 CAD por mês (R\$15,57/mês), para pequenas propriedades unifamiliares ($\leq 105\text{m}^2$), até 2.133,07 CAD (R\$5.290,01) mensais para grandes propriedades não residenciais ($\geq 39.035 \text{ m}^2$ de área impermeável), onerando os custos suportados pelos contribuintes não residenciais (KITCHENER, 2015).

A cobrança, na cidade de Mississauga, foi efetivada em 01 de janeiro de 2016. As taxas terão por base a área impermeável de cada propriedade (AECOM, 2013; MISSISSAUGA, 2015). Em Toronto, capital da província de Ontário e maior cidade do Canadá, não houve vontade política em adotar taxas de águas pluviais, apesar do reconhecimento das inúmeras vantagens (SAXE, 2015).

Em 1999 foram realizados estudos e simulações de taxa de drenagem para esta região metropolitana de Ottawa-Carleton, que abrange onze municípios. Nessa região, praias urbanas chegaram a ser fechadas para uso público, após fortes chuvas, devido ao excesso de bactérias fecais. A implantação de uma taxa de drenagem contribui para a construção de uma infraestrutura e controle das águas pluviais com vistas à melhoria da qualidade da água (CAMERON *et al.*, 1999)

Para cálculo da taxa foram necessárias sete informações: Receita total necessária; área e ponderação para cada categoria de uso de solo, coeficiente de quantidade e qualidade para cada uso, coeficientes de crédito (*Best management practices - BMP*) e número de parcelas para cada categoria de uso do solo (Quadro 15).

Neste estudo, a ERU foi calculada como o produto da área, dos coeficientes de quantidade (Cqt) e qualidade (Cql) para cada categoria de uso da terra. As taxas de drenagem são proporcionais ao ERU total. Por exemplo, se um tipo de uso do solo contribui com 10% do total de ERU, deve pagar por 10% do total das receitas necessárias. Os autores concluíram que as taxas seriam comparáveis às taxas de várias cidades dos Estados Unidos.

Quadro 15 – Informações necessárias para a taxa de drenagem de Ottawa-Carleton/Canadá

Informações necessárias	Descrição
Receita total necessária	As receitas necessárias são o montante total das receitas que devem ser coletados por meio de taxas para financiar a infraestrutura de drenagem.
Área	Área total de cada classe de uso do solo
Ponderação de categoria de uso do solo (P)	Valores entre 0 e 1: 0 - Isenção da taxa; 1 - Atribui a completa taxa de utilização de uma categoria específica; 0 - <1 - Categoria com tratamento especial, escalando os encargos adequadamente.
Coefficiente de quantidade (Cqt)	Fornece uma medida da quantidade de escoamento das águas pluviais a partir de diferentes categorias de uso da terra. Terras mais impermeáveis possuem um maior coeficiente.
Coefficiente de qualidade (Cql)	Fornecem uma medida da qualidade do escoamento de diferentes usos do solo. Usos que geram escoamento de menor qualidade em termos de cada parâmetro (mais poluídos) são atribuídos coeficientes maiores. No estudo foi utilizado os parâmetros de concentração de fósforo.

Informações necessárias	Descrição
Coeficientes de crédito (BMP)	Valores entre 0 e 1: 1- Quando não há BMPs; 0 - <1 – Refletem a introdução de BMPs, e são recompensados por taxas mais baixas. Por exemplo, um coeficiente de 0,9 indica que uma classe de uso do solo é cobrada em 90% do que seria na ausência de BMPs.
Número de parcelas (Np)	Representa o número de propriedades distintas de um determinado uso, as quais uma taxa é aplicada.

Fonte: Dados compilados a partir de Cameron *et al.* (1999).

3.6.1.3 África do Sul

Na África do Sul, devido à má qualidade da água na área urbana, tem-se discutido estratégias de monitoramento e gestão da poluição transportada pelas águas pluviais. Os cidadãos pagam pela água potável e pelo saneamento básico, exceto pelas águas pluviais, que são financiadas por taxas municipais. Este fato resulta em um subfinanciamento da drenagem, ou seja, as águas pluviais concorrem com outras prioridades e acabam por não receber investimentos. Este cenário requer modelos alternativos de financiamento (FISHER-JEFFES; ARMITAGE, 2013).

Fisher-Jeffes e Armitage (2013) realizaram o estudo para o desenvolvimento de uma taxa de águas pluviais. Os autores relatam que muitas pessoas não têm dinheiro para pagar pelos serviços e o desafio é encontrar soluções para gerenciar o sistema no âmbito do financiamento limitado. Eles seguiram três passos: Definição da finalidade (quais os objetivos?), determinação de uma taxa justa (por meio dos critérios simplicidade, equidade, adequabilidade e legalidade) e conscientização da comunidade (Quadro 16).

Com estas premissas, Fisher-Jeffes e Armitage (2013) utilizaram o método de Custos de Danos Evitados (*Damage Avoidance Cost*), que representa os custos ambientais da operação de um sistema de águas pluviais, ou seja, o custo total do ciclo de vida do tratamento das águas pluviais para padrões aceitáveis. O método pressupõe os custos da

construção de obras virtuais de tratamento, isto é, as obras não existem de fato, sendo apenas utilizadas como um mecanismo de estimativa de custos. A ferramenta não inclui o custo de instalação e manutenção da rede de águas pluviais.

Quadro 16 - Passos para a definição de uma taxa de drenagem na África do Sul.

Passos	Descrição
1- Definição da finalidade	A finalidade da taxa deve ser claramente definida, o que inclui: garantir o financiamento suficiente para a operação e manutenção; proteger o meio ambiente; desenvolvimento de sistemas modernos de drenagem de águas pluviais; ou uma combinação de todos estes. Além disso, é importante decidir se as taxas serão suficientes para financiar a parte administrativa ou apenas a construção e manutenção.
2- Determinação de uma taxa justa	Uma taxa precisa ser simples (fácil de entender, calcular e implementar), equitativa (cobrada de forma justa, considerando os incentivos), adequada (que cubra as despesas do usuário e garanta a gestão sustentável a longo prazo) e legal, para que não seja contestada judicialmente.
3- Conscientização da comunidade	Deve-se esclarecer a comunidade porque o serviço e a cobrança da taxa são necessárias, bem sobre as vantagens de um sistema bem gerenciado.

Fonte: Modificado de Fisher-Jeffes e Armitage (2013)

O método foi simulado em três municípios da África do Sul, em que se considerou os lotes residenciais com 160m² de área impermeabilizada. Segundo os autores, esta média é a mesma aplicada no Brasil e na Alemanha, fato pelo qual se acredita que seja a mesma medida utilizada pelos autores do estudo, já que a taxa não tem qualquer relação com a área impermeável. A taxa é a soma dos custos de aquisição das terras para a estação de tratamento e os custos do tratamento de águas pluviais e manutenção de instalações.

A aquisição de terrenos teve uma grande variação dentro de uma mesma cidade e influenciou a grande diferença entre os resultados. A taxa total mensal variou de 48 a 109 rands sul-africano (ZAR), valores

estes em 2010, por unidade residencial, equivalente a R\$11,52 - 26,16 reais (Tabela 9).

Tabela 9 – Taxas mensais de gestão das águas pluvias estimadas para cidades da África do Sul (valores em 2010).

Cidade	Construção do tratamento e instalações de manutenção		Aquisição de terrenos		Total para um lote residencial comum	
	ZAR	R\$	ZAR	R\$	ZAR	R\$
Cape Town	28	6,72	20-40	4,80-9,60	48-68	11,52 - 16,32
Tshwane	33	7,92	27-54	6,48 - 12,96	60-87	14,40 - 20,88
Ethekwini	37	8,88	36-72	8,64 - 17,28	73-109	17,52 - 26,16

Fonte: Adaptado de Fisher-Jeffes e Armitage (2013).

3.6.1.4 França

A ideia de uma taxa pluvial na França surgiu durante a elaboração da Lei da Água em 1992. Mal sucedida nesta época, o governo a propõe novamente em 2005, amparada pela lei Grenelle II, que versa sobre o compromisso nacional para o meio ambiente e permite que a instituição comum ou pública crie um serviço de gestão de águas pluviais urbanas associado a uma taxa anual: o imposto para a gestão das águas pluviais urbanas (NOUVEAU *et al.*, 2013).

A lei visa prevenir as inundações e poluição carreada para os corpos hídricos, bem como resolver as dificuldades de financiamento da gestão de águas pluviais. De introdução opcional, a taxa trata do duplo dividendo das taxas ambientais, que é incentivar um uma postura ambientalmente adequada do pagador e gerar os recursos financeiros para atender as dificuldades de financiamento (CHIROLEU-ASSOULINE, 2001; MEDDE, 2013).

A gestão da drenagem é um serviço de competência da administração pública, e a taxa pode ser instituída por instituição pública de cooperação, associação conjunta ou consórcio misto competente. A taxa é aplicável aos proprietários, públicos ou privados, de terrenos e estradas localizados em área urbana ou em uma área a ser urbanizada no

futuro, de acordo com o Plano Local de Urbanismo ou em uma área de construção delimitada por um mapa municipal.

A Lei Grenelle II foi regulada pelo Decreto n.º 2011-815/2011, que incentiva também o controle na fonte de impermeabilização por meio de dispositivos de retenção das águas pluviais. Esta taxa destina-se a financiar total ou parcialmente os cursos da operação e, assim, dos investimentos. É limitada ao serviço de águas pluviais urbanas, sem levar em conta os problemas em áreas rurais (CARRON; GUÉNÉGOU, 2013).

A taxa é em função da área impermeabilizada do terreno e deve ser informada em cadastro pelo proprietário. O valor da taxa é fixado pela assembleia deliberativa do município ou do grupo competente, dentro do limite máximo⁵ de um euro por m². Quando possuem dispositivos de retenção das águas pluviais, a redução da taxa pode variar de 20% a 100%, a depender do dispositivo (Quadro 17).

Quadro 17 - Modalidades de desconto na taxa pluvial

Método das descargas de águas pluviais	Faixa de redução da taxa da taxa (%)	Condição
Dispositivos que evitam descarga de águas pluviais para fora do lote	90 - 100	$Q_{escoamento} = 0$
Dispositivos para limitar a descarga de águas pluviais para fora do lote, a uma taxa inferior ou igual a um valor fixo	40-90	$0 < Q_{escoamento} \leq Q_{limite}$
Dispositivos para limitar a descarga de águas pluviais para fora do lote, sem satisfazer a condição de escoamento definida	20-40	$Q_{escoamento} > Q_{limite}$

Fonte: Adaptado de CERTU *et al.* (2012)

A complexidade do tema e das políticas de controle, bem como do custo inicial, combinados com a novidade do instrumento, são as razões para que apenas quatro comunas⁶ (dentre as mais de 36 mil)

⁵ Limites definidos pelo art. 2333-97 do Código Geral de Autarquias Locais.

⁶ Na França, a Constituição prevê a existência de diferentes tipos de autoridades locais (*Collectivité territoriale*): municípios, departamentos, regiões, comunidades com estatuto especial e territórios além-mar. As comunas (agrupamento de municípios) são a base da organização do território francês, geridas por uma

terem aderido à introdução da taxa: Douaisis, Prévessin-Moëns, Sauzé-Vaussais e Syage (NOUVEAU *et al.*, 2013). As taxas pluviais implantadas nesta comuna são sintetizadas no Quadro 18.

Quadro 18 - Taxas de águas pluviais implantadas na França

Comuna	Ano de implantação	Tarifa		Superfície mínima impermeável (m ²)
		(euro/m ²)	(R\$/m ²)	
Douaisis	2011	0,05	0,16	500
Prévessin-Moëns	2011	0,20	0,63	100
Sauzé-Vaussais	2011	0,50	1,58	-
Syage	2012	0,60	1,90	600

Fonte: Adaptado de Nouveau *et al.* (2013).

A comuna de Douaisis é formada por 35 cidades, mas exerce jurisdição de águas pluviais em 26. Em 2011, foi aplicada uma ‘pré taxa’ às residências com superfície mínima de 500m², de apenas 0,05 euros/m² (R\$0,11/m²), como forma de garantir a sua introdução. Mesmo com esse baixo valor, estimou-se que o imposto deve ter gerado três vezes as receitas brutas (€ 750.000 / ano) que as contribuições comunitárias anteriores. Para a comuna de Prévessin-Moëns, uma pequena comunidade de 7.600 habitantes localizada em um subúrbio de Genebra, foi considerada uma superfície mínima impermeável de 100 m² (habitações suburbanas) e 0,20 euros/m² (NOUVEAU *et al.*, 2013).

Para a comuna de Sauzé-Vaussais, uma pequena vila com menos de 2 mil habitantes, não foi considerada uma superfície mínima de impermeabilização. A taxa é de 0,50 euros/m² (R\$1,11/m²). Já a comuna de Syage, com 600 m² e uma taxa de 0,60 euros/m² (R\$1,34/m²), almejou cobrar dos maiores proprietários, ou seja, os que mais contribuem no escoamento das águas pluviais. Para promover a aceitação desta taxa, a comuna trabalhou paralelamente uma redução na taxa de tratamento das águas (NOUVEAU *et al.*, 2013).

Carron e Guénégo (2013) elencaram uma série de dificuldades para a aplicação da taxa de drenagem, que englobam o cálculo e implementação da taxa, os custos das atividades econômicas e

assembleia eleita (Conselho Municipal) e uma autoridade executiva, o Prefeito (MACHADO, 2003).

municipais, a aceitação social e a não recuperação da taxa paga pelos locatários de imóveis (Quadro 19).

Quadro 19 – Dificuldades na aplicação de taxas de águas pluviais na França

Dificuldade	Descrição
Cálculo	O cálculo é feito com base na área cadastral do terreno, a superfície das fachadas podem ser consideradas.
Custo das atividades econômicas	O imposto será aplicado em áreas urbanas, penalizando as atividades econômicas localizadas neste meio.
Os custos para os municípios (estradas, edifícios e áreas públicas) na gestão da taxa	Cerca de metade da taxa é direcionada para a gestão de estradas, edifícios e áreas públicas. A percepção de um imposto só faz sentido se os encargos transferidos são individualizados.
Custo de implementação e recuperação	Se a taxa é baixa, as despesas de instalação e de recuperação podem consumir uma parte significativa das receitas.
Aceitação social	A implantação da taxa pluvial pode levar a um aumento dos impostos totais na ordem dos 20 a 60%, de acordo com o caso, o que pode dificultar a aceitação social.
Recuperação da taxa dos inquilinos	O imposto não é recuperável pelos gestores de empreendimentos imobiliários que alugam seus imóveis.

Fonte: Adaptado de Carron e Guénégo (2013).

O surgimento da taxa trouxe receio ao meio político, o temor que a introdução de um novo imposto seguido por sanções eleitorais durante o período de eleições municipais afetasse a atividade econômica do território (NOUVEAU *et al.*, 2013). Assim, a cobrança da taxa de gestão das águas pluviais na França foi suprimida no final de 2014 pela lei n° 1654/2014 (art. 20), alterando o código que regulamenta a gestão das águas pluviais (Decreto n° 1039/2015), conforme disponível em LEGIFRANCE (2016).

3.6.1.5 Polônia

Em 2006, entrou em vigor o decreto tarifário que determina os métodos de cálculo das taxas de águas da chuva e da descarga de neve

derretida na Polônia. Contudo, três anos antes, em 2003, a cidade de Pila foi pioneira ao introduzir uma taxa de águas pluviais, exemplo seguido por outras cidades. O objetivo da taxa foi incentivar os usuários a gerir as águas de forma racional e limitar a carga de poluição, bem como cobrir os custos associados com a drenagem e à construção de instalações destinadas ao pré-tratamento da água da chuva e neve derretida (BURSZTA-ADAMIAK 2010).

Nas áreas cobertas por uma rede combinada de esgoto (unitária), a taxa representa os custos da coleta de esgotos, que são comuns para todos os contribuintes. Em áreas com redes separadas, a taxa é em função do volume das águas superficiais coletadas (Tabela 10) ou em função da superfície impermeabilizada contaminada (Tabela 11) (ZIEMSKI e BUJNY 2013; BURSZTA- ADAMIAK, 2014). As taxas em função do volume coletado variam de 1,61 a 5,89 zloty polonês (PLN), que equivalem a R\$ 1,16 - 4,24/m³.

Tabela 10 – Taxas de águas pluviais e neve com base no volume

Cidade/Comuna	Preço líquido*	
	PLN/m ³	R\$/m ³
Cidade de Ostrow Wielkopolski	2,76 - 3,27	1,99 - 2,35
Cidade de Biala Podlaska	5,89	4,24
Cidade de Poznan	5,00	3,60
Comuna de Glogow	2,85 - 5,08	2,05 - 3,66
Comuna de Prudnik	1,61 - 2,20	1,16 - 1,59
Comuna de Zory	1,82 - 4,39	1,31 - 3,16
Comuna de Boleslawiec	2,91	2,09
Comuna de Siedlce	3,00	2,16
Cidade de Suwalki	2,60	1,87

* Uma taxa de bens e serviços de 8% é adicionada aos preços líquidos

Fonte: Adaptado de Burszta- Adamiak (2014).

Tabela 11 – Taxas de águas pluviais e neve com base na área impermeável

Cidade/Comuna	Preço líquido*	
	PLN/m ²	R\$/m ²
Cidade de Wagrowiec	1,65 - 2,6	1,19-1,87
Cidade de Radom	0,92 -1,12	0,66 - 0,80
Cidade de Tarnobrzeg	3,24	2,33
Cidade de Elblag	1,10	0,79
Comune de Zawiercie	0,31 - 0,52	0,22 - 0,37
Comune de Czarnkow	0,72 - 0,96	0,52- 0,69
Comune de Bielsko-Biala Jawor, Wilkowice	4,14 - 7,06	2,98 – 5,08

Cidade/Comuna	Preço líquido*	
	PLN/m ²	R\$/m ²
Comune de Kluczbork	1,08 - 1,32	0,78 – 0,95
Gmina Nysa	0,35 - 0,65	0,25 – 0,47
Comune de Zory	1,44 - 3,48	1,04 – 2,50
Comune de Koszalin	2,11	1,52
Comune de Kedzierzyn Kozle	1,80	1,29

* Uma taxa de bens e serviços de 8% é adicionada aos preços líquidos

Fonte: Adaptado de Burszta- Adamiak (2014).

As cidades/comunas com variações no valor da taxa possuem grupos de contribuintes conforme a atividade desenvolvida. A cidade de Ostrow Wielkopolski, por exemplo, possui quatro grupos: áreas industriais/ armazéns e depósitos de transporte; estradas e estacionamentos com superfície impermeável; estacionamentos com pavimentos permeável com capacidade de mais de 500 carros e outras superfícies impermeável contaminadas (BURSZTA- ADAMIAK, 2014).

3.6.1.6 Outros Países

- Alemanha

Na Alemanha, muitos municípios têm uma taxa pluvial desde os anos 1980 (TABUCHI, 2002). Baptista e Nascimento (2002) comentam que os serviços de esgotamento sanitário e pluvial são obrigações essenciais do poder municipal, sem características comerciais, e que os setores específicos da própria administração pública local trabalham sem autonomia financeira. Desta forma, o financiamento destes serviços ocorre por meio de impostos e taxas acopladas ao consumo de água (ROTH, 1999; HAARHOF, 1996).

Na cidade de Munich, Valiron e Tabuchi (1992) descrevem que a taxa foi fixada em cerca de US\$ 1,17 por m² de área impermeabilizada por ano, da mesma ordem de grandeza que o valor da tarifa de esgotamento sanitário. Já na cidade de Dresden, a Companhia de Água cobra uma taxa de águas pluviais equivalente a 1,04 €/m² (R\$2,71/m²) por ano, tanto dos proprietários como do município, com base na superfície impermeável da propriedade e das estradas, respectivamente. Dresden reutiliza a água da chuva para uso municipal e tem organizado campanhas públicas para a promoção das técnicas de controle de origem (CHOULI *et al.*, 2007).

- Dinamarca

As taxas de drenagem na Dinamarca foram divididas em duas partes, 60% é atribuída à gestão de águas residuais, enquanto a gestão das águas pluviais recebe 40% da receita arrecada. Os Departamentos de drenagem oferecem incentivos aos proprietários, tais como taxas de drenagem menores, reembolso de 40% da taxa de ligação da drenagem e assistência técnica (CHOULI *et al.*, 2007).

- Inglaterra e País de Gales

A taxa de drenagem de águas pluviais é cobrada quando os drenos das propriedades dispõem os efluentes pluviais em uma das dez empresas de água e esgoto localizadas na Inglaterra e no País de Gales. Este efluente é coletado e tratado por empresas particulares. A cobrança pode ocorrer junto aos impostos fixos, por meio de uma taxa com base no valor da propriedade, ou por meio de taxas relacionadas ao tipo de imóvel. Propriedades que não contribuem para a rede geral de esgoto estão dispensadas de pagar a taxa (OFWAT, 2015).

- Suécia

Em Estocolmo, na Suécia, as cidades têm implementado técnicas de controle do escoamento pluvial na origem para todos os novos projetos. Como auxílio, uma taxa de águas pluviais (por m² de área impermeável) é aplicada, e os proprietários que possuem técnicas de redução do escoamento pagam menos (CHOULI *et al.*, 2007). Na cidade de Malmö, a municipalidade adota modalidades diversificadas de divisão de custos com os particulares, com taxação mais acentuada em zonas industriais (LARSSON e STAHERE, 1999 *apud* BAPTISTA e NASCIMENTO, 2002).

- Suíça

Na Suíça, Haarhof (1996) aponta que o financiamento da drenagem urbana ocorre de forma semelhante à Alemanha, realizada por meio de impostos e taxas acopladas ao consumo de água. Já em Zurique, maior cidade da Suíça, a cobrança pela drenagem considera a área impermeabilizada dos imóveis, com a taxação de US\$ 1,05 por m²/ano (R\$1,75m²/ano) para superfícies impermeabilizadas, sendo de até 15% deste valor para áreas não construídas (ANTENER, 1999).

3.6.2. Experiências Nacionais

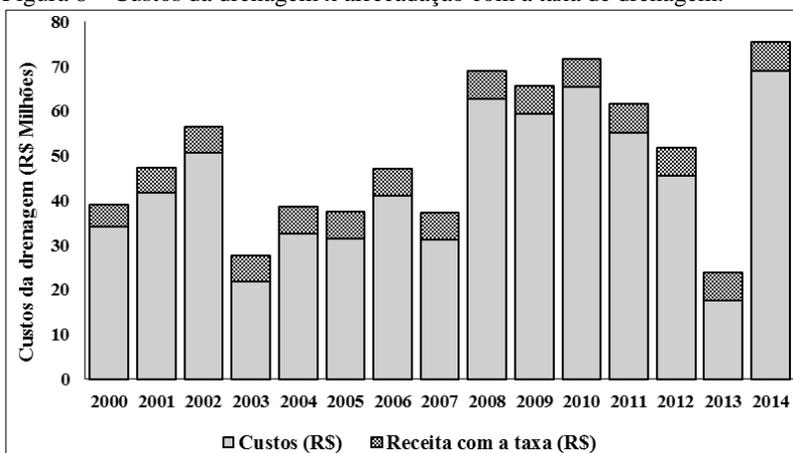
Na literatura brasileira, foram encontradas quatro experiências relacionadas às taxas de águas pluviais. Em apenas uma delas (SEMASA) a taxa foi efetivamente aplicada, enquanto as demais referem-se a análises hipotéticas.

3.6.2.1 SEMASA (1998)

A cidade de Santo André, em São Paulo, adotou a gestão integrada do saneamento ambiental. Um único órgão, o Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André (SEMASA), administra o abastecimento de água, a coleta de esgotos e de resíduos sólidos e a drenagem urbana (MARCON e VAZ JUNIOR, 1999). O município é pioneiro quando se trata de taxa de drenagem no Brasil, com sua cobrança instituída pela Lei municipal nº 7.606/1997, e início da cobrança no ano de 1998.

De acordo com a lei citada, o cálculo da contribuição volumétrica de águas ao sistema de drenagem tem por base a precipitação volumétrica média mensal do Município que, associado à área coberta de cada imóvel, define o volume efetivamente lançado ao sistema. A taxa foi muito importante para a gestão da drenagem no município, com a arrecadação média de cerca de R\$ 6 milhões por ano (Figura 8). Os valores médios cobrados, segundo Forgiarini *et al.* (2007), eram de R\$ 2,00 a R\$ 3,00 por m³/mês.

Figura 8 – Custos da drenagem x arrecadação com a taxa de drenagem.



Fonte: Compilados a partir de FERRINI (2015).

No ano de 2012 muitos contribuintes entraram na justiça para suspender a taxa de drenagem por não corresponder a serviço específico e divisível (Argüição de Inconstitucionalidade nº 990.10.247740-1), pois a cobrança não é mensurável em relação ao contribuinte, como exige a legislação.

A taxa, conforme informado pelo departamento, precisa de revisões no quesito da divisibilidade. Assim, enquanto os custos de operação e manutenção dos sistemas têm aumentado, a arrecadação está diminuindo. Observa-se que a arrecadação da taxa sempre foi inferior aos custos de manutenção, obras e investimentos.

3.6.2.2 Tucci (2002)

Tucci (2002) propôs uma política de controle da drenagem urbana, com base em dois aspectos principais: o rateio dos custos indiretos (custos de operação e manutenção dos sistemas de drenagem); e os diretos (implementação das obras do plano de drenagem). Estes dois métodos são apresentados na sequência.

a) Taxas provenientes dos custos de manutenção e operação de um sistema de drenagem

Calcula-se o custo unitário das áreas impermeáveis (Cui) da bacia (equação 10) considerando que o volume gerado pelas áreas impermeáveis é 6,33 superior ao das áreas permeáveis. A metodologia também considera que as áreas ocupadas da cidade distribuem-se como 25% áreas públicas (15% de ruas, impermeáveis, e 10% de praças, permeáveis) e 75% áreas privadas. Estes parâmetros podem ser alterados.

Após fixado o valor de Cui para a bacia ou para área total em questão, individualizam-se os encargos para cada lote de acordo com o volume de escoamento gerado em cada superfície (equação 11).

$$Cui = \frac{100 \cdot C_t}{[A_b \cdot (15,8 + 0,842 \cdot A_i)]} \quad (10)$$

$$Tx = \frac{A \cdot Cui}{100} \cdot (28,43 + 0,632 \cdot i_i) \quad (11)$$

Sendo:

Cui = Custo unitário das áreas impermeáveis, em R\$/m²;

C_t = Custo total (R\$) para realizar a operação e manutenção do sistema (da cidade),

A_b = Área da bacia em m²;

A_i = Área impermeável de toda a bacia em %;

T_x = Taxa anual a ser cobrada pelo imóvel em R\$;

A = Área do imóvel, em m²;

i_1 é o percentual de área impermeabilizado do lote, em %.

O autor não simulou a taxa para uma situação real, mas aplicou de modo hipotético a um terreno de 300m², em uma bacia de 40% de área impermeável com o custo total (C_t) de R\$ 1.400,00/há. Um lote com 80% de impermeabilização pagaria uma taxa mensal de R\$ 5,65.

Tabela 12 - Exemplo da aplicação do método de Tucci para um lote com área impermeável de 300m²

Área impermeável (%)	Taxa anual (R\$)	Taxa Mensal (R\$)
5	26,86	2,24
10	29,59	2,47
20	35,04	2,92
30	40,49	3,37
40	45,94	3,83
50	51,39	4,28
60	56,84	4,74
70	62,29	5,19
80	67,74	5,65

Fonte: Modificado de Tucci (2002)

b) Rateio dos custos para implementação das obras do plano de drenagem

Neste caso, o rateio de custos diretos é distribuído apenas para as áreas impermeabilizadas, que aumentaram a vazão acima das condições naturais. O custo para cada área de lote urbanizado é dado pela equação 12, enquanto o custo dos imóveis sem área impermeável é dado pela equação 13.

$$T_{xp} = \frac{A \cdot C_{tp} \cdot (15 + 0,75 \cdot i_1)}{A_b \cdot A_i} \quad (12)$$

$$T_{xp}' = \frac{15 \cdot A \cdot C_{tp}}{A_b \cdot A_i} \quad (13)$$

Sendo:

T_{xp} = Custo para cada área de lote urbanizado;

T_{xp}' = Custo para cada área sem impermeabilização;

A = Área do terreno em m²;

C_{tp} = Custo total de implementação do Plano, em R\$ milhões;

i_1 = Área impermeável do lote em %.

A_i = Área impermeável de toda a bacia em %;

A_b = Área da bacia em km².

O método foi aplicado por Lisboa *et al.* (2012), demonstrando uma forte correlação ($R^2 = 0,966$) com a área do imóvel.

3.6.2.3 Cançado, Nascimento e Cabral (2005)

Cançado, Nascimento e Cabral (2005) calcularam o custo médio do sistema (instalação de micro e macrodrenagem e manutenção de bocas-de-lobo e redes de ligação, vistorias no canal e recuperação de patologias estruturais) por m² da área impermeável (equação 14). Este custo é individualizado para cada lote com base na impermeabilização (equação 15). O método de Tucci (2002) contempla duas taxas de drenagem, a direta e indireta. Já a taxa destes autores considera como custo total (CT) a soma destes dois componentes.

$$C_{me} = \frac{CT}{ai_{vias} + \sum ai_j} \quad (14)$$

$$\text{Taxa de drenagem} = C_{me} \cdot ai_j \quad (15)$$

Sendo:

C_{me} = Custo médio do sistema por m² de área impermeável (R\$/m²);

CT = Custo total (R\$);

ai_{vias} = Área impermeabilizada das vias (m²);

ai_j = Área impermeabilizada do imóvel j (m²);

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

O estudo utilizou a área impermeável como base de cobrança, pois este é a causa primeira da necessidade dos sistemas de drenagem urbana. Além disso, “área impermeabilizada” é um conceito simples para o usuário do sistema, que passa a entender a lógica da cobrança e a preocupar-se com a impermeabilização da sua propriedade. Os autores acreditam que este caráter incitativo da cobrança pode trazer ganhos ambientais significativos.

Os autores não simularam a taxa para uma situação real, mas aplicaram em uma bacia hidrográfica hipotética, com os custos totais de implantação obtidos por meio de modelagem hidrológica e hidráulica. Para custo de manutenção foram utilizados os valores gastos com a restauração de galerias em Belo Horizonte.

A magnitude dos valores a serem cobrados varia em função da superfície impermeabilizada e do adensamento da área urbana. Considerando o máximo adensamento permitido pela legislação (123.662 domicílios), o custo médio anual por unidade domiciliar variou de R\$ 62,42 (lote com 70% de impermeabilização) a R\$ 75,20 (sistema dimensionado para 80% de impermeabilização). Já os custos médios anuais considerando a proporção de domicílios por zona existente em Belo Horizonte (19.724 domicílios) variaram de R\$ 358,64 a 432,06, para lotes com 70% e 80% de impermeabilização, respectivamente. Essas taxas representam de 0,1% a 2,1% do rendimento nominal médio do domicílio.

Os autores também consideraram a utilização de técnicas compensatórias - caixa de detenção no lote (reservatórios domiciliares de águas pluviais)- para redução das vazões de saída. Alternativamente, esta técnica pode levar a um desconto na taxa de drenagem.

3.6.2.4 Gomes, Baptista e Nascimento (2008)

A metodologia de Gomes, Baptista e Nascimento (2008) propõe uma taxa de drenagem para manutenção do sistema (T_{man}) e outra para a amortização dos investimentos (T_{inv}). Desta forma, a taxa total (T_x) é dada pelo somatório das duas parcelas:

$$T_x = T_{man} + T_{inv} \quad (16)$$

a) Taxa de drenagem para manutenção do sistema (T_{man}):

A parcela da taxa destinada a cobrir os custos com a manutenção dos sistemas é composta pelos seguintes valores:

$$T_{man} = T_{manp} + T_{mani} + T_{manSVp} + T_{manSVi} \quad (17)$$

Sendo:

T_{man} = Taxas de drenagem para cobrir os custos com manutenção do sistema (R\$);

T_{manp} = Taxa de manutenção associado à área permeável (R\$/m²);

T_{mani} = Taxa de manutenção associada a edificações impermeáveis (R\$/m²);

T_{manSVp} = Taxa de manutenção associado a áreas permeáveis do sistema viário (R\$/m²);

T_{manSVi} = Taxa de manutenção associado a áreas impermeáveis do sistema viário (R\$/m²);

A parcela da taxa destinada a cobrir os custos com a manutenção dos sistemas apresenta ponderação do custo da manutenção pelas áreas permeável e impermeável do lote e pelas áreas permeável e impermeável da cidade/ loteamento. Assim, a taxa pode ser reescrita como:

$$(18) \quad T_{man} = \underbrace{\frac{C_{manp}}{A_l} \cdot S_l \cdot (1 - T_i)}_{T_{manp}} + \underbrace{\frac{C_{mani}}{A_l} \cdot S_l \cdot T_i}_{T_{mani}} + \underbrace{\frac{C_{manp}}{A_l} \cdot \frac{A_{SVp}}{A_b} \cdot S_l}_{T_{manSVp}} + \underbrace{\frac{C_{mani}}{A_l} \cdot \frac{A_{SVi}}{A_b} \cdot S_l}_{T_{manSVi}}$$

Sendo:

C_{manp} = Custo de manutenção associado a áreas permeáveis (R\$);

A_l = Área total de lotes urbanizados ou não, em m²;

S_l = Área de cada lote, urbanizado ou não, em m²;

T_i = Índice de impermeabilização do lote, em %;

C_{mani} = Custo de manutenção associado a áreas impermeáveis (R\$);

A_{SVp} = Áreas públicas (praças) e do sistema viário permeáveis, em m²;

A_b = Área total da bacia, em m²;

A_{SVi} = Áreas públicas (praças) e do sistema viário impermeáveis, em m².

Para cálculo do custo de manutenção das áreas permeáveis e impermeáveis considerou-se, com base em Tucci (2002) que uma propriedade totalmente impermeabilizada gera 6,33 vezes mais volume de água do que uma propriedade não impermeabilizada (Coeficiente de escoamento superficial para áreas permeáveis: 0,15 e para áreas

impermeáveis: 0,95). Assim, dado o custo total basta calcular as parcelas relativas a cada custo.

Esta metodologia foi criada com o objetivo de desvincular da taxa de drenagem o índice de impermeabilização da bacia, com o enfoque à contribuição de cada lote e do sistema viário. Assim, a equação apresenta em sua composição uma parcela individual ($\frac{C_{mani}}{A_l} \cdot S_l \cdot T_i$), variável em função do nível de impermeabilização do lote, e outra comum a todos os lotes, edificados ou não.

b) Taxa para cobrir a amortização dos investimentos (T_{inv})

A parcela da taxa de drenagem devida à amortização dos investimentos, tanto nas áreas permeáveis quanto nas impermeáveis, realizados com obras de drenagem pode ser obtida pela equação seguinte.

$$T_{inv} = \frac{I_p}{A_l} \cdot S_l \cdot (1 - T_i) + \frac{I_i}{A_l} \cdot S_l \cdot T_i + \frac{I_p \cdot A_{SVp}}{A_l \cdot A_b} \cdot S_l + \frac{I_i \cdot A_{SVi}}{A_l \cdot A_b} \cdot S_l \quad (19)$$

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.

Assim como na taxa para manutenção do sistema, a equação apresenta uma parcela comum a todos os lotes, edificados ou não, e uma parcela variável em função do nível de impermeabilização de cada lote ($\frac{I_i}{A_l} \cdot S_l \cdot T_i$). O estudo apresentou um fator de redução da taxa de drenagem nas edificações implantadas em lotes de comunidades de baixa renda, com vistas a que ela corresponda, juntamente com a cobrança dos serviços de água, esgoto e IPTU, no máximo a 5% da renda média familiar de seus ocupantes.

$$F_r = \frac{V_{m\acute{a}x}}{T_x} \quad (20)$$

Sendo:

F_r = fator redutor;

$V_{m\acute{a}x}$ = Valor máximo anual do rendimento familiar para comprometimento com o pagamento da taxa de drenagem;

T_x = Taxa anual de drenagem.

Para se compensar a perda de receita, os autores recomendam acrescer à taxa de drenagem das edificações das comunidades mais favorecidas, com a mesma taxa de impermeabilização, um valor de majoração (V_m).

Estas taxas foram simuladas em duas sub-bacias da cidade de Juiz de Fora, a primeira ocupada em sua maioria por residências, cuja população possui as maiores classes de renda da cidade, enquanto a sub-bacia II, de ocupação mista, possui uma população com as menores classes de renda. A avaliação dos custos (implantação, operação e manutenção dos sistemas de drenagem) e taxas de drenagem 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.

A Tabela 13 apresenta a taxa total para as sub-bacias I e II. Observa-se que a taxa teve uma variação de R\$64,00 a R\$380,00, na sub-bacia I, e de R\$ 46,76 a R\$270,28 na sub-bacia II, a depender do grau de impermeabilização. Os autores aplicaram o método de Tucci (2002) para efeitos de comparação de valores, para os custos indiretos (C.I.), que equivalem à T_{man} , e custos diretos (C.D.), que equivalem a T_{inv} (Tabela 14). As taxas pelo método de Tucci (2002) apresentaram resultados superiores aos do estudo de Gomes, Baptista e Nascimento (2008). Os autores concluíram que a taxa de drenagem deve cobrar somente os custos com operação e manutenção dos sistemas, pois a cobrança pelos investimentos realizados onera a cobrança pelos serviços e poderá inviabilizar a sua aplicação.

Este método foi aplicado por Lisboa *et al.* (2012), que observaram que as taxas de manutenção do sistema crescem a partir da área do imóvel de 0 m², ou seja, sem a necessidade de subsídios, diferente do resultado que os autores obtiveram ao aplicar o método de Tucci (2002). O método mostrou-se exequível para a localidade.

Tabela 13 – Taxa total de drenagem para as sub-bacias I (Sb.I) e II (Sb.II)

Área média do lote (m ²)		Ti (%)	Tman (R\$/ano)		Tinv (R\$/ano)		Tx (R\$/ano)	
Sb.I	Sb.II		Sb.I	Sb.II	Sb.I	Sb.II	Sb.I	Sb.II
400	280	0	44,80	24,64	19,20	22,12	64,00	46,76
		50	164,40	90,16	70,60	80,78	235,00	170,94
		75	224,20	--	96,30	--	320,50	--
		90	269,08	142,57	111,72	127,71	380,80	270,28

Fonte: Dados compilados a partir de Gomes *et al.* (2008)

Tabela 14 – Taxas anuais de drenagem pelo método de Tucci (2002)

Componentes	Sb. I		Sb. II	
Área da bacia (km ²)	0,803		3,246	
Área impermeabilizada da bacia (%)	65,08		44,56	
Taxa de drenagem de áreas edificadas (R\$)	C.I.: 282,09	Σ= 406,43	C.I.: 166,40	Σ= 321,79
	C.D.: 124,34		C.D.: 155,39	
Taxa de drenagem para os lotes vagos (R\$)	C.I.: 89,84		C.I.: 78,80	
	C.D.: 26,18		C.D.: 44,40	

Fonte: Dados compilados a partir de Gomes *et al.* (2008)

3.6.3. Discussão

No âmbito internacional, foram apresentadas as taxas em cidades do Canadá, Estados Unidos, França e Polônia. Na África do Sul, há um estudo sobre a criação de uma taxa de drenagem, contudo os autores não demonstraram se a mesma foi efetivamente aplicada. Países como a Alemanha, Dinamarca, Inglaterra, País de Gales, Suécia e Suíça também possuem uma taxa de drenagem e foram elencados na presente pesquisa, mas não foram especificados devido à ausência de detalhamento nos estudos. Observou-se que a implantação de uma taxa demanda estudos aprofundados e a participação de todos os atores envolvidos contribui para a aceitação de um novo tributo.

A alternativa de taxa mais usada internacionalmente é a taxa baseada em parcelas (lotes) e, como parâmetro mais utilizado tem-se a área impermeabilizada dos imóveis, com base na ERU ou REF. Uma ERU ou REF representa a unidade padrão de uma residência familiar, e as demais propriedades são cobradas proporcionalmente a este valor. O parâmetro de impermeabilização reflete o quanto cada lote sobrecarrega os sistemas de drenagem e reflete a magnitude do desenvolvimento urbano. Embora não tenha sido pormenorizado nesta pesquisa, quase todas as taxas pesquisadas possuem a opção de abatimento do valor caso sejam implantados dispositivos de detenção das águas pluviais. Este abatimento visa incentivar atitudes mais sustentáveis, controlando as vazões diretamente na fonte do escoamento.

O gerenciamento da drenagem na África do Sul é semelhante ao do Brasil, em que este elemento é financiado por taxas municipais e acaba por receber poucos, ou nenhum, investimentos. A taxa simulada na África do Sul é a única, dentre as pesquisadas, que inclui a aquisição das terras para a estação de tratamento das águas pluviais, embora a taxa de rateio direto de Tucci (2002) inclua os custos para implementação das obras do plano de drenagem, as quais poderiam incluir uma estação de tratamento ou até mesmo a aquisição de terrenos.

No Canadá, verifica-se a crescente implantação de utilitários e das taxas pluviais para financiá-las. Na cidade de Victória, no Estado British Columbia, a taxa será aplicada em 2016, e possui como inovação a inserção da cobrança de limpeza das ruas, haja vista a forte relação entre resíduos sólidos e drenagem urbana.

Na França, a inserção da taxa foi polêmica, o que contribuiu para que poucas comunas aderissem. Com poucos anos de cobrança, houve a revogação da cobrança da taxa. Apesar disso, é interessante frisar que a comuna de Syage conscientizou a população de que a cobrança de uma

taxa pluvial reduziria os gastos com o tratamento destas águas, serviço também pago pela população, o que facilitou a introdução do tributo.

Na Polónia, apesar de se desconhecer o método de cálculo, foram apresentados os valores das taxas de drenagem, taxa esta cobrada juntamente com a taxa do esgoto, em caso de rede unitária. Caso contrário, as taxas são cobradas em função do volume escoado ou da área impermeabilizada.

Já os EUA são pioneiros na implantação de cobranças pelos serviços de gestão das águas pluviais, com a cobrança existente em quase 80% dos Estados. Observa-se que é comum a junção de diferentes cidades para prestação dos serviços de águas pluviais por meio de utilitários (concessionárias de águas pluviais). Estas são fontes estáveis de financiamento, com o fornecimento de um nível previsível de receitas, fator imperativo para o planejamento dos projetos de águas pluviais.

A Tabela 15 resume as informações apresentadas sobre taxa de águas pluviais para residências unifamiliares. Para a comparação entre as taxas, alguns esclarecimentos são necessários:

- No Canadá não existe uma área impermeável de referência, porque a maioria das taxas são fixas. Para comparar média taxa / m², pesquisou-se a taxa em três cidades (Edmonton, Saskatoon e Kitchener);
- Na Polónia são citadas taxas mensais por m², mas não é relatada uma área impermeável de referência;
- Na África do Sul e no Brasil, as informações referem-se a estudos de casos hipotéticos;
- Esses valores referem-se as taxas brutas, ou seja, sem o desconto oferecido aos proprietários que possuem controle de escoamento na fonte.

Tabela 15 - Taxas de águas pluviais (residências unifamiliares) em seis países

País/Ano da publicação	ERU (m ²)	Variação de taxa mensal (R\$)	Taxa média mensal (R\$)	Taxa média mensal (R\$) por m ²
África do Sul (2010)	160,0	15,87 – 36,05	22,87	0,14
Brasil (2013)	285,0	5,64 – 18,68	12,16	0,04
Canadá (2013)	-	4,38 - 25,54	16,38	0,24
Estados Unidos (2013)	274,5	0,00- 551,42	10,08	0,04
França (2013)	300,0	0,00 - 1.135,87	319,46	1,06

País/Ano da publicação	ERU (m ²)	Variação de taxa mensal (R\$)	Taxa média mensal (R\$)	Taxa média mensal (R\$) por m ²
Polônia (2014)	-	0,21 – 4,89	-	1,29

Fonte: Próprio autor

A França possuía a maior taxa média mensal (R\$ 319,46) porque a comuna de Syage cobrava uma área mínima de 600 m² de área impermeável (R\$ 1,90/m²). A finalidade deste alto valor foi cobrar dos maiores proprietários pela maior contribuição de escoamento das águas pluviais.

A Polônia tem a mais alta taxa por m² (R\$ 1,29/m²), a tarifa inclui águas pluviais e neve derretida. Os EUA possuem, junto com o Brasil, a menor taxa (considerando um ERU), mas esse valor é muito variável conforme o utilitário que se analisa. As três cidades canadenses têm a taxa média de R\$ 0,24 por m². A taxa sul africana é exatamente a média das taxas estadunidense/brasileira e canadense.

A taxa mensal média relatada para o Brasil, neste estudo, considerou dois estudos hipotéticos, de Tucci (2002) e Gomes, Baptista e Nascimento (2008), detalhadas na Tabela 16. Valores diferentes são encontrados ao se aplicar as metodologias para outras áreas de estudo, como realizado por Lendler e Mender (2013), cuja pesquisa resultou na média de R\$ 0,0095/m² por ambas metodologias. Não se considerou o estudo de Caçado, Nascimento e Cabral (2005) para compôr a média haja vista a ausência de informações comparáveis.

Tabela 16 – Comparação entre dois estudos hipotéticos sobre taxa de drenagem no Brasil

Estudo	Área impermeável (m ²)	Taxa anual (R\$)	Taxa mensal (R\$)	Taxa mensal por m ² (R\$)
Tucci (2002)	270,0	67,74	5,64	0,0209
Gomes, Baptista e Nascimento (2008)	300,0	224,2	18,68	0,0622
Média	285,0	145,97	12,16	0,0415

Fonte: Próprio autor

Observou-se que, em nível internacional, é comum que a taxa seja utilizada para suportar os custos de investimentos, gestão,

manutenção e operação dos sistemas de drenagem. No Brasil, é citado que um dos objetivos da taxa de drenagem é a geração de recursos financeiros extras ao setor para a expansão dos serviços (ANDRADE, 1998). Contudo, dada as peculiaridades dos tributos brasileiros (item 3.5), observa-se que a função arrecadatória (fiscal) é realizada por meio de impostos, cujas características não se aplicam à drenagem urbana. Ainda, o uso de uma taxa de drenagem para custear os serviços de implantação da drenagem urbana parece equivocado, já que estas características enquadram-se como contribuições de melhorias. Desta forma, considerou-se, neste estudo, que uma taxa de drenagem deve apenas cobrir os custos de operação e manutenção dos sistemas de drenagem.

Qualquer que seja o mecanismo de tarifação da drenagem pluvial, sua implantação exige um demasiado esforço técnico, político e jurídico. A análise do

Quadro 20 permite identificar as vantagens da adoção de uma taxa de impermeabilização como forma de cobrança pelos serviços de drenagem urbana. Estas vantagens estão ligadas ao seu embasamento físico e às suas características de equidade, além do seu caráter incitativo no sentido da adoção de medidas individuais de controle do escoamento urbano (BAPTISTA e NASCIMENTO, 2002).

Quadro 20 - Características e impactos dos diferentes modos de financiamento

Modalidade de financiamento	Base física	Caráter incitativo	Equidade	Facilidade técnica de implementação
Imposto específico	Não	Não	Possível	Sim
Taxa de impermeabilização cobrada em âmbito local	Sim	Sim	Possível	Não
Cobrança de taxas pelas agências de água	Sim	Sim	Possível	Não
Cobrança acoplada ao consumo de água	Não	Não	Não	Sim

Fonte: Baptista e Nascimento (2002)

A cobrança associada à impermeabilização é de simples aplicação pelos gestores desses sistemas e de fácil percepção pelos usuários dos

mesmos como um parâmetro ligado diretamente à geração de escoamento. Dentre as principais vantagens deste método, cita-se:

- Embasamento físico de fácil assimilação pelos usuários,
- É compreensível pelos gestores municipais, os quais, muitas vezes, não possuem conhecimento técnico na área,
- Simples mensuração,
- Caráter incitativo no sentido da adoção de medidas individuais de controle do escoamento urbano,
- Equidade (Justo).

Contudo, este método possui dificuldade técnica significativa no que se refere à adequada quantificação dos impactos da urbanização e na sua associação às condições físicas particulares locais. Além da rejeição inicial dos contribuintes, impacto comum a qualquer método, que podem acreditar se tratar de apenas “mais um imposto” ou “imposto de chuva” por parte do poder público (BAPTISTA e NASCIMENTO, 2002; CAMPBELL, 2013). Assim, as principais desvantagens constituem-se em:

- Rejeição inicial por parte dos diferentes atores da política municipal,
- Dificuldade em quantificar os reais impactos do escoamento,
- Necessidade de atualização constante, pois a área impermeável do lote pode ser alterada sem maiores dificuldades.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. ÁREA DE ESTUDO

A simulação da taxa de drenagem foi realizada na área urbana do município de Santo Amaro da Imperatriz, localizado na Grande Florianópolis, na porção centro-leste do Estado de Santa Catarina (Figura 9). A delimitação urbana utilizada foi aquela que o IBGE utiliza nas pesquisas de censo populacional, cujos limites são propostos pelo plano diretor e pelo código de posturas. Com índices pluviométricos oscilando entre 1500 a 1700 mm, o município está totalmente inserido na bacia hidrográfica do rio Cubatão do Sul.

O município possui 344,05 km², com uma população de 19.823 habitantes. Mais da metade (63%) de seu território constitui área de preservação integral (Parque Estadual da Serra do Tabuleiro), enquanto a área urbana ocupa apenas uma pequena parcela (8%), mas abriga 75,51% da população santo-amarense (IBGE, 2011). A estimativa é que o município tenha alcançado 21.920 habitantes no ano de 2015. A taxa de crescimento acumulado, desde o censo do ano 2000, é de 2,6%.

Tabela 17 - Dados gerais sobre a área de estudo

Área Total (km ²)	Área Urbana (km ²)	População em 2010 (hab.)	
		Total	Urbana
344,05	27,07	19.823	14.970

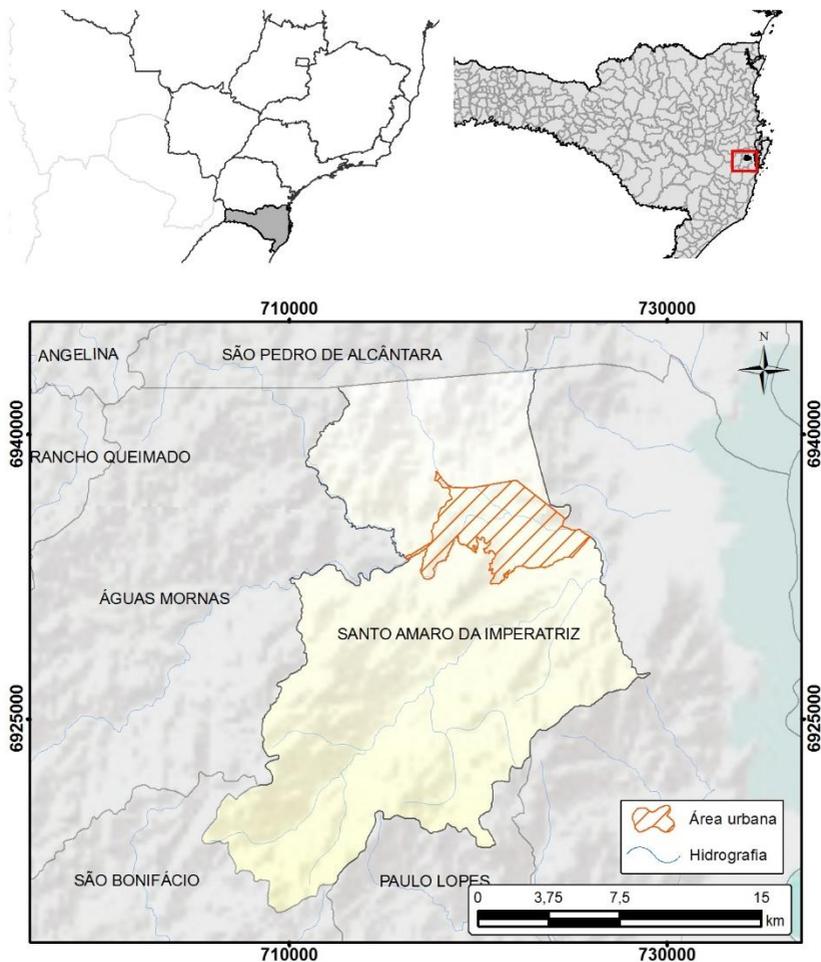
Fonte: IBGE (2011)

A base econômica do município está assentada nas indústrias (52%), serviços (44%), com especial atenção para as águas termais; exploradas pela atividade turística, e agricultura (4%), conforme consta em IBGE (2011). Apesar da agricultura representar a menor parte do PIB municipal, a área urbana é formada predominantemente por pastagens e áreas verdes, características comuns às pequenas cidades catarinenses (Figura 10). Na área urbana observa-se a ocorrência de grandes lotes ocupados por indústrias ou por pastagens, este último de forma predominante (Figura 11).

Santo Amaro da Imperatriz não possui oficialmente um plano diretor, sendo a matéria da ocupação urbana regulamentada pelas Leis Municipais nº 890/91 (Lei Ordinária) e 891/91 (Código de Obras), legislação já ultrapassada e que deveria ser revista a cada dez anos. Embora no ano de 2010 o município ainda não possuísse 20 mil

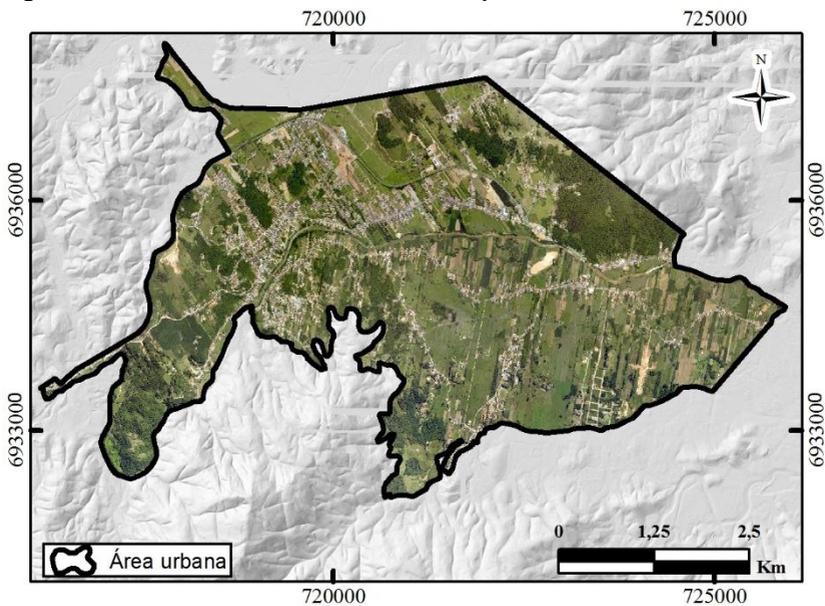
habitantes, ele enquadrava-se nas demais exigências para a elaboração do plano diretor (Municípios integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas e, integrantes de áreas de especial interesse turístico).

Figura 9 – Localização da área urbana do município de Santo Amaro da Imperatriz



Fonte: Próprio autor, com área urbana delimitada por IBGE (2011).

Figura 10 - Área urbana de Santo Amaro da Imperatriz



Fonte: Compilado pelo autor a partir de IBGE (2011) e ENGEMAP (2012)

Figura 11 - Grandes lotes ocupados com pastagens na área de estudo



Fonte: Próprio autor.

Em 2011, foi firmado um Termo de Ajustamento de Conduta entre o Ministério Público do Estado de Santa Catarina e os gestores do município, termo que impunha a obrigação do poder público municipal de elaborar e concluir o seu Plano Diretor até janeiro de 2012, atendendo as diretrizes do Estatuto das Cidades (FORTKAMP e PASSIG, 2013).

O projeto do plano diretor, muito criticado pela população, foi encaminhado pelo Prefeito à Câmara de Vereadores, que o rejeitou por unanimidade. Em fevereiro de 2014, a Prefeitura retomou a elaboração do Plano Diretor e, em junho, ocorreu uma passeata dos moradores clamando por providências. Em dezembro de 2014 o projeto foi enviado para votação, mas ainda não foi votado (BROERING e PINHEIRO, 2015).

Não existe, porém, por parte da prefeitura, um esforço para que o plano seja atualizado e compatível com a realidade atual do município. A impressão que se capta nessa situação é que o plano diretor seria um favor, algo a mais que a prefeitura estaria proporcionando aos cidadãos. De fato, porém, trata-se de uma obrigação, de um direito dos indivíduos que residem nessa localidade de ter um crescimento ordenado, sustentável e compatível com as características locais (BROERING e PINHEIRO, 2015, p.17).

Nota-se que a população de Santo Amaro da Imperatriz vem crescendo, mas inexistente um instrumento atualizado para ordenar e planejar o crescimento urbano. Neste contexto, ocorre pouca atenção com a drenagem urbana. Por estes motivos, o município foi escolhido para simulação da taxa de drenagem.

4.2. DESENVOLVIMENTO UMA TAXA DE DRENAGEM URBANA PARA MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE

Por meio da revisão bibliográfica verificou-se as vantagens da utilização de uma taxa de águas pluviais com base em parcelas de áreas impermeáveis. A análise da experiência internacional, suficientemente rica e diversificada, forneceu subsídios para o modelo de uma taxa para municípios de pequeno porte.

Foi realizada uma adaptação do método ERU, nomeado como Unidade Residencial de Águas Pluviais Equivalente (URAPE). De

modo análogo à ERU, a URAPE utiliza a média da área impermeável das propriedades residenciais como uma unidade padrão para determinar a taxa de águas pluviais. São cobradas com base na quantidade de área impermeável do lote, independentemente de sua área total. Uma unidade de URAPE é definida conforme a equação 21.

$$\text{URAPE} = \frac{\sum A_{il}}{n} \quad (21)$$

Sendo:

$\sum A_{il}$ = Somatório de todas as áreas impermeáveis dos lotes residenciais;

n = Quantidade de lotes na área urbana.

A taxa anual da URAPE constitui um rateio dos custos dos serviços utilizados pelos usuários, de modo proporcional ao escoamento gerado. Assim, os custos de operação e manutenção dos sistemas são rateados pelo total de URAPES, fornecendo uma taxa anual por URAPE.

$$\text{Taxa anual por URAPE} = \frac{\text{Custo de operação e manutenção}}{\text{Total de URAPES}} \quad (22)$$

Para saber o valor a ser pago por cada lote deve-se verificar quantas URAPES o lote possui quando comparado à unidade padrão, ou seja, dividir a área impermeável do lote (A_{il}) pela média de área impermeável dos lotes da cidade:

$$\text{n}^\circ \text{ URAPE(s)} = \frac{A_{il}}{1 \text{ URAPE}} \quad (23)$$

Desta forma, a taxa anual é proporcional à quantidade de URAPES que o lote possui:

$$\text{Taxa por lote} = \text{n}^\circ \text{ URAPE(s)} \times \text{Taxa anual por URAPE} \quad (24)$$

Ressalta-se que as metodologias da cobrança da ERU e da URAPE são diferentes. Cada utilitário tem seu método, sendo que a grande maioria insere junto à taxa o rateio dos investimentos e custos de gestão (custos diretos), o que não é legalmente permitido no Brasil. Dependendo do utilitário, são consideradas apenas os lotes residenciais ou todos os lotes da cidade na composição da ERU. Na ERU também são inseridos diferentes tipos de cobranças conforme a classe do imóvel

(unifamiliar, multifamiliar, condomínios, estacionamentos, etc). A URAPE unifica as classes da cobrança, considerando todos os lotes como residenciais. Isso é essencial aos pequenos municípios, pois a qualificação profissional e capacidade técnica dos servidores, além da existência de cadastros técnicos atualizados de uso e ocupação do solo, são limitadas.

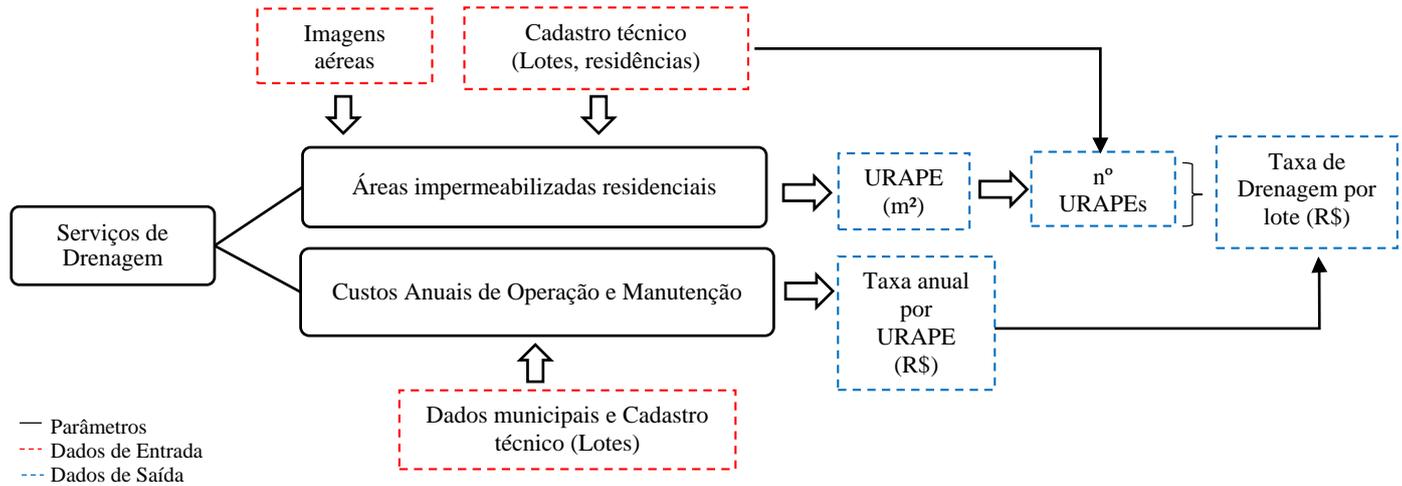
Considerou-se que a taxa desenvolvida nesta pesquisa deve apenas cobrir os custos indiretos (manutenção e operação) da gestão da drenagem, priorizando o financiamento do sistema. Os custos relacionados à implantação de obras de Plano de Drenagem (diretos) não caracterizam uma taxa de drenagem, mas contribuições de melhoria (item 3.5.2).

Ainda, haja vista que as vias urbanas são utilizadas por toda a comunidade, e não somente pelos moradores locais, o custo de manutenção destas não foi inserido junto à taxa proposta, diferente de outras taxas existentes. Além de não ser possível a individualização de todos os beneficiários, a proposta da taxa de drenagem é utilizar como parâmetro o uso e ocupação no interior dos lotes dos proprietários.

Assim, esse trabalho considera que a cobrança pelos serviços de drenagem é aplicada aos proprietários de lotes, os quais devem ser taxados segundo a área impermeabilizada dos seus terrenos. Isto inclui alguns imóveis, como igrejas e escolas, que possuem isenção fiscal, já que estas propriedades também contribuem para a geração do escoamento.

A Figura 12 apresenta um fluxograma da metodologia para aplicação da URAPE, descrita nos itens seguintes.

Figura 12 – Fluxograma para a simulação da taxa de drenagem.



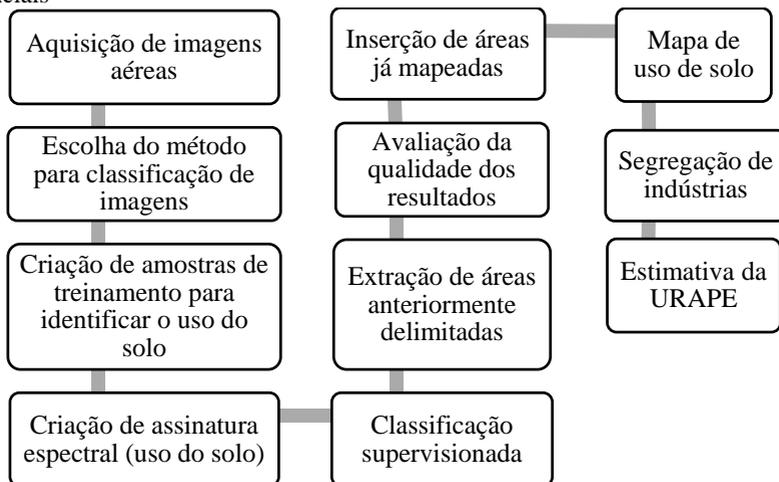
Fonte: Próprio autor

4.3. SIMULAÇÃO DA URAPE

4.3.1. Áreas impermeáveis residenciais

A estimativa das áreas impermeáveis residenciais foi obtida mediante geoprocessamento de mapas e aerofotografias. A Figura 13 apresenta uma síntese da etapa realizada para a estimativa da URAPE e é descrita na sequência.

Figura 13 – Sequência dos processos para estimar as áreas impermeáveis residenciais



i. Aquisição de imagens aéreas

As imagens aéreas foram cedidas pela prefeitura de Santo Amaro da Imperatriz. As imagens são ortofotocartas, na composição RGB, com resolução de 39 cm, com precisão compatível com a escala de 1:10.000, disponibilizadas pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS) de Santa Catarina à prefeitura.

ii. Escolha do método para classificação de imagens

As áreas impermeáveis foram delimitadas por meio da classificação de imagens. Classificação é o processo de extração de informação de imagens para reconhecer padrões e objetos para mapear áreas da superfície terrestre que correspondem aos temas de interesse. A classificação subdivide-se em supervisionada e não-supervisionada, dependendo do algoritmo que será aplicado. É supervisionada existem

regiões da imagem em que o usuário dispõe de informações que permitem a identificação de uma classe de interesse, em que o usuário identifica uma área representativa de cada classe. A classificação é dita não supervisionada quando o usuário utiliza algoritmos para reconhecer as classes presentes na imagem, ou seja, os "pixels" dentro de uma área são submetidos a um algoritmo de agrupamento de acordo com sua homogeneidade (INPE, 2016; MOREIRA, 2003).

Neste estudo utilizou-se a classificação supervisionada de imagens pixel-a-pixel, classificação em que é utilizada a informação espectral de cada pixel para achar regiões homogêneas a partir de amostras de treinamento. As informações espectrais referem-se à tonalidade (cor ou ao brilho dos objetos que compõem a cena), textura (conjunto de todas as pequenas feições que compõem uma área na imagem) e ao contexto (como os detalhes de tons, texturas e padrões estão localizados em relação a atributos conhecidos do terreno) (CROSTA, 1992 *apud* FUSHITA *et al.*, 2013).

Utilizou-se como algoritmo de classificação supervisionada pixel-a-pixel, o método *Maximum Likelihood Classification* (Máxima Verossimilhança). Esta técnica considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos, traçando assim uma probabilidade de um determinado pixel analisado pertencer ou não a uma determinada classe. Este algoritmo trata cada ponto como possuindo igual probabilidade de pertencer a qualquer classe. Assim, não se introduziram pesos para a classificação a fim de não adicionar um erro de tendenciosidade do operador à classificação de usos.

iii. Criação de amostras de treinamento

Para um treinamento supervisionado o usuário deve identificar na imagem uma área homogênea e representativa de cada classe de interesse, criando assim amostras de treinamento. Esse conjunto de amostras define o diagrama de dispersão das classes e suas distribuições de probabilidade, considerando a distribuição de probabilidade normal para cada classe do treinamento (INPE, 2016).

As amostras de treinamento foram delimitadas por 364 polígonos (Quadro 21) e representam as quatro classes de uso e ocupação da terra que se desejam extrair: permeáveis (solo exposto, vegetação) e impermeáveis (piscinas e superfícies). Apesar do objetivo ser identificar e classificar as áreas impermeáveis, outras categorias de usos tiveram que ser consideradas com a finalidade de evitar misturas na classificação e tentar minimizar erros. Além disso, por

meio desta classificação também se obtém parâmetros de entrada para simulação das outras taxas de drenagem.

Quadro 21 - Classes de uso do solo

Atributo	Classificação	Nº de polígonos de treinamento	Representação	
Permeáveis	Vegetação	81		
	Solo exposto	47		
Impermeáveis	Piscinas	41		
	Superfícies	195		

Fonte: Próprio autor

Como superfícies impermeáveis foram consideradas as vias, estradas, acessos residenciais, calçamentos, dentre outros, excluindo-se as edificações. As vias não pavimentadas, notadamente constituídas de terra, foram consideradas solo exposto.

As edificações foram delimitadas manualmente na imagem natural com o objetivo de se obter uma quantificação mais próxima da realidade quanto possível. Isto ocorreu devido a observância preliminar da alta variabilidade (heterogeneidade) da resposta espectral dos telhados, o que não forneceu uma delimitação precisa. Dependendo do detalhamento requerido no estudo, essa etapa não é necessária.

Observa-se que também não foram atribuídos polígonos aos corpos d'água (rios e lagoas), pois esse arquivo já é existente e também disponibilizado pela SDS na escala de 1:10.000. Ambos os arquivos – cursos d'água e edificações – foram inseridos manualmente em etapa posterior.

iv. Criação de assinatura espectral

As amostras de treinamento com as quatro classes de interesse foram salvas em um arquivo de assinatura espectral, o qual foi utilizado pelas ferramentas de classificação multivariadas para classificar a ortofotocarta.

v. Classificação supervisionada

Após os passos anteriores, deu-se início à classificação supervisionada da ortofoto, em que o arquivo de assinatura espectral é utilizado para identificar os pixels da imagem. Aplicou-se um filtro majoritário (*majority filter*) para limpar artefatos e pixels isolados que prejudicam a visualização da imagem, gerando um *raster* de classificação.

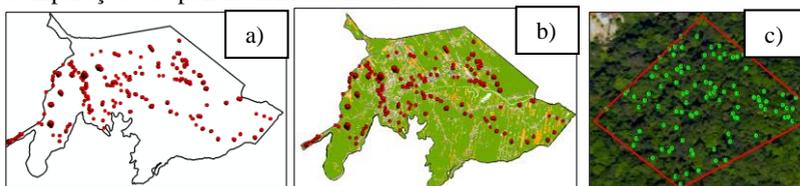
vi. Extração de áreas anteriormente delimitadas

Com o *raster* gerado, foram excluídas as feições classificadas que já haviam sido previamente mapeadas (edificações) e já constavam na base cartográfica cedida pela SDS (cursos d'água). Essa exclusão foi feita para que, na análise da qualidade da classificação, estes elementos não sejam considerados errados, já que não foram fornecidas amostras de treinamento para classificação.

vii. Avaliação da qualidade dos resultados

A medição da qualidade dos resultados da classificação supervisionada sobre o uso do solo foi realizada por meio da comparação do *pixel* do centróide do polígono de treinamento com a classificação atribuída a ele. Com a ferramenta *Create random points*, criaram-se 1.236 pontos aleatórios no interior dos polígonos, com dois metros de espaçamento entre cada ponto. Em seguida, com a ferramenta *Extract values to points*, foram extraídos os valores do *raster* de classificação para posteriormente comparação dos pontos com as amostras de treinamento contidas na assinatura espectral (*intersect*).

Figura 14 – Representação da avaliação da qualidade do resultado: a) Criação de pontos aleatórios. b) Inserção de valores da classificação nos pontos. c) Comparação dos pontos com as amostras



Por meio de planilha Excel, comparou-se os valores dos polígonos de treinamento e de classificação (Quadro 22). Se os valores são iguais, a classificação supervisionada foi bem sucedida.

Quadro 22 – Medição da qualidade da classificação supervisionada ajustada

Classificação	Nº de polígonos de treinamento	% de acerto
Vegetação	81	99
Solo exposto	47	89
Piscinas	41	100
Superfícies impermeáveis	195	99
Média	-	97

Fonte: Próprio autor

Uma classificação ideal deve apresentar os valores de acerto próximos a 100%, indicando que não houve confusão entre as classes. Os erros na segmentação das classes deste estudo devem-se às sombras e áreas cobertas por árvores, que possuem características espectrais semelhantes. As áreas de solo exposto foram classificadas como superfícies impermeáveis (e vice versa). Contudo, o resultado das amostras obteve uma média de 97% de acurácia e, assim, a classificação supervisionada por meio do classificador *Maximum Likelihood* demonstrou que o método é adequado à determinação da percentagem de áreas impermeáveis do solo urbano.

viii. Inserção de áreas já delimitadas

O arquivo *raster* foi convertido para polígono (*From raster to polygon*), o qual foi simplificado por meio da remoção de curvas espúrias (pixels isolados). Somente então, os arquivos de edificações e cursos d'água foram inseridos na classificação. Com o arquivo em *shape*, os pixels isolados de solo exposto e superfícies impermeáveis foram corrigidos manualmente. Como resultado de todas estas etapas tem-se um mapa de uso e ocupação do solo com as áreas de interesse.

ix. Segregação de indústrias

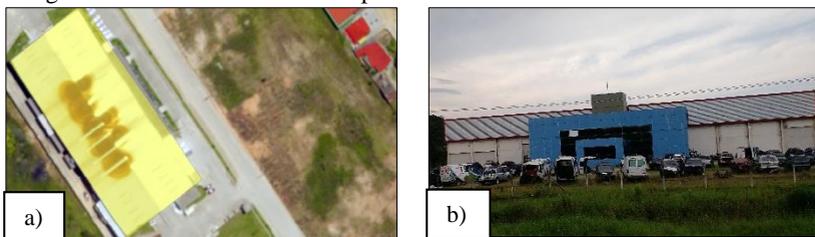
A URAPE considera todos os lotes da área urbana como residenciais, incluindo os lotes comerciais e industriais. Esta consideração deve-se à maior simplificação na estimativa da área impermeável para os gestores de pequenos municípios. Geralmente, as prefeituras não dispõem de uma base cartográfica cadastral, que permitam a segregação dos diferentes tipos de lotes.

Contudo, considerar todos os lotes na estimativa da URAPE superestima as áreas impermeáveis. Assim, verificou-se se esta

diferença é significativa ao trabalho. Considerou-se que, em pequenos municípios, os lotes comerciais e residenciais não diferem substancialmente. Desta forma, lotes comerciais foram considerados residenciais. Para os lotes industriais essa consideração não foi realizada e foi analisado a significância destas áreas na estimativa da URAPE.

Como a prefeitura de Santo Amaro da Imperatriz não dispõe de base cartográfica cadastral das indústrias, realizou-se uma estimativa por meio da ortofoto. Inicialmente consultou-se o zoneamento do projeto do Plano Diretor. Verificou-se visualmente que muitas indústrias localizam-se fora do perímetro determinado para as áreas industriais. Assim, de modo alternativo, fez-se a análise visual de edificações que aparentavam ser indústrias, utilizando como base grandes áreas edificadas (>300m²). A confirmação foi feita por meio da ferramenta *Google Street View* e visita à campo a uma pequena amostra (Figura 15). Foram encontradas 76 edificações industriais, distribuídas em 52 lotes, que totalizam 13 hectares de área impermeabilizada.

Figura 15 – Análise visual das edificações industriais: a) Grande área impermeabilizada contrastando com lotes residenciais. b) Confirmação pelo *Google Street View* e visita de campo.

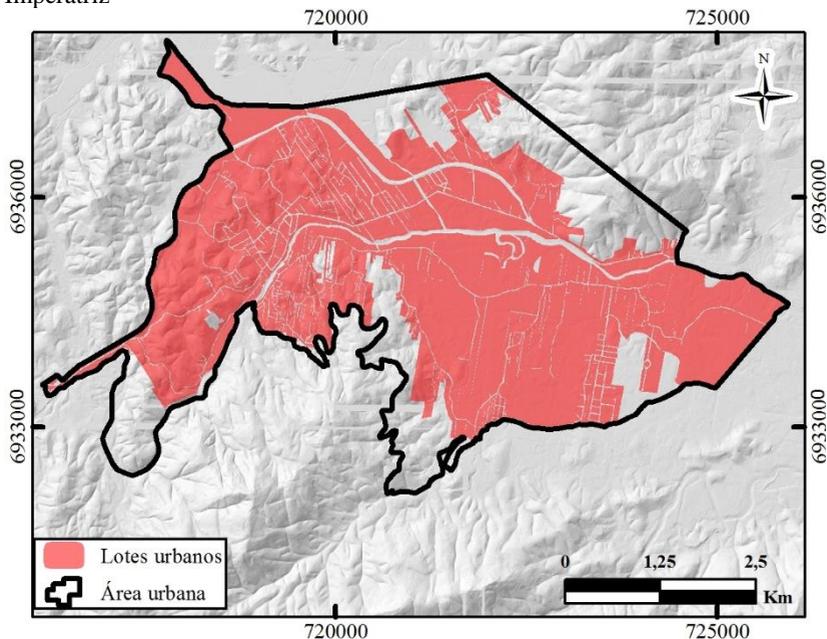


Fonte: Próprio autor

4.3.2. Estratificação por Lote

Para quantificação dos lotes foi solicitado à prefeitura o cadastro técnico da área de estudo em arquivo digital. A prefeitura de Santo Amaro da Imperatriz possui cadastro dos lotes em 99,4% da área urbana (Figura 16), limites estes que foram utilizados para cálculo das áreas impermeabilizadas de cada propriedade. O cadastro técnico possui a localização de 6.864 lotes situados na área urbana.

Figura 16 – Cobertura do cadastro técnico de lotes em Santo Amaro da Imperatriz



Fonte: Próprio Autor

Foi realizado o cruzamento das áreas impermeabilizadas com os lotes urbanos. Do total de lotes, 1.912 estão vagos (28%), ou seja, sem nenhum tipo de área edificada ou impermeabilizada. Isto significa que não há uma base de cálculo para a cobrança nestes lotes. A cobrança de taxa em lotes vagos é comum no cenário internacional, já que os usuários “não-poluidores” também se beneficiam do serviço. Contudo, a cobrança sobre estes não foi considerada pois, no campo político, é difícil convencer estes usuários a contribuírem para a melhora do meio ambiente cuja degradação não são os responsáveis (MACAULY, 1972).

Assim, foi totalizado 4.952 lotes ocupados com algum tipo de impermeabilização. Observa-se que a maioria dos lotes possui área $\leq 1.500\text{m}^2$ e que, na análise dos dados agrupados, quanto maior a área do lote, maior é a área impermeabilizada (Tabela 18).

Tabela 18 - Áreas impermeabilizadas estratificadas por lote

Área do lote (m ²)	Quantidade de lotes (n)	Média de impermeabilização por lote (m ²)
70 - 1.500	3.848	353,68
>1.500 - 20.000	956	865,88
>20.000	145	1.901,71

As figuras seguintes apresentam a distribuição de área impermeável dentro das classes citadas na Tabela 18. Na análise dos lotes até 1.500m² observa-se o aumento da área impermeável conforme ocorre o aumento do lote (Figura 17). Já nos lotes maiores que 1.500m² ocorre oscilação da quantidade de área impermeável. Observa-se um aumento súbito da área impermeabilizada na faixa entre 14.000 – 14.500m², o que se deve à presença do cemitério municipal (Figura 18). Já os picos na Figura 19 demonstram a presença de grandes áreas industriais, bem como alguns lotes com várias residências (multifamiliares).

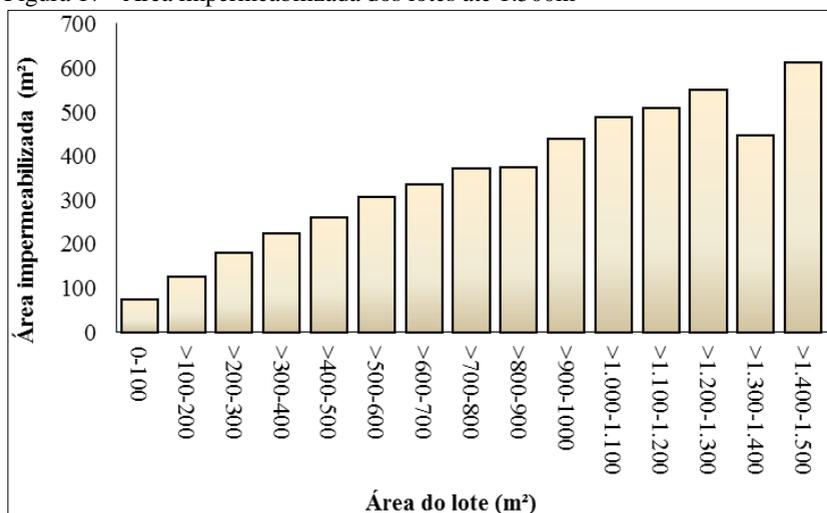
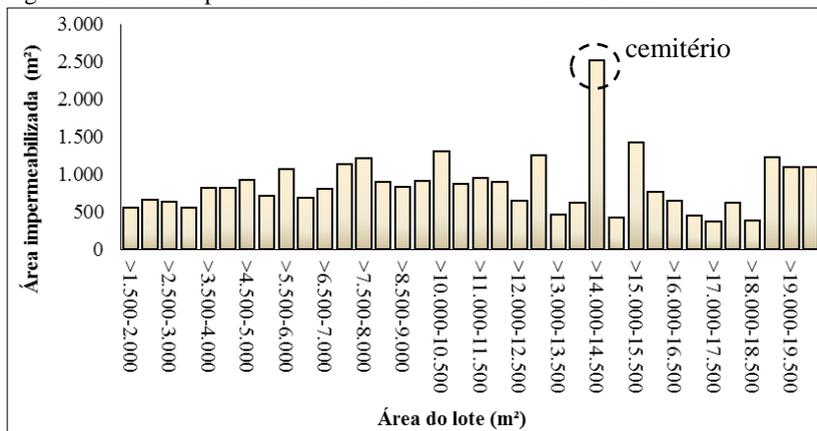
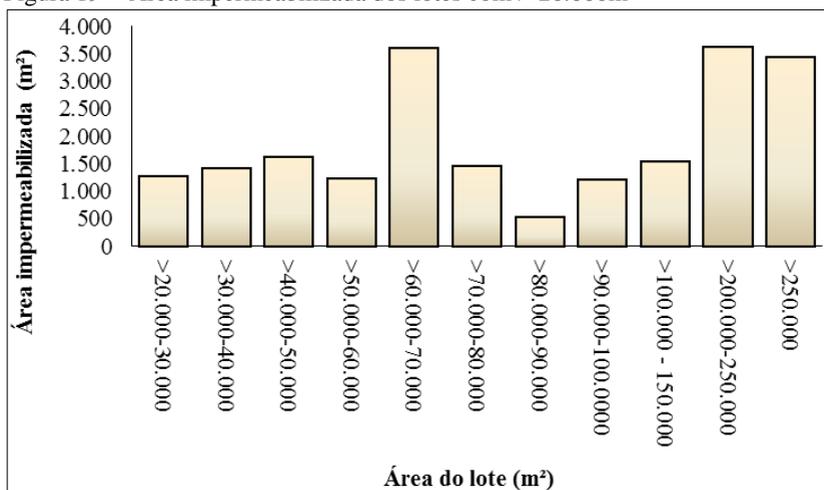
Figura 17 - Área impermeabilizada dos lotes até 1.500m²

Figura 18- Área impermeabilizada dos lotes com >1.500- 20.000m²Figura 19 - Área impermeabilizada dos lotes com > 20.000m²

4.3.3. Custos de Operação e Manutenção

Os custos de operação e manutenção dos sistemas de drenagem urbana foram solicitados por meio do Portal Transparência, localizado no sítio eletrônico do município de Santo Amaro da Imperatriz. Este portal é um instrumento de transparência da gestão fiscal trazido pela Lei de Responsabilidade Fiscal. Devem ser disponibilizadas, em tempo

real, informações pormenorizadas sobre a execução orçamentária e financeira da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

Por problemas administrativos na prefeitura de Santo Amaro da Imperatriz, não foi possível obter a informação dos custos indiretos da drenagem urbana. No Portal Transparência é possível encontrar os custos totais do investimento e manutenção em drenagem urbana, representados por gastos de conservação de estradas vicinais e urbanas, pavimentação e drenagem de ruas e passeios e construção de bueiros e drenagens, relacionadas aos anos de 2010 a 2014 (Tabela 19).

Para este trabalho foram considerados como custos indiretos (operação e manutenção) anuais o valor de 5% do total de investimentos em drenagem urbana existentes no Portal. Este valor teve como base o levantamento realizado por Cruz (2004), que pesquisou doze anos de gestão no município de Porto Alegre e observou que o valor de operação e manutenção equivale a 5% do total do investimento em drenagem.

Desta forma, o custo médio anual da operação e manutenção corresponde a R\$ 282.334,08. Estes custos serão utilizados como base dos valores a serem recuperados com a taxa de drenagem.

Tabela 19 – Custos diretos (R\$) das atividades relacionadas à drenagem urbana em Santo Amaro da Imperatriz

Atividade	2010	2011	2012	2013	2014
(1)	-	-	-	-	1.018.820
(2)	29.042	70.710	74.782	64.738	-
(3)	708.767	71.615	2.310.695	1.297.509	-
Total anual	737.810	142.325	2.385.477	1.362.248	1.018.820
Total	5.646.681,53				
Custos indiretos (5% total)	282.334,08				

Fonte: Dados compilados a partir do Portal Transparência.

Legenda: (1)- Pavimentação e Drenagem de Ruas e Passeios; (2) - Construção de Bueiros e Drenagens, (3)- Pavimentação de Ruas.

Para comparação deste valor com os custos declarados por outros municípios, foram solicitados, por meio do Portal, os custos de operação e manutenção dos sistemas de drenagem em diversos pequenos municípios situados na mesma mesorregião da área de estudo (Grande Florianópolis). Dentre os gestores que responderam, observou-se dificuldade destes em estimar o valor, bem como quais atividades considerar dentro da drenagem urbana. Por este motivo, os valores

informados pelos municípios de Alfredo Wagner e Nova Trento foram descartados.

Assim, comparou-se o valor estimado para Santo Amaro da Imperatriz com os valores declarados pelos gestores dos municípios de Angelina, Anitápolis e Canelinha (Tabela 20). Santo Amaro da Imperatriz possui o maior custo, o que é coerente haja vista possuir a maior população, ou seja, a demanda de serviços públicos em drenagem urbana é maior. Na comparação da aplicação do PIB municipal em serviços de operação e manutenção da drenagem urbana, o município de Anitápolis possui o maior valor investido. Ressalta-se que todos os valores declarado, bem como o valor estimado para a área de estudo, não caracterizam 1% do PIB municipal.

Tabela 20 - Custos de operação e manutenção dos serviços de drenagem urbana em municípios da Grande Florianópolis

Município	População (2010)	Área total (km ²)	PIB municipal (R\$)	Custos indiretos (R\$)	% do PIB com manutenção
Angelina	5.250	500,03	96.213.000	50.000	0,05%
Anitápolis	3.214	542,12	54.976.000	191.000	0,35%
Canelinha	10.603	152,56	164.861.000	135.000	0,08%
Santo Amaro da Imperatriz	19.823	344,05	635.937.000	282.334	0,04%

Fonte: Dados compilados a partir de IBGE (2011) e solicitados por meio do Portal Transparência

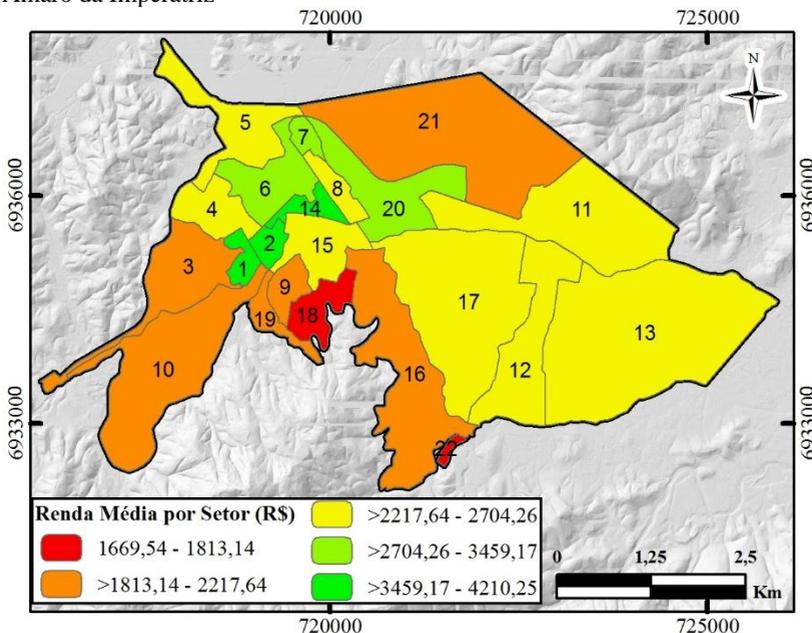
O panorama de drenagem em Santa Catarina demonstra que poucos recursos são direcionados à manutenção dos sistemas de drenagem. O valor real utilizado por Santo Amaro da Imperatriz é desconhecido, por este motivo considerou-se como aceitável o valor estimado por este trabalho.

4.4. IMPACTO SOCIOECONÔMICO

Após aplicação da taxa de drenagem, analisou-se o impacto socioeconômico desta na renda média dos habitantes. Como unidade de análise da renda utilizou-se o setor censitário, que é a menor unidade territorial estabelecida pelo IBGE, ou seja, é a menor unidade de análise passível de ser discretizada por meio de dados oficiais.

Santo Amaro da Imperatriz possui 22 setores censitários na área urbana, que totalizam 4.671 domicílios e 14.970 pessoas (IBGE, 2011). A taxa de drenagem, anteriormente calculada por lote, foi agrupada por setor censitário, gerando uma média para cada setor (Figura 20).

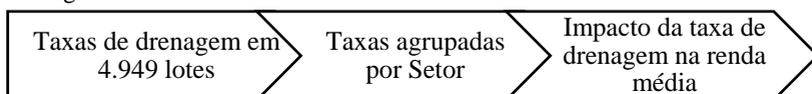
Figura 20 - Variação da renda média mensal por setor censitário em Santo Amaro da Imperatriz



Fonte: Dados compilados a partir de IBGE (2011).

A renda média total da área urbana é de R\$ 2.645,47, e o desvio padrão é de R\$ 713,51. A variação foi de R\$ 1.669,54 (Setor 18) a R\$ 4.210,25 (Setor 2). A renda média de cada setor encontra-se no APÊNDICE A. Após estimada a renda média, foi verificado a representatividade deste novo tributo na renda mensal do setor.

Figura 21 - Fluxograma da avaliação do impacto socioeconômico da taxa de drenagem



Após quantificado, o impacto na renda foi qualificado com base nos dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), dos anos 2008 e 2009, do IBGE (2010b). O pagamento das taxas de água e esgoto representam 0,90% da renda média mensal familiar na região sul, média igual à brasileira. Considerando a média aceitável de 0,45% para cada item do saneamento ambiental, elaborou-se a classificação de impacto para um novo tributo (Quadro 23).

Considerou-se de alto impacto a taxa que represente mais que 0,45% da renda média do setor, e de médio a baixo a taxa que represente menos que este valor.

Quadro 23 - Classificação do impacto de um novo tributo no saneamento

Representatividade na renda	Classificação do impacto
0 - 0,22 %	Baixo
>0,22 - 0,45%	Médio
>0,45%	Alto

Fonte: Próprio autor

4.5. APLICAÇÃO E COMPARAÇÃO DE OUTROS MÉTODOS

Para a área de estudo, foram simuladas as três taxas de drenagem nacionais referente aos custos indiretos do sistema de drenagem:

- Tucci (2002) – Método 1;
- Cançado, Nascimento e Cabral (2005) – Método 2,
- Gomes, Baptista e Nascimento (2008) – Método 3.

A taxa da SEMASA não foi aplicada pois a metodologia é desconhecida, além de não ser considerada legal. Os resultados desta simulação serão comparados e discutidos com os resultados obtidos com a metodologia URAPE.

Os parâmetros para aplicação da taxa encontram-se no Quadro 24, padronizando-se a nomenclatura dos parâmetros com o mesmo significado. Alguns parâmetros (A_i , $a_{i\text{vias}}$, $\sum a_{ij}$) foram retirados da classificação do uso de solo (descrito em resultados). Para o método 1, a bacia hidrográfica foi renomeada como área urbana (A_u), já que esta é a maior unidade de análise do estudo. Não foram alterados os parâmetros do método de Tucci (2002), no que se refere a consideração de 25% de áreas públicas e 75% áreas privadas.

Para identificação das áreas permeáveis no sistema viário realizou-se uma álgebra de mapas, excluindo-se as áreas de vegetação de dentro dos lotes e as áreas de vegetação não referentes ao sistema viário (como por exemplo áreas de preservação permanente). Restaram,

assim, as áreas de vegetação públicas. Deste processo resultou que as áreas permeáveis do sistema viário correspondem a 0,42km² (421.987,29m²).

Para cálculo do custo de manutenção das áreas permeáveis e impermeáveis para introdução no método 3, considerou-se que o custo total de manutenção (Ct), que é o somatório de ambas as parcelas, é dado pela equação 24. Foi considerado que uma propriedade totalmente impermeabilizada gera 6,33 vezes mais volume de água do que uma propriedade não impermeabilizada ($C_{man_i} = 6,33.C_{man_p}$). Assim, dado o custo total foram quantificados os valores de cada parcela.

$$C_t = C_{man_p} + 6,33C_{man_i} \quad (25)$$

Quadro 24 - Parâmetros necessários à aplicação das taxas de drenagem

Método 1: Tucci (2002)		Método 2: Cançado, Nascimento, Cabral (2005)	
Ct (R\$)	183.827,20	Ct (R\$)	183.827,20
Au (m ²)	27.070.000,00	ai _{vias} (m ²)	840.000,00
Ai (%)	10,60	∑ai _j (m ²)	2.019.797,55
Cui (R\$/m ²)	0,03	C _{me} (R\$/m ²)	0,06
Método 3: Gomes, Baptista e Nascimento (2008)			
A ₁ (m ²)	19.087.247,71	ai _{vias} (m ²)	840.000,00
ASV _p (m ²)	421.987,29	C _{manp} (R\$)	25.078,74
Au (m ²)	27.070.000,00	C _{mani} (R\$)	158.748,43

Fonte: Próprio Autor

Sendo:

C_t = Custo total (R\$) para realizar a operação e manutenção do sistema;

A_u = Área urbana (m²);

A_i = Área impermeável da área de estudo (%);

C_{ui} = Custo unitário das áreas impermeáveis, em R\$/m²;

ai_{vias} = Área impermeabilizada das vias (m²);

∑ai_j = Área impermeabilizada dos imóveis (m²);

C_{me} = Custo médio do sistema por m² de área impermeável (R\$/m²);

A₁ = Área total de lotes urbanizados ou não,

ASV_p = Áreas públicas (praças) e do sistema viário permeáveis, em m²;

C_{manp} = Custo de manutenção associado a áreas permeáveis (R\$);

C_{mani} = Custo de manutenção associado a áreas impermeáveis (R\$).

5. RESULTADOS

5.1. USO DO SOLO

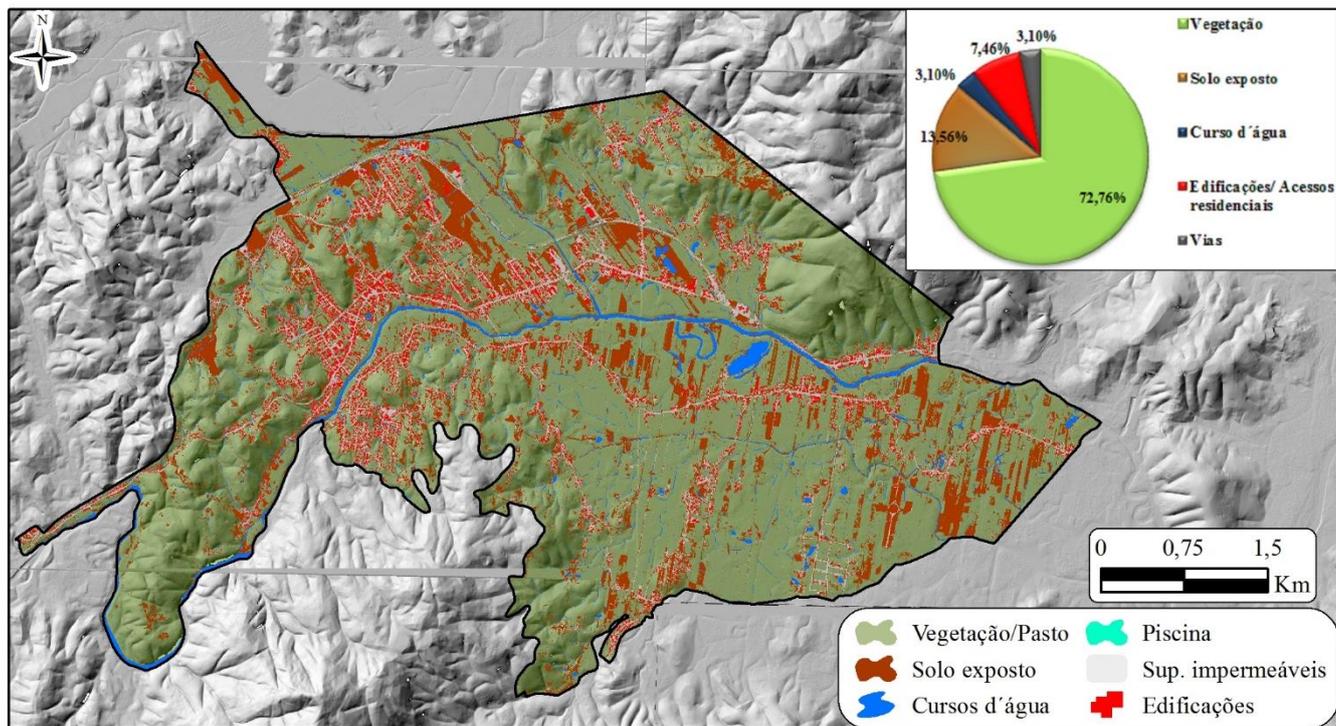
A área urbana do município de Santo Amaro da Imperatriz é formada predominantemente por vegetação ou pastagem, seguida de solo exposto. As áreas permeáveis, considerando também os cursos d'água, correspondem a 89,40% (24,20 km²) da região de estudo.

A região de interesse deste estudo, no caso as superfícies impermeáveis, constitui 10,60% da área urbana, valor bem inferior quando comparado às grandes cidades. As áreas impermeabilizadas nos lotes (edificações, acessos e piscinas) representam 2,02 km², enquanto as vias públicas representam 0,84km² (Tabela 21 e Figura 22).

Tabela 21 – Uso do solo na área urbana

Classificação		Área	
		(km ²)	%
Permeável	Vegetação/Pastagem	19,69	72,74
	Solo exposto	3,67	13,56
	Curso d'água	0,84	3,10
Impermeável	Superfícies (Áreas residenciais)	2,02	7,46
	Piscinas	0,01	0,04
	Vias	0,84	3,10
Total (km ²)		27,07	100

Figura 22 – Mapa de uso do solo da área urbana do município de Santo Amaro da Imperatriz.



5.2. SIMULAÇÃO DA URAPE

A URAPE para o município de Santo Amaro de Imperatriz foi estimada em 294,28m², considerando as indústrias, e 277,53m² quando se analisa somente as áreas residenciais. Esta diferença é de apenas 16,75m², que pode ser considerada insignificante para pequenos municípios. Portanto, a URAPE adotada para a simulação da taxa foi de 294,32m². Este valor é próximo das áreas impermeáveis médias descritas no cenário internacional (Tabela 15).

Tabela 22 - Definição da URAPE para Santo Amaro da Imperatriz

Parâmetro	Com indústrias	Sem indústrias
Área impermeabilizada total dos lotes (m ²)	2.019.797,55	1.890.821,37
Número de lotes	6.864	6.812
URAPE (m ²)	294,32	277,57

Nota-se que na estimativa da média de área impermeabilizada dos lotes da cidade (URAPE), considerou-se também os lotes vagos, já que estes podem ser rapidamente alterados dada a atual dinâmica relacionada ao crescimento das cidades. Contudo, os lotes efetivamente ocupados (4.952 lotes) é que são cobrados pela operação e manutenção dos serviços de drenagem.

Aplicando-se a estimativa de custos de operação e manutenção de Santo Amaro da Imperatriz à equação 22, tem-se:

$$\text{Taxa anual por URAPE} = \frac{282.334,08 \text{ reais}}{6.864 \text{ URAPES}}$$

$$\text{Taxa anual por URAPE} = 41,13 \text{ reais}$$

Desta forma, deve-se pagar o valor anual de R\$ 41,13 por Unidade Residencial de Águas Pluviais Equivalente, o que equivale a uma taxa mensal de R\$ 3,43. A taxa média mensal por m² é de R\$ 0,012; valor inferior a todas as médias internacionais (Tabela 23).

Tabela 23 – Comparação da URAPE com as taxas médias internacionais

País/Ano da publicação	ERU (m ²)	Varição de taxa mensal (R\$)	Taxa média mensal (R\$)	Taxa média mensal (R\$) por m ²
África do Sul (2010)	160,0	15,87 – 36,05	22,87	0,140
Canadá (2013)	-	4,38 - 25,54	16,38	0,240
Estados Unidos (2013)	274,5	0,00- 551,42	10,08	0,040
França (2013)	300,0	0,00 - 1.135,87	319,46	1,060
Polônia (2014)	-	0,21 – 4,89	-	1,290
URAPE (2016)	294,32	0,00 – 183,68	3,43	0,012

O valor total anual arrecadado com a taxa é de R\$282.334,08 reais, ou seja, exatamente os custos de operação e manutenção. A maioria dos lotes (67%) são taxados em até uma URAPE (R\$0,00 – 41,13), recaindo sobre os lotes mais impermeabilizados os maiores valores de taxa, conforme se observa na Figura 23 e Tabela 24.

Figura 23- Valor da URAPE para cada lote da área de estudo

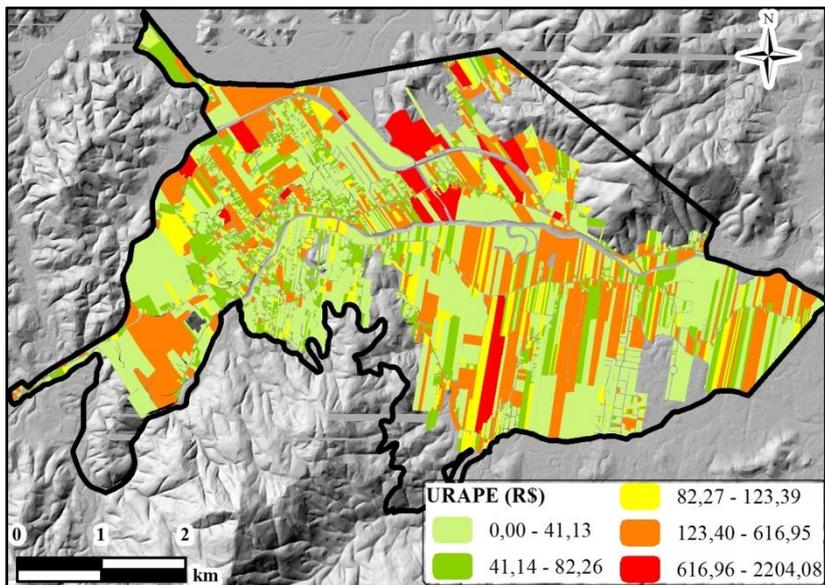
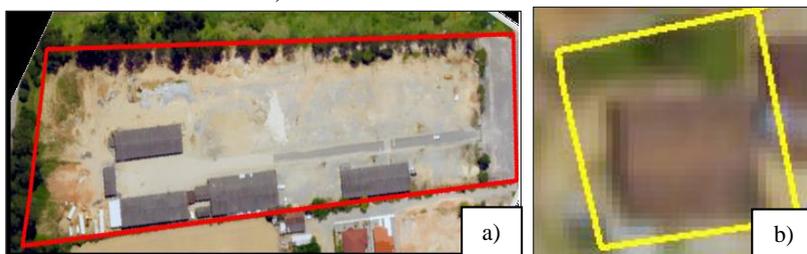


Tabela 24 - Taxas por URAPES

URAPES	Variação da taxa (R\$)	Quantidade de lotes	
0- 1	0,00 - 41,13	4.602	67,0%
>1 - 2	41,14 - 82,26	1.562	22,8%
>2-3	82,27 - 123,39	325	4,7%
>3-15	123,40- 616,95	357	5,2%
> 15	>616,95	18	0,3%

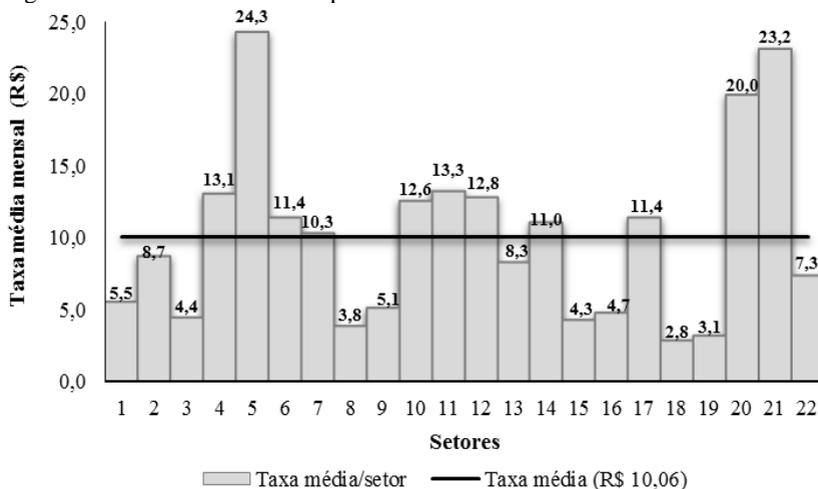
A maior taxa anual (R\$ 2.204,09) refere-se a um lote com 53,6 URAPES (Parque de Exposição Prefeito Orlando Becker), que contém 15.771,17 m² de área impermeabilizada. O proprietário deveria pagar uma taxa mensal de R\$ 183,68. Já a menor taxa (R\$ 8,49), excluindo-se os lotes vagos (que possuem cobrança igual a zero), refere-se a um lote de 103,78m² com apenas 0,20 URAPES (Figura 24).

Figura 24- Variação da taxa de drenagem: a) Maior taxa: Parque de Exposição Prefeito Orlando Becker. b) Menor taxa: Lote residencial.



Já na análise da taxa média mensal por setor censitário, o maior valor médio a ser pago é dos domicílios do setor 5 (R\$ 24,29), seguido dos domicílios do setor 21 (R\$23,17). Já os moradores do setor 18 possuem o menor valor médio mensal da taxa de drenagem (R\$2,80), conforme se observa na Figura 25.

Figura 25 – Taxa média mensal por setor censitário



A URAPE foi estimada por meio de imagem aérea, para classificação das áreas impermeáveis, e cadastro técnico municipal (para quantificar o total de lotes). A URAPE foi quantificada em 294,32m², valor que equivale à taxa anual de R\$ 41,13 (R\$ 0,14/m²). Após, foi simulada a taxa para cada lote urbano ocupado, gerando 6.864 taxas de drenagem, as quais recuperam totalmente os custos de operação e manutenção dos sistemas de drenagem.

Apesar da URAPE ter sido desenvolvida para pequenos municípios, em que a cobrança não é efetuada para diferentes classes, ela também é aplicável para municípios de médio e grande porte. Contudo, a complexidade da metodologia também aumenta. Uma quantidade maior de dados é requerida, bem como deve-se realizar a cobrança para diferentes usos e ocupação do solo, tais como indústrias, comércios, residências uni/multifamiliares, que possuem uma maior representatividade nestes municípios.

5.3. IMPACTO SOCIECONÔMICO

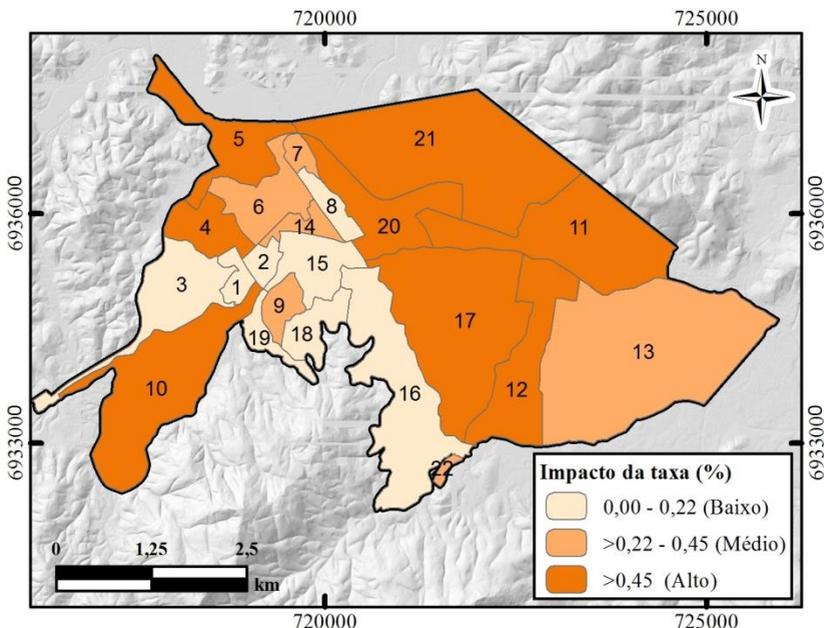
A taxa de drenagem representa uma porcentagem mediana da renda média mensal dos setores censitários da área urbana, 0,39%. O impacto é considerado baixo em oito setores, sendo médio em seis e alto em oito setores. Os impactos de alta representatividade na renda média

mensal são encontrados nos setores 5, 10, 11, 12, 17, 20 e 21 (Tabela 25). No setor 21, a taxa média representa 1% da renda média mensal.

Tabela 25 - Impacto da taxa de drenagem na renda mensal

Setor	Taxa média mensal de drenagem	Renda média mensal	Representatividade da taxa na renda mensal	Classificação do impacto
1	5,48	4.135,78	0,13%	Baixo
2	8,73	4.210,25	0,21%	Baixo
3	4,40	1.994,54	0,22%	Baixo
4	13,05	2.698,73	0,48%	Alto
5	24,29	2.469,98	0,98%	Alto
6	11,40	2.929,50	0,39%	Médio
7	10,28	3.459,17	0,30%	Médio
8	3,82	2.589,36	0,15%	Baixo
9	5,07	1.996,54	0,25%	Médio
10	12,56	1.931,66	0,65%	Alto
11	13,27	2.704,26	0,49%	Alto
12	12,79	2.371,32	0,54%	Alto
13	8,27	2.513,29	0,33%	Médio
14	11,03	3.870,15	0,29%	Médio
15	4,27	2.635,76	0,16%	Baixo
16	4,70	2.090,71	0,22%	Baixo
17	11,39	2.414,68	0,47%	Alto
18	2,80	1.669,54	0,17%	Baixo
19	3,15	2.197,80	0,14%	Baixo
20	20,00	3.286,46	0,61%	Alto
21	23,17	2.217,64	1,04%	Alto
22	7,35	1.813,14	0,41%	Médio
Média	10,06	2.645,47	0,39%	Médio

Figura 26 - Representatividade da taxa de drenagem na renda mensal dos setores



5.4. SIMULAÇÃO E COMPARAÇÃO COM OUTROS MÉTODOS

Os resultados da aplicação das taxas nacionais para a área de estudo podem ser observados na Tabela 26, na Figura 27, Figura 28, Figura 29 e Figura 30. As diferenças decorrem da concepção do métodos propostos por cada estudo.

Tabela 26 - Síntese da simulação das taxas à área de estudo

Método	Total Arrecadado (R\$)	Média (R\$)	Mediana (R\$)	Mínimo (R\$)	Máximo (R\$)	Desvio Padrão
1	228.699,72	33,32	6,04	0,47	3.915,93	137,78
2	199.446,58	29,06	19,74	0,00	1.557,01	53,86
3	66.039,71	9,62	3,72	0,09	799,34	29,18
URAPE	282.334,08	41,13	27,94	0,00	2.204,09	76,24

Figura 27 - Taxas anuais de drenagem urbana (por lote) pelo método 1

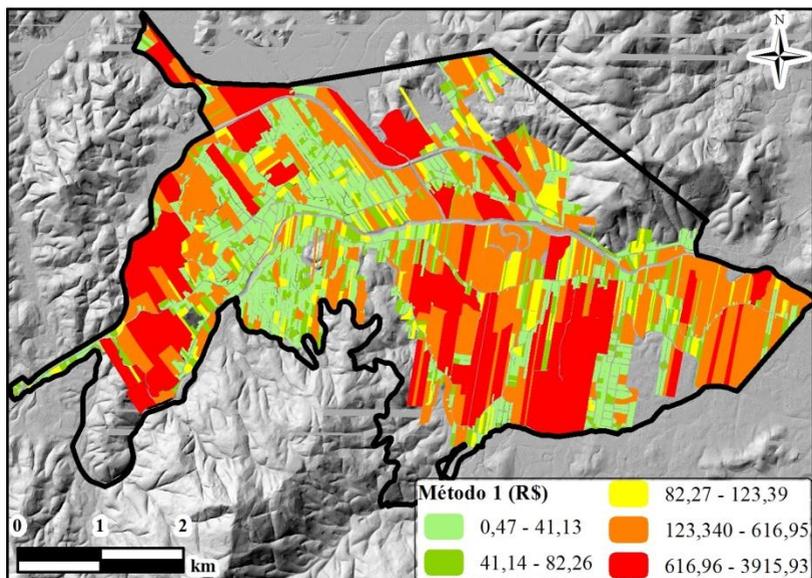


Figura 28 - Taxas anuais de drenagem urbana (por lote) pelo método 2

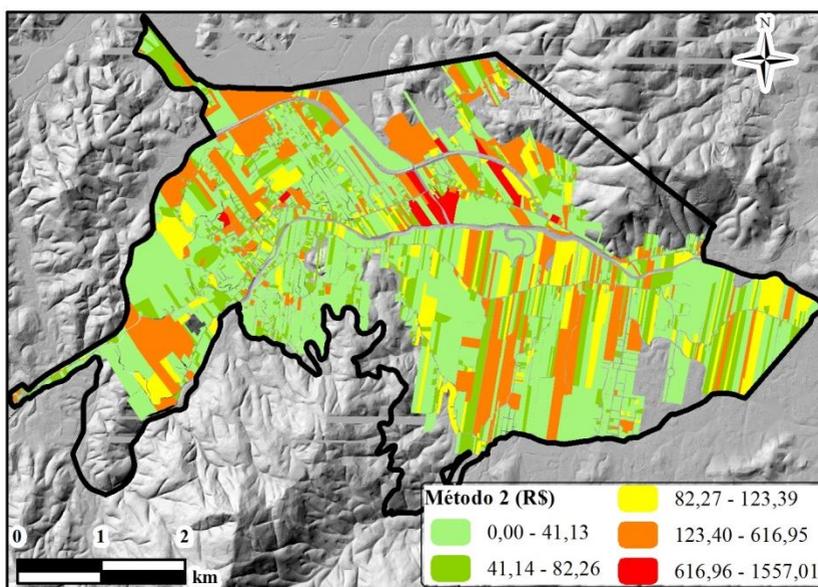


Figura 29 - Taxas anuais de drenagem urbana (por lote) pelo método 3

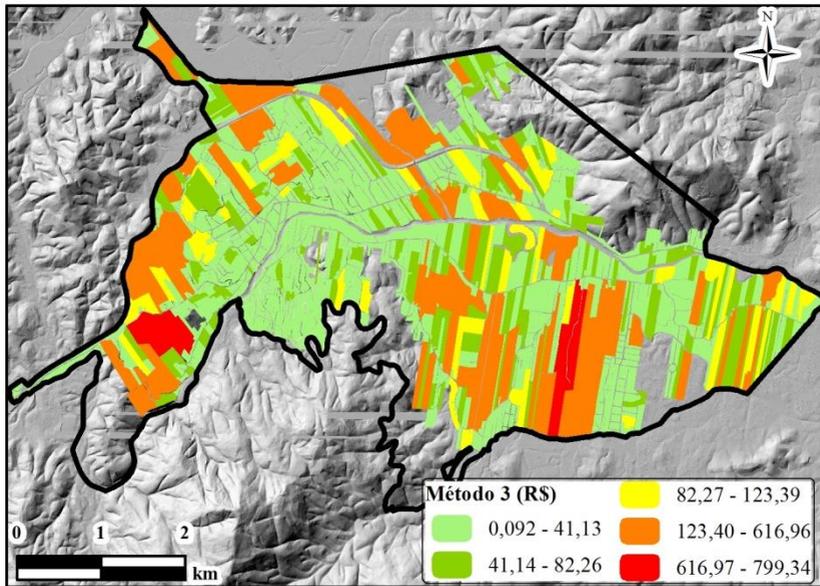
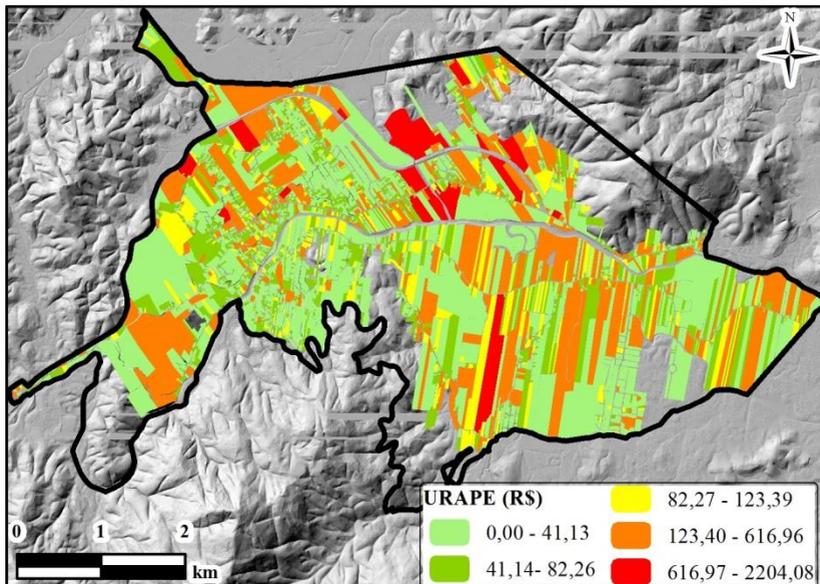


Figura 30 - Taxas anuais de drenagem urbana (por lote) pelo método URAPE



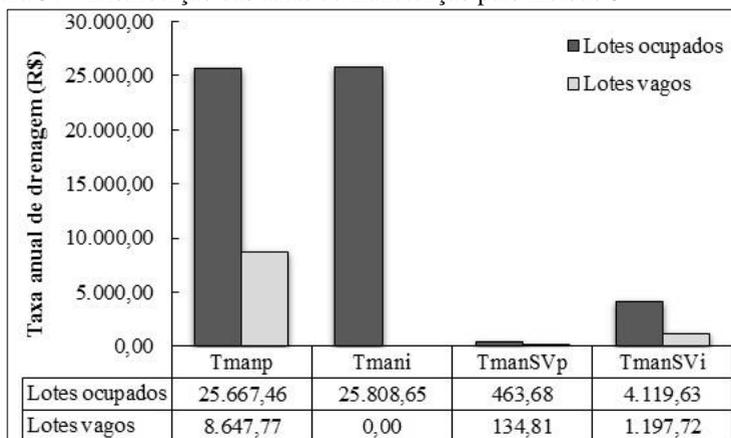
Devido a sua metodologia, a URAPE é a única que recupera totalmente os custos indiretos da drenagem urbana. Dentre os outros métodos (Tabela 27), a taxa de Tucci (2002), método 1, é a que mais recupera os custos de manutenção e operação dos sistemas de drenagem, com 81%. Acredita-se que melhores resultados poderiam ter sido obtidos se os parâmetros originais da taxa fossem alterados. Na sequência tem-se o método 2, que recupera 71% dos custos. Ambos os métodos podem ser aplicáveis, com parâmetros acessíveis.

Tabela 27 – Taxa anual de drenagem pelas metodologias nacionais

Método	Lotes ocupados (R\$)	Lotes vagos (R\$)	Total (R\$)	Recuperação dos custos
1	177.307,18	51.392,53	228.699,72	81%
2	199.446,58	0	199.446,58	71%
3	56.059,42	9.980,29	66.039,71	23%

Já a metodologia 3 não se demonstrou adequada para a área de estudo, com a recuperação de apenas 23% dos custos. Observa-se que as taxas de manutenção das áreas permeáveis e impermeáveis dos lotes ocupados foram muito próximas, enquanto as taxas de manutenção do sistema viário foram baixas, fato atribuído à pouca representatividade das áreas permeáveis (1,6%) e impermeáveis (3,10%) do sistema viário dentro da área urbana. (Figura 31).

Figura 31 – Distribuição das taxas de manutenção pelo método 3



Em que:

T_{manp} = Taxa de manutenção associado à área permeável (R\$);

T_{mani} = Taxa de manutenção associada a edificações impermeáveis (R\$);

T_{manSVp} = Taxa de manutenção associado a áreas permeáveis do sistema viário (R\$);

T_{manSVi} = Taxa de manutenção associado a áreas impermeáveis do sistema viário (R\$)

Não necessariamente as áreas mais impermeáveis possuem as maiores taxas, assim como os lotes mais permeáveis não necessariamente possuem a menor cobrança. Isto se deve à forte correlação dos métodos 1 e 3 com a área do lote, resultado semelhante ao encontrado por Lisboa *et al.* (2012). Já os métodos 2 e 4 apresentaram forte correlação com a área impermeável (Figura 32 e Figura 33).

Desta forma, quando se analisa somente as áreas ocupadas, observa-se que as taxas mínimas coincidem para mesmo lote pelas metodologias 1 e 3. As taxas mínimas também coincidem para o mesmo lote pelos métodos 2 e URAPE, já que os parâmetros destes métodos referem-se às áreas impermeáveis. Destaca-se que o lote que deverá pagar a taxa mínima pelos métodos 1 e 3 possui 94,5% de impermeabilização (Tabela 28).

Tabela 28 - Valores referentes à taxa mínima para áreas impermeabilizadas

Dados	Métodos			
	1	2	3	URAPE
Taxa mínima (R\$)	0,84	6,00	0,86	8,49
Área do lote (m ²)	68,57	103,78	68,57	103,78
Área impermeável do lote (m ²)	64,77	60,77	64,77	60,77
Taxa de impermeabilização (%)	94,45	58,55	94,45	58,55
Taxa mínima/área impermeável (R\$/m ²)	0,01	0,10	0,01	0,14

Figura 32 - Taxa de drenagem x Área do lote: a) Método 1. b) Método 2. c) Método 3. d) URAPE

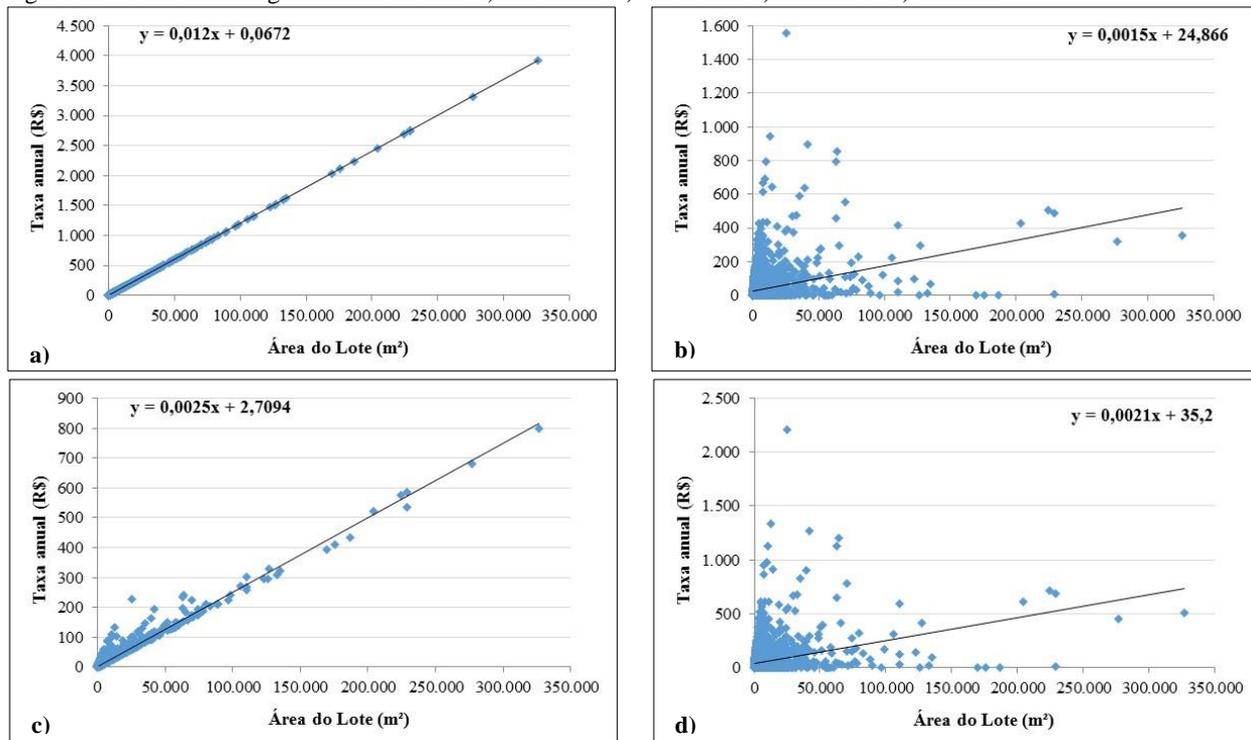
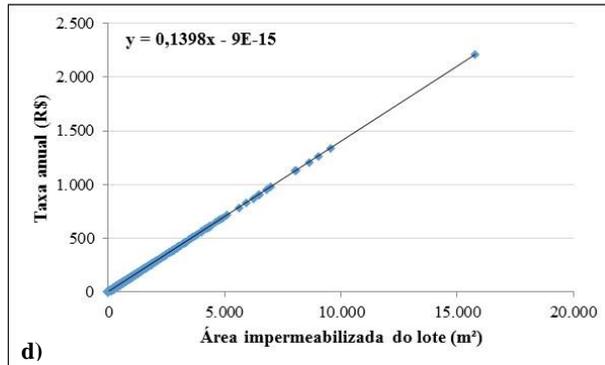
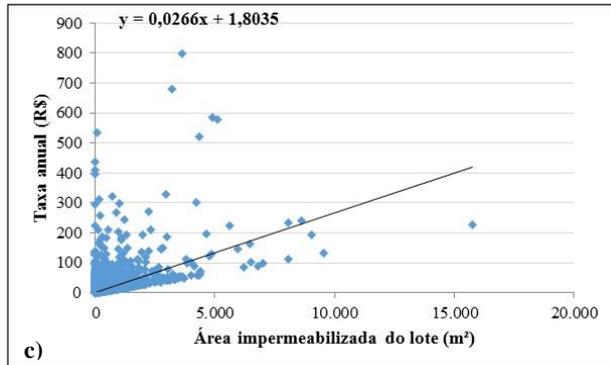
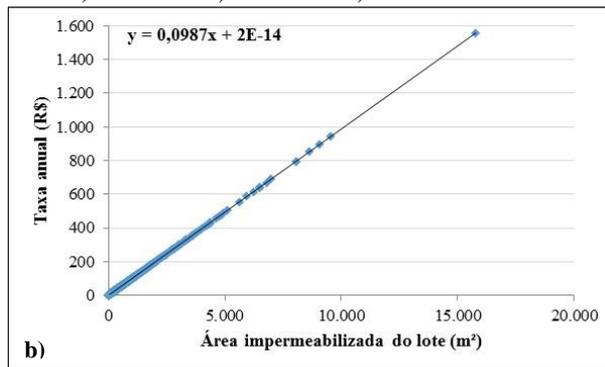
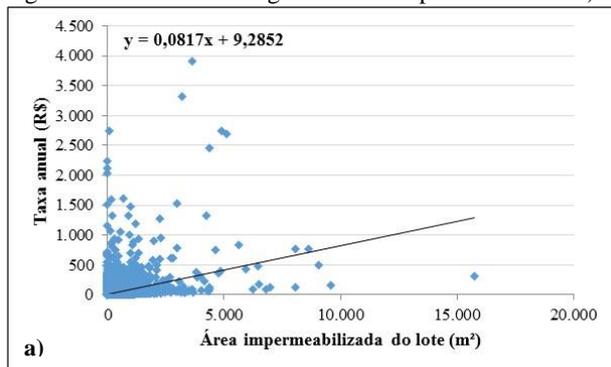


Figura 33 - Taxa de drenagem x Área impeável do lote: a) Método 1. b) Método 2. c) Método 3. d) URAPE



Observa-se que métodos 2 e URAPE cobram do maior ‘poluidor’ da cidade (Parque de Exposição Prefeito Orlando Becker) pela alta área impermeabilizada (15.771,17 m²), o que facilita a compreensão da lógica da cobrança. Pelos métodos 1 e 3, o lote que deverá pagar a taxa máxima possui apenas 1,10% da área impermeabilizada (Tabela 29). Apesar do baixo valor, este é o maior lote na área de estudo.

Tabela 29 - Valores referentes à taxa máxima para áreas impermeabilizadas

Dados	Métodos			
	1	2	3	URAPE
Taxa máxima (R\$)	3.915,93	1.557,01	799,34	2.204,09
Área do lote (m ²)	326.449,28	25.242,94	326.449,28	25.242,94
Área impermeável do lote (m ²)	3.632,13	15.771,17	3.632,13	15.771,17
Taxa de impermeabilização (%)	1,11	62,48	1,11	62,48
Taxa máxima/área impermeável (R\$/m ²)	1,08	0,10	0,22	0,14

Nos métodos 2 e URAPE, o valor da taxa por m² é fixo para todos os lotes, representando R\$0,10/m² e R\$0,14/m² respectivamente. Assim, o próprio contribuinte pode simular sua taxa com base na área impermeabilizada do seu terreno e facilmente comparar com a cobrança realizada pela prefeitura. Para alterar a relação R\$/m², deve ocorrer um aumento significativo na urbanização da cidade (mudança na URAPE) e/ou dos custos com operação e manutenção dos sistemas de drenagem, que atualmente são considerados insuficientes.

Quando se analisa a cobrança nos lotes vagos, observa-se que o método 1 possui a taxa máxima de R\$2.240,65, enquanto o método 3 taxa em R\$ 435,13 a mesma área (186.838,9 m²). Já os métodos 2 e 4 não realizam a cobrança em lotes vagos, pois não há área impermeabilizada. Contudo, estes proprietários também são beneficiados pela implementação de uma cobrança na cidade, pois ocorre a melhoria da manutenção dos sistemas de drenagem. Isto pode reduzir ou evitar a inundação em suas ruas ou terrenos, por exemplo. Optou-se por não realizar a cobrança em lotes vagos para não alterar a conduta do contribuinte e, assim, valorizar os proprietários que mantêm uma postura mais sustentável do ponto de vista hidrológico.

Tabela 30 – Taxa anual máxima e mínima referente aos lotes vagos.

Dados	Taxa anual (R\$)		Área do lote(m ²)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
Método 1	2.240,65	0,47	186.836,9	39,59
Método 3	435,13	0,09		

A URAPE foi a única metodologia que recuperou todos os custos de manutenção dos sistemas de drenagem. Deste modo, o serviço de drenagem pode se tornar economicamente viável, pois provê a prefeitura de receitas e cobra dos proprietários com maiores áreas impermeáveis pela demanda de águas pluviais enviadas à rede pública.

5.5. SÍNTESE DOS RESULTADOS

Os principais resultados deste trabalho são apresentados no Quadro 25. A URAPE foi estimada em 294,32m², considerando também os lotes industriais, o que gerou uma taxa anual de R\$ 41,13 por unidade padrão. A taxa é fixa, em que cada m² impermeável é taxado em R\$0,14 por ano.

Avaliou-se o impacto socioeconômico da cobrança desta taxa na renda média dos habitantes dos setores censitários, que são as menores unidades de análise passíveis de serem discretizada por meio de dados oficiais. Dos 22 setores, 8 apresentaram impacto alto na renda mensal, mesma quantidade de setores que apresentaram impacto baixo. Considerando todos os setores, o impacto foi considerado como médio.

Devido a sua concepção, a URAPE é a única, dentre as metodologias nacionais descritas neste estudo, que recupera totalmente os custos indiretos da drenagem urbana. Contudo, o método 1 poderia ter apresentado melhores resultados caso os parâmetros originais da taxa fossem modificados. Os métodos 1 (TUCCI, 2002) e 2 (CANÇADO, NASCIMENTO e CABRAL, 2005) demonstraram-se exequíveis para a área de estudo, enquanto o método 3 não se demonstrou adequado.

Quadro 25 – Principais resultados da URAPE aplicada ao município de Santo Amaro da Imperatriz

Descrição	Parâmetro
URAPE	294,32m ²
Taxa anual por URAPE	41,13 reais
Taxa anual por m ²	R\$ 0,14/m ²
Total arrecadado com a URAPE	R\$ 282.334,08

Descrição	Parâmetro
Impacto da taxa na renda média mensal dos moradores (por censo censitário)	0,39% (Médio)
Recuperação dos custos com os demais métodos	81 % (Método 1)
	71% (Método2)
	23% (Método 3)

Ressalta-se que a implantação de uma taxa não soluciona todos os problemas relacionados à gestão da drenagem urbana. Os aspectos da sustentabilidade (econômica, social e ecológica) permitem desdobramentos em muitas linhas de ação, cuja articulação não se dá exclusivamente no setor de manejo de águas pluviais. Isto significa que nenhum modelo, estrutura ou proposta será eficaz caso a sustentabilidade não seja pensada como o resultado de esforços multissetoriais. Portanto, o reconhecimento da importância da drenagem precede o estabelecimento da forma de seu financiamento (POMPÊO, 2000a).

6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

No presente trabalho foi desenvolvida uma taxa de drenagem urbana para custeio dos serviços públicos de águas pluviais em municípios de pequeno porte. Num cenário de crescente restrição orçamentária do setor público, principalmente nestas cidades, a implementação de uma taxa de drenagem é uma forma de recuperar os custos investidos necessários para a gestão da drenagem urbana.

Como base de cobrança da taxa, foi realizada uma adaptação da principal metodologia aplicada nos Estados Unidos, intitulada neste estudo como Unidade Residencial de Águas Pluviais Equivalente (URAPE). Uma URAPE equivale à média da área impermeável de todos os lotes da área de interesse e visa realizar a cobrança pelos custos de manutenção e operação (custos indiretos) dos sistemas de drenagem urbana. Devido a sua metodologia, a URAPE recupera todos os custos indiretos dos sistemas da drenagem urbana, assegurando o equilíbrio financeiro e econômico da prestação do serviço.

A simulação da URAPE foi realizada na área urbana do município de Santo Amaro da Imperatriz, localizado no Estado de Santa Catarina. Foram comparadas, como parâmetro da URAPE, a área impermeável total e a área impermeável sem a presença de indústrias, resultando em uma pequena diferença. Desse modo, considerou-se a área impermeável total da área urbana para definição da URAPE (294,32m²). Essa é a média de área impermeável de todas as propriedades de Santo Amaro da Imperatriz, estimativa próxima às médias internacionais.

A taxa anual por URAPE é de R\$41,13, o que representa uma taxa mensal de R\$3,43. A taxa da URAPE é fixa por área impermeável, representando o valor de R\$0,14/m² ou R\$0,012/m² ao mês. Este valor é inferior às médias internacionais, o que se deve, provavelmente, aos menores investimentos em operação e manutenção; além da URAPE não considerar os custos diretos dos sistemas de drenagem. O serviço prestado em países como o Canadá e Estados Unidos, por exemplo, vão além da manutenção e operação dos sistemas. Nestes países, as taxas visam reduzir a poluição carreada pelas águas pluviais que pode acarretar na poluição dos recursos hídricos. A poluição das águas pluviais ainda é uma problemática pouco abordada no Brasil.

Na análise do impacto socioeconômico da cobrança da taxa média nos setores censitários, os impactos foram considerados médios na renda dos habitantes da área urbana. Em oito setores ocorre o impacto alto, em que a taxa representa, no mínimo, 0,45% da renda do setor. Em oito

setores o impacto é considerado baixo. Em caso de aplicação da taxa, este impacto deve ser analisado conforme a renda dos domicílios, mas foi analisado, neste estudo, por setores censitários, que são as menores unidades que podem ser discretizadas por meio dos dados oficiais.

Foram simuladas outras três metodologias para comparação, a de Tucci (2002), Caçado, Nascimento e Cabral (2005) e a de Gomes, Baptista e Nascimento (2008), chamadas de métodos 1, 2 e 3 respectivamente. Os métodos 1 e 2 apresentaram bons resultados, enquanto o método 3 não demonstrou ser exequível para a área de estudo. Esse método apresentou um baixo retorno dos custos, principalmente das taxas relacionadas ao sistema viário, que possuem pouca representatividade na área urbana.

Os métodos 1 e 3 são diretamente proporcionais ao tamanho do lote, enquanto as metodologias 2 e URAPE são proporcionais às áreas impermeáveis. A cobrança associada à impermeabilização é factível de avaliação pelos gestores desses sistemas e de fácil percepção pelos usuários como um parâmetro ligado diretamente à geração de escoamento. As taxas de drenagem nos métodos 2 e URAPE são fixas por m² impermeável, o que tem como vantagem o controle e entendimento da cobrança pelo usuário.

Observou-se, pela experiência internacional, que a inserção de um novo tributo possui uma rejeição inicial por parte da população, que vê a taxa como apenas mais um imposto. Ressalta-se que a criação de uma taxa sobre os serviços de drenagem não significa o aumento dos tributos, haja vista que a drenagem urbana já é financiada, ainda que de maneira genérica, pelo IPTU. A implantação de uma taxa significa que o custo da drenagem é individualizado para cada contribuinte, e que são arrecadadas receitas direcionadas para os serviços de drenagem. A taxa pode vir cobrada sob a forma de um acréscimo ou redução do IPTU, conforme os lotes sejam mais ou menos impermeabilizados que a média da cidade.

É imperativo a adoção de instrumentos que permitam aos municípios possuir independência financeira para o gerenciamento da drenagem e a implantação de uma taxa constitui um primeiro passo para o alcance da sustentabilidade financeira, ambiental e de prevenção de desastres desses sistemas. A cobrança pela prestação dos serviços de manejo pluvial, além de dotar o município de recursos no setor, também incentiva uma postura mais sustentável dos usuários.

Contudo, nenhum modelo de cobrança será eficaz caso a sustentabilidade dos sistemas não seja pensada como o resultado de esforços multissetoriais. O diagnóstico atual da drenagem urbana no

Brasil, caracterizado por limitações quanto à qualificação profissional, capacidade técnica municipal, vontade política, dentre outros; demonstra que o reconhecimento da importância da drenagem precede o estabelecimento da forma de seu financiamento.

Para trabalhos futuros, recomenda-se:

- Desenvolver a URAPE para municípios médios e grandes, alterando as classes de cobrança conforme o uso e ocupação do solo;
- Desenvolver a URAPE considerando o nível de renda da população da área atendida (tarifa social);
- Simular a redução da taxa aos lotes que possuem controle de escoamento;
- Adaptar e simular a URAPE em nível de bacia hidrográfica, considerando que a gestão da drenagem é realizada por meio de consórcios.

REFERÊNCIAS

AECOM, Technology Corporation (Ontário). *Stormwater Financing Study: City of Mississauga*. Kitchener: Aecom, 2013. 354 p.

AKAISHI, A.G.. Desafios do planejamento urbano-habitacional em pequenos municípios brasileiros. **Risco: Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo** (on line), v. 14, p. 41-50, 2012.

ALVES JUNIOR, E.R. **Estudo dos aspectos jurídicos à criação da taxa de contribuição para manutenção do sistema de drenagem pluvial de Porto Alegre**. Porto Alegre: UFRGS, 2014. 55f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Jurídicas e Sociais. UFRGS).

AMARAL, P.H. **Direito Tributário Ambiental**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2007. 240p.

AMARO, L. da S. **Direito Tributário Brasileiro**. 9 ed. São Paulo: Saraiva, 2003, p. 32.

ANDRADE, T.1998. Tarifas das Utilities em um Contexto de Liberalização/ Privatização. In: REZENDE, F., PAULA, T. B. (coord.). In: *Infra-Estrutura: perspectivas de reorganização; financiamento*. Brasília: IPEA. p.101-124.

ANTENER, M. La Revalorisation des milieux naturels em sites périurbains et La gestion de risque d'inondation para dès actions à l'échelles privative – l'exemple de Laville de Zurich, Journée d'Information Aménagement et Eaux Pluviales, Lyon: GRAIE, p. 24-25, 1999.

BAPTISTA, M.B.; NASCIMENTO, N.O. Aspectos Institucionais e de Financiamento dos Sistemas de Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 7, nº1. Jan/Mar 2002, 29-49.

BAPTISTA, M.B.; NASCIMENTO, N.O; BARRAUD, S. **Técnicas compensatórias em drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH. 266 p. 2005.

BERNARDY, R.J. O Planejamento Urbano de Pequenos Municípios Com Base no Plano Diretor. **Desenvolvimento em Questão**, v. 11, p. 4-34-34, 2013.

BCB – Banco Central do Brasil. **Conversor de Moedas**. Disponível em: <http://www4.bcb.gov.br/pec/conversao/conversao.asp?id=convmoeda>. Acesso em 25 jun.2015.

BRASIL. Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966. Dispõe sobre o Sistema Tributário Nacional e institui normas gerais de direito tributário aplicáveis à União, Estados e Municípios. Brasília, DF, 25 de outubro de 1966.

_____. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF, 31 de agosto de 1981.

_____. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

_____. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente. 2002. p. 23-33. Diário Oficial da União. Brasília, 9 de janeiro de 1997. p.470.

_____. Constituição (2001). Lei nº 10257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.. **Lei Ordinária**. Brasília, DF, 10 jul. 2001.

_____. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. **Política Nacional de Assistência Social: Norma Operacional Básica**. Brasília/DF: Secretaria Nacional de Assistência Social, 2005a. 57 p.

_____. Ministério das Cidades. Plano diretor participativo: guia para a elaboração pelos municípios e cidadãos. 2ª ed. Brasília: Confea, 2005b.

_____. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Gestão de águas pluviais urbanas** / Tucci, Carlos. – Brasília: Ministério das Cidades, 2006. 194p.

_____. Lei n. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 06 jan. 2007.

_____. Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro

de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 03 de agosto de 2010.

_____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. **Gasto Público Saneamento Básico: Relatório de Aplicações 2010**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2011. 71 p.

_____. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (...) e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 25 de maio de 2012.

_____. Secretaria Nacional de Defesa Civil/CEPED/UFSC (Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres/ Universidade Federal de Santa Catarina). **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012**. Volume Santa Catarina. 2. ed. Florianópolis: Ceped, 2013. 168 p.

_____. Ministério das Cidades (Org.). Curso a distância - Planos de Saneamento Básico: Módulo 4 – Estudos para a Elaboração do Diagnóstico. Distrito Federal, 2015. 80 p. Disponível em: <http://ead.capacidades.gov.br/pluginfile.php/57643/mod_resource/content/1/MOD04.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2015a.

_____. **Plano Nacional de Saneamento Básico: Mais saúde com qualidade de vida e cidadania**. Brasília/DF: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2014. 220 p. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/plansab_texto_editado_para_download.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2015b.

BRITES, A.P.Z.; GASTALDINI, M.C.C. Avaliação da Carga Poluente no Sistema de Drenagem de Duas Bacias Hidrográficas Urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 12, p. 211-221, 2007.

BROERING, N.L. ; PINHEIRO, D.M. Dinâmica de atuação em rede entre associações de moradores do município de Santo Amaro da Imperatriz. In: Décima Conferencia Regional de la Sociedad Internacional de Investigación para el Tercer Sector (ISTR) para América Latina y el Caribe, 2015, San Juan, 21f, 2015.

BURSZTA-ADAMIAK, E. Narzędzia motywacyjne dla poprawy gospodarki wodami opadowymi. **Przegląd Komunalny**, 4(223), pp. 79–81, 2010.

BURSZTA-ADAMIAK, E. The financial mechanisms of urban stormwater management. **Sustainable Development Applications**, v5, p.57-69, 2014.

CAMERON, J. *et al.* (1999). User pay financing of stormwater management: A case-study in Ottawa-Carleton, Ontario. **Journal of Environmental Management**. V. 57 (1999). 253–265

CAMPBELL, C. (2013). The Western Kentucky University Stormwater Utility Survey 2013. Bowling Green, Kentucky. 59 p. Disponível em: < https://www.wku.edu/engineering/civil/fpm/swusurvey/western_kentucky_university_swu_survey_2013.pdf>. Acesso em 07 maio 2015.

CANÇADO, V.; NASCIMENTO, N.O.; CABRAL, J. R. Cobrança pela drenagem urbana de águas pluviais: bases conceituais. **RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.2, n.1, p.5-21, 2005.

CARRAZZA, R.A. **Curso de Direito Constitucional Tributário**. 19 ed. 2 Tiragem, São Paulo: Malheiros, 2003.

CARRON, D.; GUENEGOU, S. État des lieux des modes de financement des eaux pluviales en France. **Techniques Sciences Méthodes** (TSM número), nº 5 – 2013.

CARVALHO, P. de B. **Curso de Direito Tributário**. 7. ed., São Paulo: Editora Saraiva, 1995. 374 p.

CARVALHO, P. B. . **Teoria da Norma Tributária**. 2. ed. São Paulo: Quartier Latin, 2009.

CASTRO, A. L. C. **Manual de Desastres: desastres naturais**. Brasília: Imprensa Nacional, 2003. 174 p.

CERRI, L. E. S. Riscos Geológicos Urbanos. In: CHASSOT, A. e CAMPOS, H (org). **Ciência da Terra e Meio Ambiente: Diálogos para (Inter)ações no Planeta**. São Leopoldo: Unisinos, 1999.

CERTU, ETD (2012). Taxe pour la gestion des eaux pluviales urbaines. Fiche Décryptage Grenelle, 4 p.

CHAMPS, J.R.B.; PEREZ, S.T.C.S.; FRÓES, C.M.V. O planejamento do sistema de drenagem urbana na cidade de Belo Horizonte. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21., 2001, João Pessoa. **Anais**. João Pessoa: Abes, 2001. v. 1, p. 01 - 08. CD-ROM.

CHARLOTTE, NC, Results of Citizen Survey for Stormwater Management, 1991.

CHARMECK- Mecklenburg Stormwater Services. Storm Water Fees. Disponível em: <http://charmack.org/stormwater/FeesandBilling/Pages/StormWaterServicesFees.aspx> . Acesso em 05 maio 2015.

CHIROLEU-ASSOULINE M. Le double dividende. Les approches théoriques. **Revue française d'économie**; 16, 2; 119-147, 2001.

CHOULI, E. *et al.* Applying storm water management in Greek cities: learning from the European experience. **Desalination**, [s.l.], v. 210, n. 1-3, p.61-68, jun. 2007.

CHOULI, E.; DEUTSCH, J.C. Urban Storm Water Management in Europe: What are the costs and who should pay? In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN DRAINAGE, 11.,2008, Edinburgh. **Anais..** . Edinburgh: A, 2008. p. 1 - 10.

CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE). Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 22. Fev. 2015.

CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE). Resolução nº 005, de 15 de junho de 1988. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de obras de saneamento. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 22. Fev. 2015.

CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE). Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre as atividades ou empreendimentos sujeitas ao licenciamento ambiental Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 27 jan. 2015.

CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. 9 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>._CONAMA_RES_430.pdf. Acesso em: Acesso em: 27. Jan. 2015.

COSTA, R.H. **Curso de Direito Tributário: Constituição e Código de Direito Tributário Nacional** – 2ª Edição – São Paulo: Saraiva, 2012.

CRUZ, M.A.S. **Otimização do Controle da Drenagem em Macrobacias Urbanas**. 2004. 190 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

CRUZ, M.A.S.; TUCCI, C.E.M. Avaliação dos Cenários de Planejamento na Drenagem Urbana. RBRH — **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s.l.], v. 3, n. 13, p.59-71, jul/set. 2008.

CYRE, H.; REESE, A. J. Storm water utilities in the United States Of America. Anais da International Conference on Innovative Technologies in the Domain of Urban Storm Water Drainage. Lyon/França. **Anais...** Lyon p. 505-511, 1992.

DA SILVA, C. H. D. **Plano Diretor Teoria e Prática**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2008. v. 2030. 200p.

DEBO, T.; REESE, A. **Municipal stormwater management**. 2. ed. New York: Lewis Publishers, 1995. 1153 p.

DENARI, Z. **Curso de Direito Tributário**. Editora Atlas S.A. – 8ª edição. 2002. Cap. 23, p. 307-310.

DOLL, A.; SCODARI, P. Credits as Economic Incentives for On-Site Stormwater Management: Issues and Examples. EPA National Conference on Retrofit Opportunities for Water Resource Protection in Urban Environments. Chicago, Illinois. Fevereiro 9-12, 1998. Disponível em: < http://cues.rutgers.edu/meadowlands-district-stormwater/pdfs/Doc28_Doll_et_al_1998_Credits_as_Incentives.pdf>. Acesso em 07 maio 2015.

DRESSLER, M. de L.F. **O Direito Tributário a serviço da educação ambiental**. Forum de Direito Urbano e Ambiental. Belo Horizonte: v. 1, n.3, p. 244-259, maio/jun. 2002.

EDMONTON, City of. Stormwater Utility FAQ for Residential Customers. Disponível em: < http://www.edmonton.ca/city_government/utilities/stormwater-utility-faq-residential.aspx>. Acesso em 23 jun.2015.

ENGEMAP. **Levantamento Aerofotogramétrico de Santa Catarina**. Resolução de 39 cm, na escala de 1:10.000. Elaboradas pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS) de Santa Catarina. Data da Fotogrametria: 2010. Florianópolis, 2012.

EPA - Environmental Protection Agency. Funding Stormwater Programs. United States, 2008, 5p. Disponível em: <http://water.epa.gov/infrastructure/greeninfrastructure/upload/region3_factsheet_funding.pdf>. Acesso em 15.Nov.2015.

EPA - Environmental Protection Agency. Managing Wet Weather with Green Infrastructure. Municipal Handbook. **Incentive Mechanisms**. Junho, 2009. 35 p.

EPA - Environmental Protection Agency. **NPDES Home**. Disponível em: <<http://water.epa.gov/polwaste/npdes/>>. Acesso em 01.Jul.2015.

FCGOV – Fort Collins City. *Stormwater*. Disponível em<<http://www.fcgov.com/utilities/residential/rates/stormwater>>. Acesso em 12.Jun.2015.

FERRINI, A. Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André (SEMASA) (Org.). Drenagem Urbana: Santo André. SEMASA, 2015. 47 slides, color. Disponível em: <http://eventos.fecam.org.br/arquivosbd/paginas/1/0.787014001436476705_angelia_ferrini.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2015.

FISHER-JEFFES, L; ARMITAGE, N. Charging for stormwater in South Africa. Wsa, [s.l.], v. 39, n. 3, p.429-436, 3 jul. 2013. **African Journals Online (AJOL)**. DOI: 10.4314/wsa.v39i3.13.

FILHO, P. ; CORDEIRO, J. **Diagnóstico de Drenagem Urbana na região central do Estado de São Paulo**. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre-RS; BRASIL, 2000.

FNP - Frente Nacional de Prefeitos. **Multi Cidades – Finanças dos Municípios do Brasil**. FNP, V9 (2014). Vitória, ES: Aequus Consultoria, 2014.

FONTES, A.R.M.; BARBASSA, A.P. Diagnóstico e Prognóstico da Ocupação e da Impermeabilização Urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume**, v. 8, n.2 Abr/Jun 2003, 137–147.

FORGIARINI, F. R. *et al.* . **Avaliação de cenários de cobrança pela drenagem urbana de águas pluviais**. In: XVII Simpósio Brasileiro de

Recursos Hídricos, 2007, São Paulo. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007.

FORTKAMP, C.; Passig, L. . **Percepções sobre a utilização dos rios e a formulação do plano gestor do município de Santo Amaro da Imperatriz/SC: Entraves sociojurídicos e ambientais na organização do espaço.** In: XIV EGAL, 2013, Lima. XIV EGAL, 2013.

FUNASA- Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento.** Orientações Técnicas. 3. ed. rev. Ministério da Saúde. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006b. 408 p.

FUSHITA, A.T. *et al.* Desempenho da classificação supervisionada em diferentes programas: comparação por meio do uso da terra e do índice de naturalidade da paisagem. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XVI., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** . Foz do Iguaçu: SBSR, 2013. v. 1, p. 6463 - 6470.

GAINESVILLE (CITY OF). Stormwater management utility. Disponível em: <http://www.cityofgainesville.org/>. Acesso em: 29 abr.2015.

GILSON, S. Guidance for Municipal Stormwater Funding. National Association of Flood and Stormwater Management Agencies. Jan. 2008: Disponível em: <http://www.nafmsma.org/Guidance%20Manual%20Version%20X.pdf>. Acesso em 05 maio 2015.

GOMES, C. A. B. de M. **Drenagem urbana – Análise e proposição de modelos de gestão e financiamento.** Tese (Doutorado em Saneamento, Meio ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 290 f., 2005.

GOMES, C.A.B.M.; BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N.O. Financiamento da Drenagem Urbana: uma reflexão. **RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.13, n.3, p.93-104, jul./set. 2008.

GONÇALVES, C.R. A finalidade da contribuição de intervenção no domínio econômico sob a ótica ambiental e a efetiva destinação. **Revista da Faculdade Mineira de Direito**, Belo Horizonte, v. 14, n. 28, p.53-76, jul. 2011.

HAARHOF, T. Taxation of surface runoff from urban areas: a useful step towards sustainable urban drainage management. In 8th International Conference of Urban Storm Drainage, Hannover:

International Association for Hydraulic Research. **Anais...** Hannover , 1996, p.395–400.

HENRY (COUNTY). Stormwater Management- Frequently Asked Questions. Disponível em: < <http://www.co.henry.ga.us/Stormwater/FAQs.shtml#q3>>. Acesso em 05 maio 2015.

HEY, D.L., Modern drainage design: the pros, the cons, and the future. **Hydrologic Science: Challenges for the 21st Century**. American Institute of Hydrology Annual Meeting: Bloomington, MN, 2001.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a. 219 p.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009 : despesas, rendimentos e condições de vida**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010b. 222p.

_____. **Sinopse Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2011.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais**. Perfil dos Municípios Brasileiros, 2013. Rio de Janeiro: IBGE, 2014a. 282 p.

_____. Diretoria de Pesquisas - DPE - Coordenação de População e Indicadores Sociais - COPIS. **Estimativas populacionais para os municípios brasileiros em 01.07.2014**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014b. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2014/estimativa_dou.shtml>. Acesso em 07 jan. 2015.

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). **Manuais – Tutorial de geoprocessamento**. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>>. Acesso em 02 mar.2016.

KASPERSEN, J. (2000). The Stormwater Utility: Will it Work in Your Community? Stormwater [Online]. Disponível em: < http://www.forester.net/sw_0011_utility.html>. Acesso em 23 jun.2015.

KAWATOKO, I.E.S. **Estabelecimento de cenários de medidas estruturais e não-estruturais para gestão das águas urbanas em escala de lote**. 2012. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Programa de Pós-graduação em Engenharia Hidráulica e Área de Concentração em Hidráulica e Saneamento, Escola de

Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

Kitchener, City of. Stormwater Utility. Disponível em: <http://www.kitchener.ca/en/livinginkitchener/stormwater_utility.asp>. Acesso em 23.Jun.2015.

LARSSON, T.; STAHRE, P. (1999). La gestion écologique des eaux pluviales et la valorisation paysagère des ouvrages: une démarche à l'échelle de l'agglomération – L'exemple de Malmö. **Journée d'Information Aménagement et Eaux Pluviales**, Lyon: GRAIE, p.7–16.

LEGIFRANCE. Décret n° 2015-1039 du 20 août 2015 relatif au service public de gestion des eaux pluviales urbaines. Disponível em: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=426B576150D59C71719001631CC98BE1.tpdila16v_2?cidTexte=LEGITEXT000031081059&dateTexte=20150822&categorieLien=cid#LEGITEXT000031081059>. Acesso em 02 fev.2016.

LENGLER, C. **Instrumentos tributários imobiliários municipais aplicados à drenagem urbana: Estudo de casos de Taxa, Contribuição de Melhoria e Benefício Fiscal em Porto Alegre-RS**. Porto Alegre: UFRGS, 2012. 160f. (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional – UFRGS).

LENGLER, C. ; MENDES, C. A. B. . O Financiamento da Manutenção e Operação do Sistema de Drenagem Urbana de Águas Pluviais no Brasil: Taxa de Drenagem. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (ANPUR)**, v. 15, p. 201-218, 2013.

LENGLER, C. ; LEUCK, M. F. ; MENDES, C. A. B. . Modelo para Criação de Incentivo Fiscal ao Amortecimento de Vazão em Lote: Simulação para o Município de Porto Alegre, RS. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, p. 295-307, 2014.

LENGLER, C.; MENDES, C. A. B. O financiamento do investimento público no sistema de drenagem urbana de águas pluviais no Brasil. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, Salvador, v. 17, n. 31, p. 60-74, jan./jun. 2015.

LINDSEY, G.; Doll, A. (1998). Financing retrofit Projects: the Role of Stormwater Utilities. EPA National Conference on Retrofit Opportunities for Water resource Protection in Urban Environments, Chicago, Illinois, February 9-12, 1998.

LISBOA, E. G. ; BARP, A. R. B. ; MONTENEGRO, A.D . A Cobrança de Taxa como Alternativa de Financiamento para um Plano de Drenagem Urbana no município de Belém/PA. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, p. 53-67, 2012.

LISBOA, S.S.; HELLER, L.; SILVEIRA, R.B. Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 4, p.341-348, 01 out. 2013.

LISBOA, E. G. *et al.* Aplicação de Inferência Estatística como Suporte ao Planejamento Financeiro de Bacias a Partir da Cobrança de uma Taxa de Drenagem. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, p. 179-190, 2014.

MACHADO, C.J.S. A Gestão Francesa de Recursos Hídricos: Descrição e Análise dos Princípios Jurídicos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 8.,nº4. Out/Dez 2003, 31-47.

MARCON, H.; VAZ JUNIOR, S. N. Proposta de remuneração dos custos de operação e manutenção do sistema de drenagem no município de Santo André - A Taxa De Drenagem. 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro.**Anais...** ABES, 1999.

MARRIOT D. (2000). Report to Council on Stormwater Management Charges (Portland, Oregon, USA). Disponível em: < <http://www.portlandonline.com/bes/index.cfm?a=40874&c=46961>>. Acesso em 18 nov.2015.

MEDDE - Ministère de L'écologie, du Développement Durable et de L'énergie. La gestion des eaux pluviales. 2013. Disponível em: < <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-service-public-de-gestion-des.html> >. Acesso em: 22 mar.2015.

MEIRELLES, H.L.. **Direito Administrativo Brasileiro**. 33ª edição atualizada. São Paulo: Editora Malheiros, 2007.p. 314.

MENDES, C. A. B.; GREHS, S. A. Enfoques Econômicos para Dilemas Ambientais de Cidades: Análise em Bacias Hidrográficas. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, Vol. 9, n. 15 (jan. 2007), p. 69-78. 2007.

MENDES, H; MENDIONDO, E. Histórico da Expansão Urbana e Incidência de Inundações: O Caso da Bacia do Gregório, São Carlos –

SP. RBRH — **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 12 n.1 Jan/Mar 2007, 17-27.

MINNEAPOLIS (City of). Minneapolis Stormwater Utility Fee FAQ. Disponível em: <http://www.ci.minneapolis.mn.us/publicworks/stormwater/fee/stormwater_fee_stormwater_faqs>. Acesso em 05 maio.2015.

Mississauga, City of. Stormwater Charge. Disponível em: <<http://www.mississauga.ca/portal/stormwater/residential-charge>>. Acesso em 23 jun.2015.

MODÉ, Fernando Magalhães. **Tributação ambiental – a função do tributo na proteção do meio ambiente**. Curitiba: Juruá, 2005.

MOREIRA, M.A. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 2ª ed. Viçosa, UFV, 2003.

MSD- Metropolitan Sewer District. Preliminary schedule of rates, rentals & charges effective: August, 2014. Disponível em: <<http://www.msdlouky.org/insidemsd/pdfs/RateScheduleAugust2014.pdf>> Acesso em 05 maio 2015.

NASCIMENTO, N. O. *et al.* **Drenagem Urbana – Características econômicas e definição de uma taxa sobre os serviços**. Belo Horizonte: Financiamento de Estudos e Projetos – FINEP, 2003, 308 p. Relatório.

NASCIMENTO, N.O.; CANÇADO, V.; CABRAL, J. R. Estudo da cobrança pela drenagem urbana de águas pluviais por meio da simulação de uma taxa de drenagem. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, v.11, n.2, p.135-147, 2006.

NEW BRIGHTON (City of). Storm Water Fee. Disponível em: <http://www.ci.new-brighton.mn.us/index.asp?Type=B_BASIC&SEC={935DAF6C-8103-4A58-832F-26F917416992}&DE={7ED07C61-DA4D-46C0-B2DB-999154E3B68B}>>. Acesso em 05 maio 2015.

NOBRE, C.A.; et al.. **Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: Região Metropolitana de São Paulo**. In: Mudança do clima no Brasil: Aspectos econômicos, sociais e regulatórios / editores: Ronaldo Seroa da Motta ... [*et al.*]. Brasília 440 p: Ipea, 2011.

NOCCETTI, T..F. **A visão dos atores no sistema de drenagem urbana: uma análise crítica na gestão dos recursos humanos**. 199 f.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Urbana, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

NOUVEAU, N. LE; DEROUBAIX, J.-F.; DIOU, G. ; TARDIVO, B. La taxe pour la gestion des eaux pluviales urbaines, un révélateur de l'action publique: Analyse des premières expériences en France. **Techniques Sciences Méthodes** (TSM numéro), n° 6 – 2013.

OFWAT - The Water Services Regulation Authority. Surface water drainage. Disponível em: < <http://www.ofwat.gov.uk/consumerissues/surfacewaterdrainage/swdcharges/>>. Acesso em 23 jun.2015.

OLIVEIRA, C.C. de; MENDES, C.A.B. A efetividade dos Instrumentos de política urbana nos dilemas ambientais com águas urbanas. **Revista de Gestão da Água da América Latina (REGA)**, [s. L.], p.5-13, 01 jul/dez. 2008.

ORLANDO (CITY OF). Stormwater utility fee. Disponível em: < <http://www.cityoforlando.net/streets-stormwater/wp-content/uploads/sites/44/2014/03/FLOWCHART-FOR-2014-BILLING-YEAR.pdf>>. Acesso em 05 maio 2015.

PEIXOTO, J.B. Sustentabilidade econômica e remuneração da prestação dos serviços de abastecimento. In: Berenice de Souza Cordeiro. (Org.). **Lei Nacional de Saneamento Básico: Perspectivas para as Políticas e a Gestão dos Serviços Públicos**. 1ed.Brasília: Editora, 2009, v. 3, p. 497-507.

PIRES, A.R. Ligeiras reflexões sobre a questão dos incentivos fiscais no Brasil. In: MARTINS, I.G. da S. *et al.* (Coords.). Incentivos Fiscais: questões pontuais nas esferas federal, estadual e municipal. São Paulo: MP, 2007. 368p. p.15-35.

POMPÊO, C.A.. Drenagem Urbana Sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [S.l], v. 5, n. 1, p.15-23, mar. 2000a.

POMPÊO, C.A. Development of a State policy for sustainable urban drainage. Urban Water. **Elsevier Science**, Londres, 2000b.

PRINCE GEORGE, City of. Staff Report To Committee Of The Whole. Disponível em: < http://princegeorge.ca/cityhall/mayorcouncil/councilagendasminutes/agendas/2012/2012_11_14_cw/documents/Stormwater_Management_Funding_Strategy.pdf>. Acesso em 23 jun.2015.

RANGEL, F. de S.. **Extrafiscalidade sócio-ambiental: o Tributo como instrumento de tutela do meio ambiente**. 2010. 30 f. Monografia (Especialização) - Curso de Direito Tributário, Escola de Magistratura do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

RIGHETTO, A. M. ; MOREIRA, L.F.F.; SALES T. E. A. . Manejo de Águas Pluviais Urbanas. In: FINEP; CRHIDRO; PROSAB. (Org.). Manejo de Águas Pluviais Urbanas. 1ed.Rio de Janeiro: ABES, 2009, v. 1, p. 19-73.

ROCKY MOUNT (2015). Public Works – Stormwater Management. Disponível em: < <http://www.rockymountnc.gov/publicworks/documents/utilityfees.pdf>>. Acesso em 23.mar.2015.

ROTH, V. (1999). Legal aspects of alternative stormwater management. 7th International Conference of Urban Storm Drainage. **Anais...** International Association for Hydraulic Research, vol. 2, p.657–664, Sydney.

SALGUEIRO, M.A.A.; NUNES, M.N.B.; RODRIGUES, H.S. Plano Diretor e suas Vantagens de Implantação nos Municípios com Menos de 20.000 Habitantes. Congresso Online de Administração. 2012. Disponível em: < http://www.convibra.com.br/upload/paper/2012/38/2012_38_5254.pdf>. Acesso em: 03 jan.2015.

SANTA CATARINA. **Diagnóstico da drenagem urbana em Santa Catarina**. César Augusto Pompêo (org). Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Florianópolis: Governo do Estado de Santa Catarina, 1998. 29 p.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M.L. **O Brasil: Território e Sociedade no Início do Século XXI**. Rio de Janeiro: Record, 2001.

SANTOS, M.C. Águas Revoltas: história das enchentes em Santo André. Santo André: Semasa / PMSA, 2002. 106 p.

SASKATOON, City of. Stormwater. Disponível em: < <https://www.saskatoon.ca/services-residents/power-water/water-wastewater/stormwater>>. Acesso em 26 jun.2015.

SAXE, D. Environmental Law and Litigation: More cities adopting stormwater fees: you pave, you pay. Disponível em: < http://envirolaw.com/more-cities-adopting-stormwater-fees-you-pave-you-pay/?utm_source=Mondaq&utm_medium=syndication&utm_campaign=View-Original>. Acesso em 23 jun.2015.

SD1 - Sanitation District nº 1. Storm Water Billing. Disponível em: < <http://www.sd1.org/CustomerService/StormWaterBillingInfo.aspx>>. Acesso em 05 maio 2015.

SEMSWA - Southeast Metro Stormwater Authority Board of Directors. Disponível em: < <http://www.semswa.org/>>. Acesso em 29 abr.2015.

SHARPLES, D. **Who will pay for the rain?** Examining the utility approach as a mechanism for funding and maintaining stormwater management practices.. 2007. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Política e Planejamento Urbano e Ambiental. Tufts University, Massachusetts, 2007.

SILVEIRA W.N. *et al.*. **História de Inundações em Joinville 1851 - 2008**. Ed. Organic Trading, Curitiba, 2009.

SILVEIRA, G.L. da; FORGIARINI, F.R. ; GOLDENFUM, J.A. Taxa não é Cobrança: Uma Proposta para a Efetiva Aplicação do Instrumento de Gestão de Recursos Hídricos para a Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 14, p. 71-80, 2009.

SHUSTER, W.D.; BONTA, J.; THURSTON, H.; WARNEMUENDE, E.; SMITH, D. R. Impacts of impervious surface on watershed hydrology: A review. **Urban Water Journal**, Vol. 2, No. 4, December 2005, 263 – 275.

SMAKHTIN, V.U., Low flow hydrology: a review. **Journal of Hydrology**, 2001, 240, 147 – 186.

SNSA - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. 2015a Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em 03 jan. 2015a.

SNSA - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2013**. – Brasília: MCIDADES.SNSA, 2015b.

SOUZA, V.B.F.S. ; MARQUES, G.F. ; ALVES, R. Instrumento econômico para o controle de cheias urbanas. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013, Bento Gonçalves. **Anais...** 2013.

TABUCHI J.-P. (2002): Le financement de la dépollution des eaux pluviales : état des réflexions et exemples allemands. Note interne de l'agence de l'eau Seine-Normandie, 5 p.

TASCA, F.A.; POMPEO, C. A. ; FINOTTI, A. R. . Gestão da drenagem urbana em municípios de pequeno porte da bacia hidrográfica do rio Itajaí Açu. In: XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2015, Brasília. Anais do XXI SBRH, 2015. p. 1-8.

TRENNEPOHL, T.D. Incentivos tributários e meio ambiente: a sustentabilidade ambiental e o Direito Tributário. In: MARTINS, I.g. *et al.* (Orgs.). **Incentivos Fiscais: questões pontuais nas esferas federal, estadual e municipal**. São Paulo: MP, 2007. 366p. p.355-366.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.7, n.1, p. 5-27, 2002.

TUCCI, C. E. M. ; MELLER, A. Regulação das águas pluviais urbanas. **Rega – Revista de Gestão da América Latina**, Porto Alegre: Vol.4 – Nº1 - Jan./Jun. 2007.

TUPIASSU, L.V.da C. **Tributação ambiental: a utilização de instrumentos econômicos e fiscais na implementação do direito ao meio ambiente saudável**. Rio de Janeiro: Renovar, 2006, p. 122.

VALIRON, F.; TABUCHI, J.-P. (1992). Maitrise de la pollution urbaine par temps de pluie. Paris: Tec&Doc – Lavoisier, 564 p.

VEIGA, J.E. **Cidades imaginárias: o Brasil é menos urbano do que se calcula**. Campinas: Editora Autores Associados, 2004.

VICTORIA (CITY OF). Stormwater Utility. Disponível em: < <http://www.victoria.ca/EN/main/departments/engineering/stormwater/stormwater-utility.html>>. Acesso em 03 jul.2015.

WSPMN - West Saint Paul –Minnesota. WEST ST. PAUL Stormwater Utility, 2005. Disponível em: < <http://wspmn.gov/DocumentCenter/View/338>>. Acesso em 07 maio 2015.

ZIEMSKI, K.M.; BUJNY, J., 2013. Kontrowersyjne opłaty zadeszcz i śnieg. **Przegląd Komunalny**, 12, pp. 68–70.

ZOLEZI, C. Study Examines Feasibility of City's Stormwater Utility User Fee. **Water World**. Disponível em:< <http://www.waterworld.com/articles/uwm/articles/print/volume-3/issue-2/features/study-examines-feasibility-of-city39s-stormwater-utility-user-fee.html>>. Acesso em 01 jul.2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Renda média dos setores censitários

Setor Censitário	Domicílios (n)	População (n)	Renda Média Setor (R\$)
1	186	607	4.135,78
2	220	593	4.210,25
3	202	674	1.994,54
4	175	592	2.698,73
5	120	378	2.469,98
6	281	883	2.929,50
7	166	589	3.459,17
8	184	592	2.589,36
9	386	1.205	1.996,54
10	325	967	1.931,66
11	227	709	2.704,26
12	191	670	2.371,32
13	235	785	2.513,29
14	192	604	3.870,15
15	246	808	2.635,76
16	117	378	2.090,71
17	244	767	2.414,68
18	239	757	1.669,54
19	193	635	2.197,80
20	219	679	3.286,46
21	272	894	2.217,64
22	51	158	1.813,14