

Trabalho de Conclusão de Curso

SIMULAÇÃO DE TAXAS DE DRENAGEM PARA MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE

Elza Regina Grasel Matos

Orientadora

Prof^a.Dr^a. Alexandra Rodrigues Finotti

Co-orientadora

MSc. Fabiane Andressa Tasca

2016-1



Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E
AMBIENTAL**

Elza Regina Grasel Matos

**SIMULAÇÃO DE TAXAS DE DRENAGEM PARA MUNICÍPIOS
DE PEQUENO PORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Santa Catarina para Conclusão do
Curso de Graduação em Engenharia
Sanitária e Ambiental.

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

Co-orientadora: MSc. Fabiane
Andressa Tasca

Florianópolis
2016

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

Matos, Elza Regina Grasel

Simulação de Taxas de Drenagem para Municípios de Pequeno Porte / Elza Regina Grasel Matos ; orientadora, Alexandra Rodrigues Finotti ; coorientadora, Fabiane Andressa Tasca. - Florianópolis, SC, 2016.
102 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.
Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Inclui referências

1. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. Gestão municipal. 3. Manejo de Águas Pluviais Urbanas. 4. Taxa pluvial. 5. Impermeabilização. I. Finotti, Alexandra Rodrigues . II. Tasca, Fabiane Andressa. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. IV. Título.

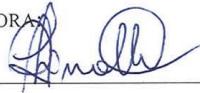
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E
AMBIENTAL

**SIMULAÇÃO DE TAXAS DE DRENAGEM PARA MUNICÍPIOS
DE PEQUENO PORTE**

ELZA REGINA GASEL MATOS

Trabalho submetido à Banca Examinadora como
parte dos requisitos para Conclusão do Curso de
Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental-
TCC II

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Alexandra Rodrigues Finotti
(Orientador)



Prof. Dr. César Augusto Pompêo



Doutoranda UFSC MSc. Elisa Pacheco

FLORIANÓPOLIS (SC)
DEZEMBRO/2016

Dedico este trabalho aos meus pais, que nunca mediram esforços para me proporcionar os melhores estudos e experiências de vida.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por me ensinarem tanto e por terem se privado de tantas coisas para sempre me proporcionar o melhor de tudo. Minha mãe, Marlene, por ser essa pessoa forte, batalhadora, honesta, por ter me ensinado todos os valores essenciais e ter me apoiado em todos os momentos de minha vida, sem exceção. Meu pai, Marcos, que mesmo tendo estudado pouco, se mostra uma das pessoas mais inteligentes que eu conheço, por ter esse coração mais doce que já conheci e por ter estado ao meu lado em todas as decisões que tomei até aqui.

Ao meu irmão, Ricardo, por ter me dado todo o amor fraterno que eu poderia esperar e ter sido meu melhor amigo desde meu primeiro minuto de vida. Por ter me ensinado tanto e por me mostrar que devemos lutar sempre pelo que acreditamos, independente das adversidades.

Ao André Alex, por ter me apoiado e ter estado ao meu lado durante toda a graduação, por ter me auxiliado com estudos, amor, carinho e atenção em todos os momentos que eu precisei, mesmo em situações adversas.

Às minhas irmãs que, tão pequenas ainda, me ensinam a cada dia o significado de um amor puro e sincero e que me mostram a beleza da vida a cada sorriso dado.

Aos familiares em geral, que de perto ou de longe, sempre apoiaram minha decisões e me incentivaram a seguir com meus estudos com muita dedicação.

Aos colegas do estágio que me ensinaram tudo o que podiam no final dessa graduação, fazendo com que eu me sinta muito mais preparada para o mercado de trabalho. Obrigada por não terem medido esforços ao me passarem todo o conhecimento que é de vocês.

Aos amigos, alguns de longa data, outros de tão pouco tempo, mas que já se tornaram parte essencial da minha vida. Obrigada por terem me proporcionado momentos de alegria, por terem me apoiado na tristeza e por estarem sempre ao meu lado. Em especial à Soraya, minha companheira de apartamento que me ajudou muito na elaboração deste trabalho e me apoiou nos momentos de angústia.

À minha orientadora Alexandra, por ter aceitado me orientar e ter estado sempre disponível para quaisquer dúvidas. À minha coorientadora Fabiane Tasca, por ter se mostrado uma pessoa extremamente solícita, me explicando e ensinando tudo o que eu precisava para elaboração deste trabalho. Agradeço imensamente sua paciência e atenção.

A Deus, por ter me dado saúde, oportunidades e ter mantido as pessoas que eu amo ao meu redor.

A todos os professores com os quais já tive aula em minha vida, desde a infância até a faculdade. Vocês são os grandes responsáveis por esse êxito e sua dedicação em transmitir o conhecimento é a única arma que temos para transformar esse país.

Muito obrigada!

RESUMO

Nesta pesquisa foram simuladas duas taxas de drenagem urbana para análise do possível financiamento dos serviços públicos de águas pluviais em três municípios de pequeno porte do Estado de Santa Catarina: Anitápolis, Alfredo Wagner e Nova Trento. Dentre todos os serviços do saneamento ambiental, a drenagem urbana é um dos que enfrentam os maiores desafios de gerenciamento, pois há um estabelecimento de outras prioridades pelas prefeituras municipais, responsáveis por sua concepção, implantação e manutenção. A implantação de uma taxa de drenagem entraria como uma forma de se financiar o sistema de drenagem garantindo o seu adequado funcionamento. Foram aplicadas duas taxas existentes no Brasil, as taxas de drenagem propostas por Cançado (2005) e Tasca (2016), que possuem como parâmetro principal a impermeabilização do solo. Os resultados alcançados foram taxas médias anuais de R\$287,52, R\$296,34 e R\$152,26 pelo método de Cançado (2005) e de R\$497,34, R\$505,41 e R\$344,59 pelo método de Tasca (2016). As taxas calculadas por Cançado (2005) não foram suficientes para garantir o retorno de todo o custo com o sistema de drenagem, já as calculadas por Tasca (2016) garantiram o financiamento completo do serviço. Os impactos socioeconômicos causados pelas duas taxas foram altos, sendo que a taxa de Tasca (2016) proporcionou os maiores impactos. No entanto os valores foram elevados devido a imóveis de grande porte, que certamente não são de uso residencial. A taxa de drenagem mostra-se como uma alternativa eficiente para o financiamento dos serviços de drenagem urbana e de extrema importância para o gerenciamento desse sistema. Os benefícios apontados pela aplicação da taxa são tanto financeiros quanto ambientais, uma vez que a mesma proporciona uma maior conscientização do usuário quanto ao seu impacto no sistema de águas pluviais.

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

ABSTRACT

In this survey, two urban drainage rates were simulated to analyze the possible financing of public rainwater services in three small municipalities of Santa Catarina State: Anitápolis, Alfredo Wagner and Nova Trento. Among all the services of environmental sanitation, urban drainage is one of the ones that face the greatest management challenges, since there is an establishment of other priorities by the municipal prefectures, responsible for their conception, implantation and maintenance. The implementation of a drainage rate would enter as a way of financing the drainage system, ensuring its proper functioning. Two rates existing in Brazil were applied, the drainage rates proposed by Cançado (2005) and Tasca (2016), both having soil waterproofing as the main parameter. The results achieved were annual average rates of R\$ 287.52, R\$ 296.34 and R\$ 152.26 by Cançado (2005) method and R\$ 497.34, R\$ 505.41 and R\$ 344.59 by Tasca (2016) method. The rates calculated by Cançado (2005) were not sufficient to guarantee the return of all costs with the drainage system, and those calculated by Tasca (2016) guaranteed the full financing of the service. The socioeconomic impacts caused by the two rates were high, and the Tasca rate (2016) provided the greatest impacts. However the figures were high due to large batches, which are certainly not for residential use. The drainage rate is an efficient alternative for the financing of urban drainage services and of extreme importance for the management of this system. The benefits of applying the tax are both financial and environmental, as it provides greater user awareness of its impact on the rainwater system.

Keywords: Municipal management, Urban Pluvial Water Management, Rainfall Rate, Waterproofing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Priorização geral dos temas segundo o somatório das porcentagens de votos atribuídos aos temas em cada um dos eventos comunitários.....	47
Figura 2: <i>Utilities</i> de águas pluviais existentes nos EUA.....	53
Figura 3: Distribuição espacial dos valores de taxas mensais de drenagem (R\$).....	54
Figura 4: Localização de Anitápolis, com destaque à área urbana.....	66
Figura 5: Localização de Alfredo Wagner	67
Figura 6: Localização de Nova Trento	69
Figura 7: Classificação manual de imagem da cidade de Alfredo Wagner (Fevereiro de 2016).....	73
Figura 8: Classificação da área impermeabilizada das vias do município de Nova Trento.....	75
Figura 9: Gráfico Taxa x Área – Anitápolis.....	80
Figura 10: Gráfico Taxa x Área – Anitápolis.....	83
Figura 11: Gráfico Taxa x Área – Alfredo Wagner	85
Figura 12: Gráfico Taxa x Área – Alfredo Wagner	88
Figura 13: Gráfico Taxa x Área – Nova Trento	91
Figura 14: Gráfico Taxa x Área – Nova Trento	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantidade de municípios com cobrança pelos serviços de resíduos sólidos urbanos por região	29
Tabela 2: Quantidade de municípios com cobrança pelos serviços de resíduos sólidos urbanos por porte	29
Tabela 3: Forma de cobrança pelos serviços de resíduos sólidos urbanos	30
Tabela 4: Tarifa e despesa total média com serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.....	31
Tabela 5: Comparação dos aspectos da água no meio urbano	35
Tabela 6: Estágios do desenvolvimento sustentável da drenagem urbana nos países desenvolvidos.....	37
Tabela 7: Parâmetros Urbanísticos para a Ocupação do Solo na Macrozona Urbana e Áreas Especiais de Interesse	44
Tabela 8: Parâmetros Urbanísticos para a Ocupação do Solo de Nova Trento	49
Tabela 9: Taxas mensais existentes nos EUA, calculadas com base em ERUs	55
Tabela 10: Comparação do número de polígonos desenhados com dados do IBGE (2010).....	73
Tabela 11: Valores ajustados de polígonos para cálculo das taxas	74
Tabela 12: Custos com sistema de drenagem, obtidos através de ofícios de respostas das Prefeituras	76
Tabela 13: Valores compilados de custo do sistema de drenagem por ano e município.....	77
Tabela 14: Valores compilados de custo total do sistema de drenagem por município	77
Tabela 15: Renda média mensal dos municípios	78
Tabela 16: Parâmetros para aplicação da taxa de Caçado	79
Tabela 17: Variação da taxa calculada por imóvel.....	80
Tabela 18: Variação do impacto socioeconômico pela taxa de Caçado	81
Tabela 19: Parâmetros para aplicação da taxa de Tasca.....	81

Tabela 20: Variação dos parâmetros calculados por área de imóvel	82
Tabela 21: Variação do impacto socioeconômico pela taxa de Tasca ..	84
Tabela 22: Parâmetros para aplicação da taxa de Cançado.....	84
Tabela 23: Variação da taxa calculada por imóvel	85
Tabela 24: Variação do impacto socioeconômico pela taxa de Cançado	86
Tabela 25: Parâmetros para aplicação da taxa de Tasca	87
Tabela 26: Variação dos parâmetros calculados por área de imóvel	87
Tabela 27: Variação do impacto socioeconômico pela taxa de Tasca ..	89
Tabela 28: Parâmetros para aplicação da taxa de Cançado.....	89
Tabela 29: Variação da taxa calculada por imóvel	90
Tabela 30: Variação do impacto socioeconômico pela taxa de Cançado	91
Tabela 31: Parâmetros para aplicação da taxa de Cançado.....	92
Tabela 32: Variação dos parâmetros calculados por área de imóvel	93
Tabela 33: Variação do impacto socioeconômico pela taxa de Tasca ..	94
Tabela 34: Síntese dos parâmetros	95
Tabela 35: Síntese dos resultados obtidos pelo método proposto por Cançado	96
Tabela 36: Síntese dos resultados obtidos pelo método proposto por Tasca	96

ÍNDICE GERAL

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	OBJETIVOS	24
1.1.1	Objetivo Geral.....	24
1.1.2	Objetivos Específicos	24
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	25
2.1	DIRETRIZES DE COBRANÇAS NO SANEAMENTO	25
2.1.1	Cobrança pelos Serviços	27
2.1.1.1	Manejo de Resíduos Sólidos.....	29
2.1.1.2	Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário	31
2.1.1.2.1	Tarifas Social e Mínima.....	31
2.1.1.3	Manejo de Águas Pluviais	32
2.1.1.3.1	Exemplo de Taxa de Drenagem Existente no Brasil – Santo André (SP).....	33
2.2	GESTÃO DA DRENAGEM URBANA	35
2.2.1	Visão Geral.....	35
2.2.2	Contexto Brasileiro	39
2.2.2.1	Anitápolis.....	41
2.2.2.2	Alfredo Wagner	45
2.2.2.3	Nova Trento	48
2.3	TAXAS DE DRENAGEM	51
2.3.1	Nível Mundial.....	52
2.3.1.1	EUA	52
2.3.1.2	Canadá.....	56
2.3.2	Nível Nacional	57
2.3.2.1	Taxa de drenagem proposta por Tucci (2002).....	57
2.3.2.2	Taxa de drenagem proposta por Cançado <i>et al.</i> (2005) .	58
2.3.2.3	Taxa de drenagem proposta por Gomes e Nascimento (2008)	60
2.3.2.4	Taxa de drenagem proposta por Tasca (2016)	62

3	MATERIAIS E MÉTODOS	65
3.1	ÁREA DE ESTUDO	65
3.1.1	Anitápolis	65
3.1.2	Alfredo Wagner.....	67
3.1.3	Nova Trento	68
3.2	METODOLOGIA	70
3.2.1	Áreas Impermeáveis	71
3.2.2	Custos com o Sistema de Drenagem	75
3.2.3	Impacto Socioeconômico.....	77
4	RESULTADOS	79
4.1	APLICAÇÃO DAS TAXAS	79
4.1.1	Anitápolis	79
4.1.1.1	Taxa de Caçado (2005).....	79
4.1.1.2	Taxa de Tasca (2016).....	81
4.1.2	Alfredo Wagner.....	84
4.1.2.1	Taxa de Caçado (2005).....	84
4.1.2.2	Taxa de Tasca (2016).....	86
4.1.3	Nova Trento	89
4.1.3.1	Taxa de Caçado (2005).....	89
4.1.3.2	Taxa de Tasca (2016).....	92
4.2	SÍNTESE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO	94
5	CONCLUSÃO	99
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, alguns municípios brasileiros apresentaram um processo acelerado e não planejado de urbanização. O desenvolvimento deste processo produziu grandes alterações no ambiente urbano promovendo perdas materiais e humanas e problemas sociais de diversas magnitudes, especialmente devido às inundações e à poluição dos mananciais superficiais e subterrâneos (SILVEIRA e GOLDENFUM, 2009). Segundo Lengler e Mendes (2013), um dos principais motivos para essas perdas é a falta de recursos financeiros para uma melhor prestação do serviço de drenagem, que contemple desde o planejamento até a execução dos serviços. Desta forma, os autores questionam se as inundações urbanas são uma consequência da ocupação irregular ou de um planejamento inadequado, ou se as necessidades de infraestrutura são conhecidas e faltam recursos públicos para prover e manter as obras públicas.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, Silveira e Goldenfum (2009) alegam que há uma necessidade de alterar o atual paradigma de planejamento e gestão da drenagem de águas pluviais no Brasil. Lisboa *et al.* (2014) explicam que a execução do plano de drenagem urbana é financiada com recursos do tesouro municipal. A cobrança do imposto predial e territorial urbano (IPTU) é um dos tributos que deveriam cobrir os custos com os serviços de drenagem, porém as restrições orçamentárias e a dificuldade para contrair empréstimos, acarretam na necessidade adicional de capitalização de recursos para que a drenagem tenha autonomia financeira. Nesse sentido, tem-se discutido a adoção de mecanismos para que seja feita a cobrança pelo serviço de drenagem de águas pluviais.

O problema com o financiamento dos custos com o sistema de drenagem é intensificado nos municípios de pequeno porte (com menos de 20.000 habitantes), por esses serem altamente dependentes dos repasses financeiros feitos pelo Governo. Nesse contexto, dentre as quatro principais vertentes do saneamento ambiental, a drenagem urbana é a que possui menores investimentos e a única que não possui um sistema de cobrança implantado para seu gerenciamento.

No Brasil existem quatro taxas de drenagem existentes, que tem como objetivo garantir o financiamento do sistema de águas pluviais. Em países desenvolvidos, como nos Estados Unidos e no Canadá, é

comum a cobrança de taxas de drenagem. No presente trabalho foram simuladas duas taxas de drenagem em três municípios de pequeno porte com estratos populacionais diferentes: Anitápolis, Alfredo Wagner e Nova Trento, todos localizados no Estado de Santa Catarina. A implantação de uma taxa de drenagem tem como objetivo contribuir para o gerenciamento deste sistema, trazendo benefícios financeiros e ambientais.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Simular taxas de drenagem urbana para três municípios de pequeno porte.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar o sistema de cobrança dos serviços de saneamento no Brasil;
- Descrever as taxas de drenagem propostas no Brasil;
- Verificar a viabilidade financeira da aplicação da taxa de drenagem.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DIRETRIZES DE COBRANÇAS NO SANEAMENTO

A Lei número 11.445 (Brasil, 2007), estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, o qual é composto pelo conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

- abastecimento de água potável;
- esgotamento sanitário;
- limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;
- drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas.

Este último item, de principal relevância nesta pesquisa, é definido como o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais que visam o transporte, a detenção ou a retenção para o amortecimento de vazões de cheias, o tratamento e a disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

Souza *et al.* (2009) alegam que o setor do saneamento está ligado principalmente à dinâmica do uso da água, dentre ela o abastecimento de água e esgotamento sanitário, sendo destinada a suprir necessidades básicas de saúde e higiene. Afirmam ainda que, quando se considera as questões envolvidas com resíduos sólidos e drenagem das águas sob a perspectiva de proteção ambiental e desenvolvimento econômico, expande-se o entendimento para as responsabilidades de preservação, conservação e manutenção do meio ambiente.

A Lei 11.445/2007 assegura a legalidade da cobrança pelos serviços públicos de saneamento básico como forma de garantir a sustentabilidade econômico-financeira dos mesmos, mediante a remuneração. Os serviços que podem ser submetidos à remuneração são:

- de abastecimento de água e esgotamento sanitário;
- de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos;
- de manejos de águas pluviais urbanas, sendo este na forma de tributos, inclusive taxas, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades.

No que concerne o estabelecimento de tarifas para os serviços prestados, o decreto regulamentador nº 7.217 (Brasil, 2010) estabelece o conceito de regulação. Este pode ser entendido como todo e qualquer ato que discipline ou organize determinado serviço público incluindo suas características, padrões de qualidade, impacto socioambiental, direitos por sua oferta ou prestação e fixação de tarifas e outros preços públicos.

A regulação tem como principais objetivos estabelecer padrões e normas para a adequada prestação dos serviços e satisfação dos usuários e assegurar tanto o equilíbrio econômico-financeiro dos contratos, quanto a mocidade tarifária através da definição de tarifas e de outros preços públicos (Brasil, 2010). O decreto apresenta ainda, que a estrutura de remuneração e de cobrança dos serviços poderá levar em consideração os seguintes fatores:

- I. capacidade de pagamento dos consumidores;
- II. quantidade mínima de consumo ou de utilização do serviço, visando a garantia de objetivos sociais, como a preservação da saúde pública, o adequado atendimento dos usuários de menor renda e a proteção do meio ambiente;
- III. custo mínimo necessário para disponibilidade do serviço em quantidade e qualidade adequadas;
- IV. categorias de usuários, distribuída por faixas ou quantidades crescentes de utilização ou de consumo;
- V. ciclos significativos de aumento da demanda dos serviços, em períodos distintos;
- VI. padrões de uso ou de qualidade definidos pela regulação.

No caso da regulação específica para o serviço público de manejo de águas pluviais, a cobrança deverá levar em conta, em cada lote urbano, o percentual de área impermeabilizada e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção de água pluvial, assim como poderá considerar:

- o nível de renda da população atendida; e
- características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas.

Desta forma, ressalta-se que a cobrança de taxas para garantir a sustentabilidade dos serviços de drenagem urbana é embasada por Lei. Contudo, dentre os serviços de saneamento básico que podem efetuar

algum tipo de cobrança, o serviço de drenagem urbana é o único que não o faz.

2.1.1 Cobrança pelos Serviços

A Lei Federal nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), conhecida como Lei das Águas, instituiu o conceito de cobrança para a gestão dos recursos hídricos. Para atingir seus objetivos, a lei criou cinco instrumentos de gestão que devem ser aplicados a todos usuários dos recursos hídricos: enquadramento dos corpos d'água em classes de uso; outorga de direitos de uso; cobrança pelo uso da água; plano de bacia hidrográfica; e sistema de informações sobre recursos hídricos (FORGIARINI *et al.*, 2007).

A cobrança, como instrumento de gestão, deve arrecadar recursos para dar suporte financeiro ao sistema de gestão de recursos hídricos e às ações definidas pelos planos de bacia hidrográfica, incluindo-se o planejamento da drenagem urbana. O lançamento de efluentes da drenagem urbana exige a outorga pelo Poder Público. Além disso, a cobrança deve indicar para a sociedade que a água é um bem escasso e que possui um valor, com a finalidade de que este recurso seja utilizado de forma racional e que o seu uso atenda aos princípios do desenvolvimento sustentável (FORGIARINI *et al.*, 2007).

Ao explorar os relatórios e dados disponíveis no SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2016), logo se observa uma desatenção com a drenagem urbana dentre as vertentes do saneamento ambiental. O SNIS apresenta o diagnóstico de água e esgotos (1995-2013) e de resíduos sólidos (2002-2012), sem menção ao manejo de águas pluviais (TASCA, 2016). Desta forma, existe a cobrança pelos serviços de tratamento e abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto e coleta e destinação de resíduos sólidos, não havendo um sistema de cobrança estabelecido para os serviços de drenagem urbana.

A Lei 11.445/2007 assegura a cobrança direta pela prestação de serviços em dois regimes: o de preços públicos e o tributário. Porém, esses dois regimes não se aplicam de maneira igual nos diferentes tipos de saneamento básico e suas diferentes formas de prestação de serviço. Segundo Peixoto (2008) a adoção de qualquer um dos regimes de cobrança requer alguns princípios e condições jurídicas, conforme a seguir:

- I. Regime tarifário:
 - a. A adesão do usuário ao serviço deve ser voluntária e contratual, não podendo ser imposta pelo Poder Público ou pelo prestador;
 - b. O serviço deve ser específico e divisível, ou seja, específico quando puder ser prestado em unidades autônomas para determinados usuários e divisível quando puder ser utilizado separadamente, por cada um dos seus usuários;
 - c. O serviço deve ser efetivamente prestado e utilizado pelo usuário;
 - d. A utilização do serviço deve ser mensurável por meio de instrumento ou por critério técnico e objetivo de aferição.
- II. Regime tributário:
 - a. O serviço deve ser específico e divisível;
 - b. Deve existir a possibilidade de utilização efetiva ou potencial do serviço público, ou seja quando pode ser de fato utilizado pelos usuários ou, quando for de utilização compulsória, sejam postos à sua disposição mediante atividade administrativa em efetivo funcionamento;
 - c. O serviço seja efetivamente prestado ao contribuinte ou posto à sua disposição, ou seja, o serviço esteja em efetivo funcionamento e o usuário possa utilizá-lo quando necessitar.

Silveira e Goldenfum (2009) afirmam que a cobrança pelo serviço de drenagem urbana é uma taxa e a cobrança pelo uso da água é um preço público, desta forma são pagamentos distintos, com objetivos também distintos. O pagamento da taxa objetiva promover o funcionamento do serviço da drenagem urbana e o preço público está relacionado à conservação da bacia hidrográfica como um todo, em uma visão condominial, sendo que os recursos gerados pela cobrança podem ser aplicados em diferentes ações na bacia. (SILVEIRA E GOLDENFUM, 2009). Assim, os autores definiram que a cobrança da taxa pelo serviço é interna ao município, devendo ser paga pelos proprietários dos imóveis ao município; e a cobrança pelo uso da água é externa ao município, referente aos impactos proporcionados pelo município à bacia hidrográfica.

2.1.1.1 Manejo de Resíduos Sólidos

O relatório anual do SNIS (2014) teve a participação de 3.675 municípios. Dos participantes, a pesquisa apontou que em 60%, ou seja, aproximadamente 2.205 municípios, não havia cobrança pelos serviços regulares de coleta, transporte e destinação final de resíduos domiciliares (Tabela 1). Observa-se, porém, que quando se trata de população a situação se inverte, pois a maior parte da população urbana reside em municípios que cobram pelos serviços, fato que se justifica pela presença dos municípios médios e grandes dentre aqueles que cobram (SNSA, 2014).

Tabela 1: Quantidade de municípios com cobrança pelos serviços de resíduos sólidos urbanos por região

Região	Quantidade de municípios	Percentual de municípios que cobram	Percentual de municípios sem cobrança	Percentual de pop. urbana correspondente aos munic. que cobram
	municípios	%	%	%
Norte	254	15,4	84,6	44
Nordeste	962	7,3	92,7	36,6
Sudeste	1301	45	55	56
Sul	960	79,5	20,5	89,3
Centro-Oeste	288	19,8	80,2	46,7
Total	3765	40,2	59,8	55,5

Fonte: Adaptado de SNSA (2014)

Na Tabela 2, pode ser observada a relação do porte do município com a implantação do sistema de cobrança. O porte dos municípios é diretamente proporcional à cobrança, ou seja, quanto maior o porte, maior o índice de municípios que cobram. Dos 2.896 municípios de pequeno porte que participaram na pesquisa, 1.804 ou 62,3% não efetuam a cobrança desse serviço.

Tabela 2: Quantidade de municípios com cobrança pelos serviços de resíduos sólidos urbanos por porte

Intervalo de pop. total do município	Quantidade de municípios	Há cobrança	Não há cobrança
habitantes	municípios	%	%
até 30.000	2896	37,7	62,3
30.001 a 100.000	606	42,4	57,6
100.001 a 250.000	161	62,1	37,9
250.001 a 1.000.000	85	63,5	36,5
1.000.001 a 3.000.000	15	66,7	33,3

Intervalo de pop. total do município	Quantidade de municípios	Há cobrança	Não há cobrança
habitantes	municípios	%	%
mais de 3.000.000	2	50	50

Fonte: Adaptado de SNSA (2014)

O regime de cobrança direta dos usuários para serviços de resíduos sólidos e limpeza urbana pode ser tributário ou de preços públicos, conforme a atividade (PEIXOTO, 2008). No que concerne à forma de cobrança, conforme Tabela 3, dentre os 1.515 municípios que discriminaram essa variável, verifica-se que a inserção de taxa específica no boleto do IPTU é a forma generalizada de execução, alcançando 88,3% dos casos. Em seguida, aparece a taxa específica no boleto do serviço de abastecimento de água em 7,7% dos casos, seguido da incidência da taxa em boleto específico igual a 2,6%. A cobrança por meio de tarifa é apontada apenas pelo município de Itajaí/SC.

Tabela 3: Forma de cobrança pelos serviços de resíduos sólidos urbanos

Região	Quantidade de municípios que cobram	Forma de cobrança				
		Taxa específica no boleto do iptu	Taxa em boleto específico	Tarifa	Outra forma	Taxa em boleto de água
	município	&	%	%	%	%
Norte	39	97,4	0,0	0,0	0,0	2,6
Nordeste	70	88,6	5,7	1,4	4,3	0,0
Sudeste	586	93,3	1,4	0,2	1,5	3,6
Sul	763	84,3	3,4	0,3	0,8	11,3
Centro-Oeste	57	82,5	3,5	0,0	0,0	14,0
Total	1515	88,3	2,6	0,3	1,2	7,7

Fonte: Adaptado de SNSA (2014)

O Relatório do SNIS de resíduos sólidos (2014) atesta que, no geral, a receita arrecadada com os serviços relacionados ao manejo de resíduos sólidos é insuficiente para manter as atividades deste serviço. Ressalta-se que o indicador de autossuficiência utiliza em seu numerador todas as receitas obtidas com os serviços de manejo de resíduos sólidos, relacionando-os com todas as despesas da prefeitura. Assim, o indicador resulta em uma interpretação ampla de autossuficiência do órgão gestor, uma vez que o mesmo considera os custos com serviços não passíveis de cobrança.

2.1.1.2 Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário

No caso de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, conforme Peixoto (2008), o regime de cobrança pode ser tributário ou de preços públicos, da mesma forma que os serviços de resíduos sólidos urbanos. Sendo assim, pode ser aplicada uma taxa ou tarifa de água e outra de esgoto separadamente, ou ainda, uma única taxa para ambos.

Esses serviços são cobrados por meio de tarifas baseada no m³ fornecido. A Tabela 4 apresenta valores referente à tarifa média e à despesa total média com tais serviços, organizado segundo a abrangência.

Tabela 4: Tarifa e despesa total média com serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário

Abrangência	Tarifa média	Despesa total média
	R\$/m ³	R\$/m ³
Regional	2,98	2,97
Microrregional	3,60	2,64
Local	2,17	1,99
Brasil	2,75	2,68

Fonte: Adaptado de SNSA (2014)

O SNSA (2014) afirma que é fundamental definir tarifas que assegurem tanto o equilíbrio econômico e financeiro da prestação de serviços como a modicidade tarifária, mediante mecanismos que induzam a eficiência e eficácia dos serviços e, além disso, permitam a apropriação social dos ganhos de produtividade. Dessa forma, quando as despesas totais médias são superiores às tarifas médias cobradas, aponta-se para dificuldades em manter a sustentabilidade dos serviços. Em contrapartida, quando as tarifas são muito superiores às despesas, indica-se que os usuários que pagam pelo serviço estão sendo prejudicados.

2.1.1.2.1 Tarifas Social e Mínima

No início da década de 70, foi instituído o subsídio tarifário no Brasil, por meio do Plano Nacional de Saneamento – PLANASA. Subsídio é um instrumento de política econômica que oferece recursos a

um grupo, produtores ou consumidores, de modo a alterar o equilíbrio de mercado natural, com intuito de oferecer um bem maior à sociedade (SNSA, 2014). Desta forma, os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário tem características que justificam a aplicação de políticas de subsídio, pois o acesso de toda população aos serviços de saneamento não pode ser dependente da capacidade de pagamento. Em contrapartida, é necessário que se garanta a qualidade e eficiência do serviço prestado.

A tarifa mínima é uma base de cobrança, onde independente da quantidade de água consumida, tem-se um valor correspondente a um mínimo a ser faturado, mesmo que o consumo tenha sido inferior. A tarifa mínima deve atender à viabilidade econômico-financeira dos prestadores de serviços, garantindo a disponibilidade do serviço (SNSA, 2014).

Já a tarifa social tem como objetivo garantir a equidade e o acesso universal aos serviços de saneamento, protegendo os usuários sem condições financeiras de ficarem excluídos do serviço por incapacidade de cobrir os custos da tarifa. Essa tarifa deve corresponder a um valor subsidiado, normalmente em função das condições sociais dos usuários, diferindo da tarifa mínima (SNSA, 2014).

2.1.1.3 Manejo de Águas Pluviais

A drenagem urbana, no Brasil, vem sendo financiada pela receita genérica de impostos (LEGLER e MENDES, 2013). O regime de cobrança direta dos usuários para os serviços de manejo de águas pluviais urbanas deve ser exclusivamente tributário, conforme o regime ou forma de prestação do serviço ou as atividades cobradas (PEIXOTO, 2008). Nascimento *et al.* (2006) explicam que esses serviços são tradicionalmente financiados pelo Tesouro municipal, ou seja, pelo contribuinte em geral, sem qualquer relação com o consumo individual do serviço. Esse fato ocorre principalmente pela dificuldade de se medir a demanda e o uso de cada usuário dos serviços.

Os impostos são uma obrigação pecuniária do cidadão perante o Estado, independentemente de prestação de uma atividade ou de um serviço específico, devendo ser de natureza geral e indivisível e não ter caráter de punição. Tem-se, portanto, uma impossibilidade

constitucional de vincular a destinação da receita (LEGLER E MENDES, 2013). Desta forma, não é aceitável que a receita de um imposto seja destinada exclusivamente a um serviço específico, tendo em vista que a arrecadação visa suprir as despesas genéricas do Estado.

Neste sentido, muitos autores debatem a favor da implantação de uma taxa de drenagem como forma de garantir a sustentabilidade desse serviço através da cobrança. Lanna (2001) *apud* Forgiarini *et al.* (2007) explica que uma das vantagens de se cobrar pelos serviços de manejo de águas pluviais é que a cobrança atuaria como uma forma de incitação à mudança do comportamento do usuário frente ao seu impacto no meio ambiente, induzindo a sustentabilidade na forma de planejar o seu sistema de drenagem. Silveira e Goldenfum (2009) alegam que a cobrança específica pelo uso dos sistemas de drenagem leva ao uso mais racional do solo urbano, ou uma maior consciência do impacto daquela propriedade nos custos envolvidos no sistema de drenagem. Os autores consideram que a cobrança pelos serviços de drenagem implica em um rateio de custos de implantação e manutenção do sistema entre o setor público e os proprietários de lotes.

Cançado *et al.* (2005) observam que a cobrança pelos serviços de drenagem pode ser feita via tarifa ou taxa, sendo que a diferença entre eles está na obrigatoriedade de uso do serviço público pela população. Assim, os autores concluem que esse cobrança qualifica-se como uma taxa, pois seu uso é obrigatório. Silveira e Goldenfum (2009) defendem que a taxa deve ser aplicada aos usuários do sistema de drenagem municipal, ou seja, os proprietários dos imóveis. O município deve ser o responsável pelo gerenciamento dos recursos financeiros gerados pela taxa de drenagem, garantindo que esses sejam aplicados na prestação deste serviço.

2.1.1.3.1 Exemplo de Taxa de Drenagem Existente no Brasil – Santo André (SP)

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, 1999). A cobrança pelos serviços de drenagem foi implementada pela Lei Municipal 7.606 de 23 de Dezembro de 1997. A lei define que:

- A taxa de drenagem é devida em razão da utilização efetiva ou da possibilidade de utilização, pelo usuário, dos serviços públicos de drenagem de águas pluviais, decorrentes da operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem existentes no município.
- O custo decorrente da prestação dos serviços de operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem será dividido proporcionalmente entre cada usuário, segundo a contribuição volumétrica das águas advindas de seu respectivo imóvel, lançadas ao sistema de drenagem urbana.
- O cálculo da contribuição volumétrica de águas ao sistema de drenagem terá por base o índice pluviométrico médio mensal do município que, associado à área coberta de cada imóvel (impermeabilização), definirá o volume efetivamente lançado ao sistema.

Tasca (2016) explica que 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. Com a cobrança da drenagem, o Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André (Semasa) arrecada cerca de R\$ 6 milhões por ano, o que é suficiente para cobrir 50% dos gastos de manutenção da rede (limpeza de bocas-de-lobo, galerias, limpeza e desassoreamento de córregos, manutenção dos piscinões existentes na cidade, etc.).

A taxa de drenagem é cobrada na conta mensal de Saneamento Ambiental de todos os imóveis e os valores cobrados são (FORGIARINI *et al.*, 2007):

- valor mínimo: R\$ 0,56 por metro cúbico ao mês;
- valores médios: R\$ 2,00 a R\$ 3,00 por metro cúbico ao mês.

No ano de 2012 muitos contribuintes entraram na justiça para suspender a taxa de drenagem por não corresponder a serviço específico e divisível pois a cobrança não é mensurável em relação ao contribuinte, como exige a legislação (TASCA, 2016).

A taxa, conforme informado pelo departamento, precisa de revisões no quesito da divisibilidade. Assim, enquanto os custos de operação e manutenção dos sistemas tem aumentado, a arrecadação está diminuindo.

2.2 GESTÃO DA DRENAGEM URBANA

2.2.1 Visão Geral

O saneamento ambiental deve ser estudado e tratado de forma integrada em todos os seus componentes. A atual falta de harmonia entre os sistemas urbanos, que se encontram defasados, ineficientes e separados uns dos outros, intensificam tanto o problema do saneamento, quanto das inundações no país (TASCA, 2016). Essa temática é tratada de forma distinta nos países desenvolvidos e nos países em desenvolvimento. Tucci (2002) faz uma comparação entre os países desenvolvidos e o Brasil, em diferentes setores do saneamento, conforme tabela a seguir:

Tabela 5: Comparação dos aspectos da água no meio urbano

Infraestrutura urbana	Países desenvolvidos	Brasil
Abastecimento de água	Resolvido, cobertura total	Grande parte atendida, tendência de redução da disponibilidade devido à contaminação, grande quantidade de perdas na rede.
Esgoto Sanitário	Cobertura quase total	Falta de rede e estações de tratamento; as que existem não conseguem coletar esgoto como projetado.
Drenagem Urbana	Controlado os aspectos quantitativos; Desenvolvimento de investimentos para controle dos aspectos de qualidade da água.	Grandes inundações devido à ampliação de inundações; Controle que agrava as inundações através de canalização; Aspectos de qualidade da água nem mesmo foram identificados.
Inundações Ribeirinhas	Medidas de controle não-estruturais como seguro e zoneamento de inundação.	Grandes prejuízos por falta de política de controle.

Fonte: Adaptado de Tucci (2002).

Nos países desenvolvidos, a infraestrutura urbana de abastecimento de água e esgoto sanitário já está num estágio avançado com total ou quase total cobertura. Já no que concerne à drenagem urbana, o autor afirma que os problemas quanto ao controle quantitativo foram resolvidos, sendo que o enfoque está no desenvolvimento de medidas não-estruturais como zoneamento de inundação, o que leva a população a controlar na fonte os impactos da urbanização. As abordagens não estruturais incluem uma variedade de ações que visam a prevenção da poluição, como educação, institucional, práticas de gestão

e de desenvolvimento destinadas a limitar a conversão de chuva para o escoamento e para evitar a poluição das águas de escoamento. Já as estruturais são utilizadas para tratar a água da chuva quer seja no ponto de geração ou no ponto de descarga, quer seja no sistema de galerias de águas pluviais ou águas receptoras (USEPA, 1999). Esse tipo de gestão tem como objetivo o controle dos aspectos de qualidade da água e não mais a gestão de problemas emergenciais que surgem devido à falta de estrutura. Trata-se de uma gestão preventiva e não corretiva.

No paralelo traçado com relação ao Brasil, pode-se observar problemas em todos os setores de saneamento, acarretando em uma gestão corretiva para todos eles. Na drenagem urbana ainda se tem problemas graves oriundos da falta de política de controle, como grandes inundações. O controle qualitativo ainda não foi abordado frente aos problemas de urgência que surgem a cada período chuvoso.

Tucci (2002) afirma que o crescimento urbano nos países em desenvolvimento tem sido caracterizado por expansão irregular de periferia, sem considerar a regulamentação imposta pelo Plano Diretor, além de ocupação irregular de áreas públicas por população de baixa renda. Esses fatores tornam ainda mais difíceis o ordenamento de ações não estruturais no controle ambiental urbano. O autor explica que o gerenciamento atual não incentiva a prevenção dos problemas de drenagem urbana, uma vez que à medida que ocorre a inundação o município declara calamidade pública e recebe recursos a fundo perdido não necessitando realizar concorrência pública para gastar. Nesse sentido, Tucci (2002) afirma que como a população geralmente tem anseio por obras, dificilmente o prefeito buscará medidas não-estruturais como solução.

Forgiarini *et al.* (2007) complementam afirmando que há uma grande necessidade de pesquisar meios de incentivar o uso de técnicas que objetivem o controle na fonte. Silveira e Goldenfum (2009) explicam que algumas ações promissoras tem sido trabalhadas nas municipalidades brasileiras, com o emprego de técnicas compensatórias (ou *Best Management Practices* — BMPs), no entanto alguns autores, como Silveira e Goldenfum (2009), enfatizam que ainda há grande resistência por parte dos projetistas brasileiros à aplicação destas técnicas, por existir pouca divulgação e obras executadas, além de uma resistência a inovações.

Nos países desenvolvidos, o planejamento da drenagem urbana passou por mudanças significativas nos últimos quarenta anos. De acordo com SNSA (2005) *apud* Forgiarini *et al.* (2007), podem-se definir três estágios de planejamento: higieniza, corretivo e sustentável, como apresentado na Tabela 6:

Tabela 6: Estágios do desenvolvimento sustentável da drenagem urbana nos países desenvolvidos

Anos	Período	Características
Até 1970	Higienista (Canais)	Transferência para jusante do escoamento pluvial por canalização
1970 - 1990	Corretivo (Compensatória)	Amortecimento quantitativo da drenagem e controle do impacto existente da qualidade da água pluvial. Envolve principalmente a atuação sobre os impactos
1990 - ?	Sustentável (LID)	Planejamento da ocupação do espaço urbano, obedecendo aos mecanismos naturais do escoamento; controle dos micro-poluentes, da poluição difusa e o desenvolvimento sustentável do escoamento pluvial por meio da recuperação da infiltração.

Fonte: Forgiarini *et al.* (2007)

As soluções higienistas, caracterizadas pela transferência para jusante do escoamento pluvial por canalização, também se caracteriza como uma transferência de problemas, pois a inundação não é solucionada através de uma gestão bem implantada, mas sim transferida para outro local. Esse tipo de solução acaba trazendo a necessidade de obras mais onerosas para a solução emergencial dos problemas. Além disso, normalmente as soluções higienistas não contemplam os problemas de qualidade e acarretam situações praticamente irreversíveis de uso do solo urbano e de outros usos dos recursos hídricos, tais como recreação e paisagismo, ao canalizar os córregos, arroios ou rios (FORGIARINI *et al.*, 2007).

Forgiarini *et al.* (2007) explicam que a partir dos anos 1970, uma outra abordagem para tratar o problema foi sendo desenvolvida. Sendo ela a adoção de técnicas corretivas de drenagem que procuraram utilizar dispositivos principalmente com o objetivo de atuar na consequência do problema, priorizando o controle do escoamento por meio de detenções (USEPA, 1999). Esta forma de planejamento da drenagem urbana baseou-se nas técnicas de *Best Management Practices* (BMPs), que ganharam repercussão e foram muito difundidas e adotadas em todo o mundo para a gestão do escoamento pluvial (FORGIARINI *et al.*, 2007).

Há uma variedade de BMPs disponíveis para o gerenciamento do escoamento urbano. Independentemente do tipo, BMPs são mais eficazes quando implementadas como parte de um abrangente programa de gestão de águas pluviais que inclui adequada seleção, concepção, construção, inspeção e manutenção (USEPA, 1999). Esse tipo de planejamento pode ser agrupado em duas grandes categorias: estrutural e não estrutural.

Tucci (2002) exemplifica a utilização de BMPs citando a experiência americana. A Agência de Proteção Ambiental (EPA) desenvolveu um programa nacional que obriga todas as cidades com mais de 100 mil habitantes a estabelecer um programa baseado em BMP. No programa implementado o município deve demonstrar que está avançando, sob penalidade que pode ser imposta por ação judicial da EPA contra o município. O autor complementa ressaltando que este processo contribui para a redução da poluição difusa dos rios que circundam as cidades.

Nas últimas décadas, algumas novas abordagens tem sido estudadas e implementadas com diferentes denominações de acordo com a região: *Low Impact Development* (LID), nos EUA e Canadá; *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS), no Reino Unido; *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), na Austrália; e *Low Impact Urban Design and Development* (LIUDD), na Nova Zelândia (FORGIARINI *et al.*, 2007). Tal mudança de paradigma ocorreu simultaneamente a um processo global de reconsideração do planejamento urbano e do saneamento, alimentado principalmente pela necessidade de se prover serviços de abastecimento de água e coleta de águas residuárias e pluviais de modo mais econômico e que cause menor degradação ambiental (ENGINEERS AUSTRALIA, 2006).

Todas essas abordagens tem como objetivo a integração entre o ciclo urbano da água e o planejamento das cidades (ENGINEER SAUSTRALIA, 2006), ou seja, utilizar os processos naturais como a infiltração, evapotranspiração e escoamento de águas pluviais, como forma de proteger a qualidade da água. Essas abordagens tem como princípio a preservação e recriação de elementos paisagísticos naturais, minimizando a impermeabilidade do solo, criando uma drenagem funcional e atraente (EPA, 2016). As técnicas abordadas englobam processos em micro e macro escala, variando desde uma residência até estratégias de planejamento para grandes centros urbanos. Estas

novas abordagens se traduzem, de modo geral, nos seguintes conceitos (ENGINEERS AUSTRALIA, 2006):

- Detenção, em vez do rápido escoamento, das águas pluviais;
- Captação e uso das águas pluviais como fonte de água alternativa para reduzir o consumo de água potável;
- Uso de vegetação para filtração;
- Paisagismo que minimize o consumo de água;
- Proteção de valores ambientais, recreacionais e culturais ligados à água;
- Captação local de água para usos diversos;
- Sistemas locais de tratamento de esgotos.
- Gestão das águas pluviais urbanas como um recurso e também com a finalidade de proteção dos ecossistemas (MELBOURNE WATER, 2005).

Algumas práticas que têm sido utilizadas para aderir a estes princípios são instalações de biorretenção, jardins de chuva, telhados verdes e pavimentos permeáveis (EPA, 2016).

Desta forma, fica evidenciada a forte diferença entre a forma de gestão da drenagem urbana nos países desenvolvidos e nos em desenvolvimento. A gestão voltada para a qualidade da água já é uma realidade nos países desenvolvidos, sendo implementadas diferentes formas de harmonizar a urbanização com os sistemas de drenagem, visando uma alternativa que beneficie tanto o crescimento quanto a preservação ambiental. No Brasil, a gestão da drenagem urbana ainda é classificada de baixa prioridade, mesmo em frente a tantos problemas enfrentados.

2.2.2 Contexto Brasileiro

Como já foi comentado anteriormente, no Brasil ainda existem muitos problemas na gestão do saneamento. Quando se trata de pequenos municípios esse problema é ainda mais evidente, tendo em vista que esses são muito dependentes de repasses financeiros do governo. No que concerne à drenagem urbana, a situação é ainda pior, já que os outros serviços de saneamento ambiental (esgotamento sanitário, abastecimento de água e resíduos sólidos) são considerados essenciais e a drenagem urbana não. Isto faz com que a drenagem receba poucos investimentos pelas prefeituras.

Lengler e Mendes (2013) dão suporte à essa informação afirmando que a quantidade de recursos necessários para financiar os custos de manutenção da qualidade do sistema de drenagem urbana nos municípios brasileiros depende hoje da divisão de recursos entre as demais despesas orçamentárias. Os autores complementam afirmando que a prescrição de percentuais mínimos vinculados com gastos essenciais em Saúde e Educação deixa em plano secundário os gastos com serviços de manutenção e operação de sistemas orgânicos vitais para o funcionamento das cidades.

Silveira e Goldenfum (2009) afirmam que, no contexto da gestão dos recursos hídricos, o município é um usuário, produzindo impactos na qualidade e quantidade das águas no âmbito da bacia hidrográfica. Desta forma, são os municípios que devem assumir seus papéis na gestão dos recursos hídricos, responsabilizando-se pelo atendimento às metas do enquadramento, solicitando a outorga para o uso da água, que deve ser paga pela administração municipal para o gestor da bacia, o comitê ou a agência.

Nesse contexto, como já comentado, Silveira e Goldenfum (2009) definem que existem dois tipos de cobrança relacionada à drenagem urbana:

- A cobrança de uma taxa pelo serviço, interna ao município, pago pelos proprietários dos imóveis ao município em função do serviço prestado, e;
- A cobrança de um preço público pela água, externa ao município, referente aos impactos proporcionados pelo município à bacia hidrográfica.

Esta proposta busca que o município responda aos problemas ambientais causados pelas manchas urbanas em nível de bacia, e incentive internamente os proprietários e a administração municipal a promover o controle das águas pluviais no perímetro urbano.

Quando se analisa o cenário existente na gestão da drenagem urbana nos municípios escolhidos como objeto de estudo desta pesquisa (Anitápolis, Alfredo Wagner e Nova Trento), a situação vai ao encontro das afirmações feitas pelos autores supracitados. Nos três municípios há relatos de dificuldades quanto à gestão da drenagem, com problemas

recorrentes de inundações e deslizamentos. Alguns pontos importantes foram compilados e serão expostos a seguir.

2.2.2.1 Anitápolis

Anitápolis é uma pequena cidade do estado de Santa Catarina com uma população de 3.214 habitantes, dos quais 59% (1.899) residem em zona rural e 1.315 habitantes (41%) residem na zona urbana (IBGE, 2010).

O município dispõe de um Plano Diretor Participativo (Lei Complementar nº 712/2008), de onde foram retirados alguns pontos relevantes no que diz respeito ao saneamento ambiental e à drenagem urbana. O Plano Diretor do município, em geral, prioriza os demais componentes do saneamento básico, deixando a drenagem urbana em segundo plano. Como exemplo, pode-se observar o seu Artigo 41, que aborda os objetivos de um dos programas voltados ao meio ambiente implantados, o Programa de Preservação dos Recursos Hídricos:

- I. Manter a qualidade da água;
- II. Promover ações para implementação do Saneamento Ambiental, mantendo e melhorando os serviços municipais de coleta de lixo e abastecimento de água, implantando a rede de tratamento de esgoto urbano e melhorias na manutenção de equipamentos em propriedades rurais;
- III. Promover o controle de desmatamento e preservação dos recursos hídricos;
- IV. Criar e definir a regulamentação do Sistema Municipal de Áreas Verdes Urbanas.

Tendo em vista esses objetivos, a Lei Complementar de 2008 acrescenta, em seu Artigo 42, as ações a serem implementadas para a gestão do saneamento ambiental:

- I. Implementar a política de Saneamento Ambiental Integrado em todo o território municipal atendendo de forma igualitária a população urbana e rural;
- II. Manter a qualidade de **coleta de lixo**, visando o acompanhamento do possível aumento da demanda e manutenção da coleta;

- III. Promover as ações de sensibilização e educação para **coleta seletiva do lixo** e prevenção da poluição dos rios;
- IV. Promover a elaboração do plano municipal de rede de **tratamento de esgoto**, captar recursos federal e estadual e implantar respectivo projeto;
- V. Buscar as parcerias e apoio do Estado para instalação de **fossas sépticas** em todas as propriedades rurais;
- VI. Garantir apoio e assistência técnica na instalação e manutenção de equipamentos de saneamento;
- VII. Promover ações para reestruturação e melhoria de **abastecimento de água** no município;
- VIII. Promover ações para execução de projetos de saneamento ambiental nas Áreas Especiais de Interesse Social (AEIS) definidas nesta Lei.

Ao analisar as ações, observa-se que dentre as oito ações elencadas, nenhuma faz menção direta à gestão da drenagem urbana, concordando com o que já foi discutido. Em contrapartida, a própria prefeitura relata, em seu site oficial, problemas advindos da falha no sistema de manejo de águas pluviais, como:

- Deslizamento e desmoronamento de barreiras e precariedade na malha viária ao longo das vias municipais, decorrentes de fortes chuvas (2011);
- Prejuízo no setor agropecuário, pelos danos causados na produções de hortifruti devido ao difícil escoamento, principalmente na atividade leiteira (2011);
- Isolamento de algumas comunidades por causa de quedas de barreira, pelo transbordamento dos rios e por causa de pontes e bueiros danificados (2011);
- Casas danificadas por quedas de barreiras e desmoronamentos (2011);
- Problemas com uma das principais pontes da cidade, que é provisória desde 2008, quando ocorreram outros desastres devido ao manejo de águas pluviais (2011).

Desta forma, é evidente o contraste dos problemas gerados pela falta de gestão da drenagem urbana e a falta de ações voltadas para este tema.

Quanto ao uso do solo, o Plano Diretor possui como estratégia para o desenvolvimento e qualificação territorial e urbanística do município a organização do uso e da ocupação do solo. Dentre as ações a serem implementadas para essas estratégias destaca-se: promover adensamento nas áreas de ocupação providas de infra-estrutura adequada sem prejuízo do conforto ambiental urbano, ou seja, a ocupação deve ser acompanhada de infraestrutura adequada para garantir a sustentabilidade do solo. De acordo com o uso do solo, o território do município de Anitápolis foi dividido em seis macrozonas:

- Macrozona Urbana;
- Macrozona do Maracujá;
- Macrozona do Povoamento;
- Macrozona do Rio de Meio;
- Macrozona da Mineração;
- Macrozona do Braço do Norte.

A Macrozona Urbana é sub-dividida em outras três: Zona Urbana Central, Zona de Ocupação Controlada e Zona de Expansão Imediata. A Macrozona Urbana corresponde à porção urbanizada do território da Sede do Município, apresentando diferentes graus de ocupação e infraestrutura urbana e destinando-se a concentrar o adensamento urbano. Dentre suas características ressalta-se:

- I. Usos predominantes urbanos e as atividades econômicas predominantes ligadas ao comércio e serviços;
- II. Densidade demográfica relativamente alta, possuindo ocupação em áreas de faixa de domínio rodoviário e de fundos de vale;
- III. Apresenta infra-estrutura de saneamento-básico precária em toda a macrozona;
- IV. Poucas vias possuem pavimentação e calçadas para pedestres.

Para regulação da ocupação do uso do solo, foram elencados alguns parâmetros urbanísticos, dentre eles destaca-se a taxa de ocupação máxima e a taxa de permeabilidade do solo. Na Tabela 7 são apresentados esses valores por macrozona:

Tabela 7: Parâmetros Urbanísticos para a Ocupação do Solo na Macrozona Urbana e Áreas Especiais de Interesse

Zona/Área Especial	Uso	Taxa de Ocupação Máxima	Taxa de permeabilidade mínima (%)	Tamanho mínimo lote (m)
Zona Urbana Central	Residencial	50	15	360
	Não residencial	50		
	Misto	60		
Zona de Expansão Imediata	Residencial	50	15	360
	Não residencial	50		
	Misto	60		
Zona de Ocupação Controlada	Residencial	50	20	420
	Não residencial	50		
	Misto	50		
Área Especial de Interesse Urbanístico e Econômico	Residencial	50	15	360
	Não residencial	50		
	Misto	50		
Área Especial de Interesse Comercial e Industrial	Não residencial	70	15	720
Área Especial de Interesse Social	Residencial	50	15	180
	Não residencial	50		
	Misto	60		
Área de Uso Limitado	Residencial	10	20	Proibido Parcelamento
	Não residencial	10		
	Misto	10		

Fonte: Adaptado de Brasil (2008).

Por fim, a Lei declara que a infraestrutura básica do município é composta por:

- Vias de circulação pavimentadas;
- **Escoamento das águas pluviais;**

- Rede para o abastecimento de água potável;
- Soluções para o esgotamento sanitário;
- Energia elétrica pública e domiciliar;
- Iluminação pública.

Apesar de não fazer menção à drenagem em muitos pontos de seu Plano Diretor, o escoamento de águas pluviais é classificado como infraestrutura básica no município. Sendo assim, cabe ressaltar a importância de se ter uma base de autosustentação desse tipo de serviço, para que se garanta que todos os investimentos necessários sejam feitos, evitando os problemas recorrentes, que já foram citados, como alagamentos, deslizamentos e enchentes.

2.2.2.2 Alfredo Wagner

Alfredo Wagner conta com uma população de 9.410 habitantes, dos quais 6.452 (68%) são habitantes da zona rural e 2.868 (32%) habitantes da zona urbana (IBGE, 2010). A cidade não possui um Plano Diretor estabelecido, o que colabora para a falta de gestão de saneamento ambiental na cidade.

O município também possui uma característica muito relevante no que diz respeito à contaminação dos recursos hídricos devido à grande utilização de agrotóxicos e pesticidas na agricultura local. Almeida *et al.* (2001) afirmam que a utilização de áreas extremamente frágeis para atividades agrícolas e a expansão urbana desordenada, aliadas à ausência de legislação, de uma política que contemple a recuperação da mata ciliar e dos rios, vem contribuindo para inundações que possuem caráter catastrófico. Nesse contexto, o manejo de águas pluviais entra como uma importante ferramenta para o controle da ocorrência de enchentes e do escoamento de águas contaminadas para os leitos dos rios

Almeida *et al.* (2001) relataram que o município conta com um relevo acidentado, onde a sede urbana se localiza em um fundo de vale. Os autores complementaram afirmando que a velocidade das águas, somada à falta de áreas de descanso dos leitos secundários destruídos pela ocupação irregular das margens e inserção de rodovias de grande porte estavam tornando o perímetro urbano de Alfredo Wagner um verdadeiro retrato do desastre ecológico. Nesse cenário destaca-se a deficiência de interação entre as escolas e a questão ambiental, o

desrespeito com o grande e importante manancial que abastece a cidade e a falta de uma consciência política frente ao saneamento básico (ALMEIDA *et al.*, 2001).

Nesse contexto, Almeida *et al.* (2001) destacaram algumas características importantes que contribuem na conclusão sobre o panorama do saneamento ambiental no município, dentre elas:

- Existe uma política branda de esclarecimento quanto ao uso e conservação dos recursos naturais, gerando uma importância menor do meio ambiente em relação à produção agrícola;
- Existe uma diferenciação na ocupação das margens dos rios onde algumas localidades já não mais cultivam até as margens, nem recuperam a mata ciliar, ficando assim exposta ao processo erosivo; e outras que cultivam até a margem indiscriminadamente;
- As populações rurais se eximem da responsabilidade sobre as conseqüências das enchentes no município, não incorporando o rio como propriedade coletiva, nem de responsabilidade individual, mesmo a população sendo composta por 68% dos habitantes residentes na área rural, como já foi citado.

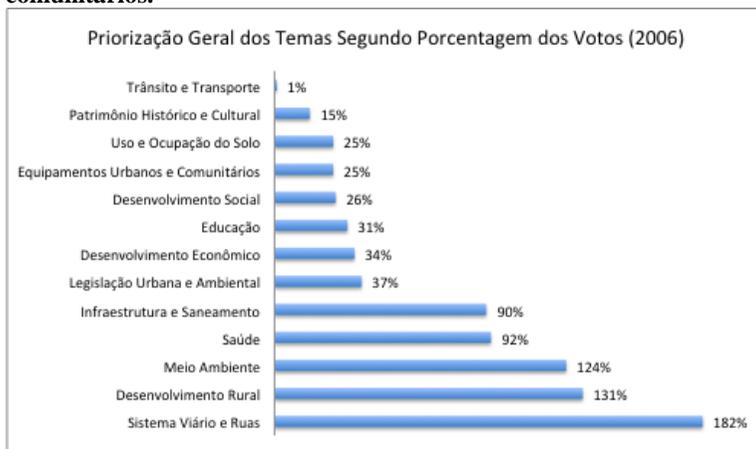
Apesar do município ainda não contar com um plano diretor, em 2006 teve início o processo de elaboração. Neste processo os habitantes colocaram em ordem os temas que consideravam mais importantes para serem priorizados, como pode ser visto na Figura 1. Ressalta-se que a ocorrência de valores maiores que 100%, são devidos à somatória de resultados de eventos diferentes (CNPQ, 2006).

Dentre os treze temas abordados, o meio ambiente aparece em terceiro lugar; enquanto infraestrutura e saneamento aparece em quinto; e uso e ocupação do solo em décimo primeiro. Esses dados podem estar ligados à priorização do saneamento ambiental, em detrimento da drenagem urbana, que está muito mais ligada ao uso e ocupação do solo.

A partir da análise dos temas e suas inter-relações foram criados os objetivos gerais para o desenvolvimento municipal. Dentre os quatro objetivos elencados, cabe ressaltar aqui: promover a conservação e recuperação do meio-ambiente, preservando os recursos hídricos e a cobertura vegetal; assim como promovendo a educação e a conscientização ambiental, através do ordenamento do uso e ocupação

do solo e, principalmente, da implementação de infra-estrutura de saneamento básico (CNPQ, 2006).

Figura 1: Priorização geral dos temas segundo o somatório das porcentagens de votos atribuídos aos temas em cada um dos eventos comunitários.



Fonte: Adaptado de CNPQ, 2006.

Dentre os temas estratégicos a serem priorizados, destaca-se a estratégia de qualificação ambiental, onde são abordados temas como preservar o meio ambiente, evitar a poluição gerada pelos resíduos provenientes das atividades exercidas no município, manter afastamento das nascentes e proteger as encostas e matas ciliares. Sobre o uso e ocupação do solo, as ações estabelecidas são (CNPQ, 2006):

- Criar área industrial;
- Criar loteamento popular pela prefeitura;
- Aumentar área de permeabilidade do solo.

Com o objetivo de indicar as áreas mais suscetíveis a processos de deslizamento, enchentes e inundações foi firmada, em 2006, uma parceria entre o Serviço Geológico do Brasil e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) para a criação de uma nova política de proteção e defesa civil. A medida é feita por meio do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres Naturais e conta com recursos do Plano de Aceleração do Crescimento (PAC). A prefeitura afirma que o instrumento pode propiciar a administração municipal, o planejamento

adequado da expansão urbana, evitando o aumento das áreas de risco no município.

Em Alfredo Wagner ainda se tem uma situação de gestão de saneamento e especificamente da drenagem urbana atrasada em relação aos outros municípios abordados. Esse fato é preocupante por ser uma região com relevo desfavorável para o escoamento ideal das águas pluviais e, também, devido ao alto índice de escoamento de resíduos agrícolas nos leitos dos rios.

2.2.2.3 Nova Trento

Nova Trento é a maior cidade em termos populacionais abordada neste projeto, contando com uma população de 12.179 habitantes, dos quais 25% (3.058) residem na área rural e 9.121 (75%) são habitantes da área urbana.

O município conta com um Plano Diretor (Lei Complementar nº 266/2009), em que se pode observar alguns fatores quanto ao saneamento e drenagem urbana. O zoneamento do Município de Nova Trento se estrutura a partir da subdivisão e organização de seu território nas seguintes macrozonas:

- I. Macrozona Rural do Aguti;
- II. Macrozona Rural do Pitanga;
- III. Macrozona Rural do Entorno da Sede;
- IV. Macrozona Urbana da Claraíba;
- V. Macrozona Urbana do Aguti;
- VI. Macrozona Urbana de Nova Trento;
- VII. Macrozona de Preservação Ambiental da Serra do Tijucas;
- VIII. Zona de Preservação Permanente do Morro Pelado;
- IX. Zona de Preservação Ambiental dos Morros da Onça e da Cruz.

A Macrozona Urbana de Nova Trento é a zona central, que concentra maior parte da população e onde há um crescimento de atividades comerciais e de serviços. Ela ainda pode ser subdividida nas seguintes zonas:

- I. Zona Urbana Central (ZUC);
- II. Zona Urbana de Consolidação (ZUCON);
- III. Zona de Ocupação Restrita (ZOR);
- IV. Zona Industrial (ZI);

- V. Zona da Via Perimetral Norte (ZVP);
- VI. Zona da Via Perimetral Sul (ZVP);
- VII. Zona de Qualificação Urbanística – Tipo I (ZQU-I);
- VIII. Zona de Qualificação Urbanística – Tipo II (ZQU-II);
- IX. Zona de Especial Interesse Cultural (ZEIC) – Vígolo.

No que diz respeito ao uso do solo, ele pode ser classificado, de acordo com sua ocupação como: residencial; não-residencial e misto. Alguns parâmetros urbanísticos foram definidos como reguladores de sua ocupação, sendo eles:

- I. Coeficientes de aproveitamento mínimo, básico e máximo;
- II. Taxa de ocupação máxima;
- III. Taxa de permeabilidade;
- IV. Afastamentos;
- V. Número máximo de pavimentos;
- VI. Tamanho mínimo do lote;
- VII. Testada mínima do lote.

Na Tabela 8 são encontrados os parâmetros de maior relevância da Macrozona Urbana de Nova Trento, classificadas de acordo com suas zonas.

Tabela 8: Parâmetros Urbanísticos para a Ocupação do Solo de Nova Trento

Zona/Área Especial	Uso	Taxa de Ocupação Máxima (%)	Taxa de permeabilidade mínima (%)	Tamanho mínimo lote (m)
Zona Urbana Central	Residencial	85	10	360
	Não residencial			
	Misto			
Zona Urbana de Consolidação	Residencial	85	15	360
	Não residencial			
	Misto			
Zona de Ocupação Restrita	Residencial	60	10	450
	Não residencial			
	Misto			

Zona/Área Especial	Uso	Taxa de Ocupação Máxima (%)	Taxa de permeabilidade mínima (%)	Tamanho mínimo lote (m)
Zona da Via Perimetral	Residencial	50	30	900
	Não residencial			
	Misto			
Zona da Via Perimetral Sul	Residencial	50	30	360
	Não residencial			
	Misto			
Zona de Especial Interesse Cultural - Vígolo	Residencial	50	30	360
	Não residencial			
	Misto			
Zona industrial	Não residencial	60	30	600
Zona de Qualificação Urbanística - Tipo I	Residencial	60	10	360
	Não residencial			
	Misto			
Zona de Qualificação Urbanística - Tipo II	Residencial	60	20	360
	Não residencial			
	Misto			

Fonte: Adaptado de Brasil (2009).

O Plano Diretor estabelece alguns programas específicos de estratégia de proteção e qualificação ambiental, dentre eles destaca-se o Programa de Saneamento Ambiental Integrado, que visa níveis crescentes de salubridade, por meio do abastecimento de água potável, da coleta e tratamento do esgotamento sanitário, do manejo dos resíduos sólidos e da drenagem e reuso das águas pluviais, promovendo a sustentabilidade ambiental do uso e da ocupação do solo.

Dentre os temas abordados na Lei Complementar nº 266/2009, a drenagem urbana é mais evidenciada quando se trata do sistema viário. Esse fato vai ao encontro dos gastos públicos que são realizados pela

prefeitura para manutenção da drenagem, que em sua grande maioria estão ligados com obras de pavimentação. Um dos programas específicos de estratégia de melhoria do sistema viário estabelece um prazo máximo de trinta e seis meses a contar da publicação da Lei, para melhorar as condições das vias municipais através do alargamento das vias, pavimentação com material adequado, controle da vegetação existente ao longo das vias e implantação de sistema de drenagem adequado. Nesse contexto, a Lei também estipula um prazo de vinte e quatro meses para se iniciar projetos que visem promover estudos técnicos para definir alternativas de pavimentação não impermeabilizante e de drenagem que favoreçam a infiltração das águas pluviais, evitando seu acúmulo nas vias.

Mesmo com o Plano Diretor implantado, Nova Trento não é diferente dos outros municípios abordados quanto aos problemas e desastres que ocorrem devido à falta de gestão de águas pluviais. A prefeitura afirma, em seu site oficial, que, em 2014, a Defesa Civil municipal atuou na identificação e monitoramento de áreas de risco, constatando 31 pontos de alto risco, todos situados em áreas urbanas. São mais de 1,4 mil pessoas residindo em áreas sujeitas à inundações e escorregamentos de encostas. Nesse sentido, algumas obras reparadoras foram realizadas no município, como a recuperação de encostas e pontes destruídas em enchentes. Vale ressaltar que os gastos que são despendidos em caráter de urgência para o reparo de estruturas essenciais para o município poderiam e deveriam ser melhor aplicados em obras preventivas.

2.3 TAXAS DE DRENAGEM

Tendo em vista todos os problemas já levantados no que concerne a gestão da drenagem urbana, a instituição de uma taxa de drenagem é frequentemente abordada no meio acadêmico como uma solução para melhorar os serviços ligados ao manejo de águas pluviais (LEGLER e MENDES, 2013). Nascimento *et al.* (2006) afirmam que apesar de a adoção da taxa de drenagem apresentar algumas dificuldades políticas, de opinião pública e maior complexidade de implantação do que a usual cobrança via o imposto predial e territorial urbano, apresenta ganhos de transparência, equidade e racionalidade econômica. Com a implantação da taxa, a cobrança é associada ao consumo, possibilitando ao usuário perceber o valor e os custos existente no serviço de drenagem urbana e,

possivelmente, racionalizar sua demanda. Nascimento *et al.* (2006) explicam que a taxa de drenagem não implica necessariamente em um aumento do nível geral de tributos, pois podem representar tanto acréscimos como decréscimos no imposto conforme se impermeabilize mais ou menos os terrenos.

Lengler e Mendes (2013) explicam que, diferentemente do imposto, a taxa tem seu fato gerador relacionado com uma atividade estatal específica, decorre do poder de polícia ou da utilização efetiva ou potencial de um bem ou serviço oferecido pelo Estado, de forma divisível e específica. Lisboa *et al.* (2014) ressaltam, porém, que o planejamento financeiro a partir da cobrança de uma taxa de drenagem baseada na impermeabilização da bacia pode originar diversos impactos se mal planejada, vindo a confrontar os princípios de sustentabilidade da drenagem urbana. Essa afirmação se explica pelo fato de que quanto mais impermeabilizada está a bacia, mais renda ela gerará pela utilização da taxa, ou seja as sub-bacias com maior potencial de autonomia financeira são as que se encontram com grau de urbanização saturado (LISBOA *et al.*, 2014).

Ainda assim, a implantação da taxa de drenagem como forma de se cobrir os custos gerados pelo sistema de drenagem urbana é defendida por diversos autores. Na sequência aborda-se a cobrança pelos serviços de drenagem urbana em nível mundial e nacional. No Brasil, existem hoje quatro taxas propostas: a de Tucci (2002), Cançado *et al.* (2005), Gomes e Nascimento (2008) e Tasca (2016).

2.3.1 Nível Mundial

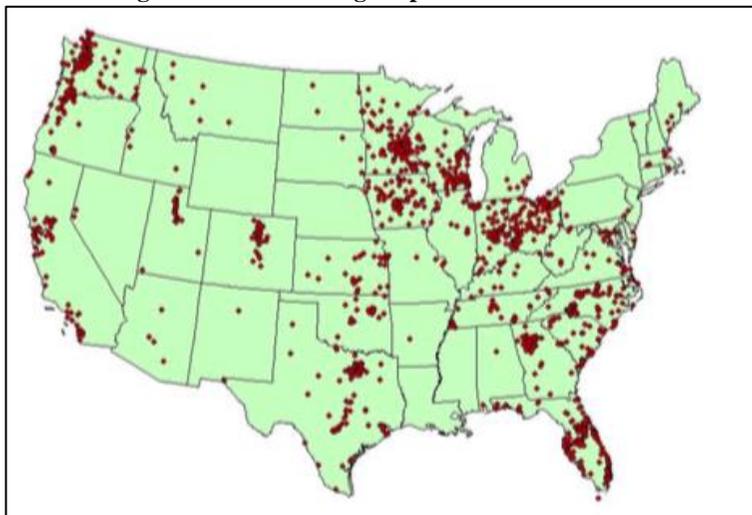
Vários países considerados desenvolvidos possuem uma taxa de drenagem urbana implantada como forma de gestão da drenagem, tais como os Estados Unidos (EUA), Canadá, Polônia, Dinamarca, Suíça e Suécia. Dentre estes, destaca-se os EUA e o Canadá, cujas principais características destas taxas são apresentadas na sequência.

2.3.1.1 EUA

Nos EUA a taxa de drenagem urbana é comumente aplicada por meio de uma *storm water utility*. As *utilities* são empresas privadas que realizam um serviço público e constituem um mecanismo de financiamento sustentável dedicado 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 (TASCA, 2016). Campbell (2013) afirma que no país foram identificadas mais de 1.800 *utilities*, localizadas em 39 estados e no Distrito de Columbia. A Figura 2 mostra as *utilities* localizadas nos EUA.

Figura 2: *Utilities* de águas pluviais existentes nos EUA



Fonte: Campbell (2013)

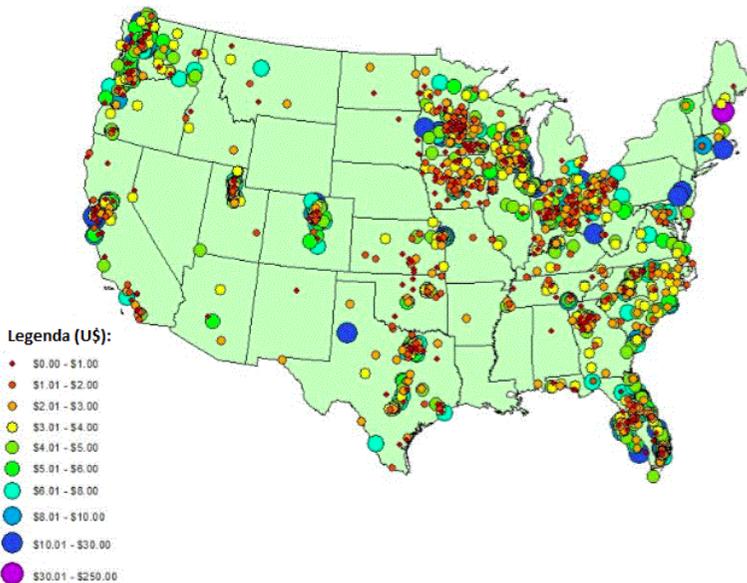
A taxa pelos serviços de águas pluviais pode variar consideravelmente de uma comunidade para outra, existindo duas principais maneiras de se estruturar uma tarifa de águas pluviais. Uma delas é a taxa baseada em parcelas (*parcel-based fee*), calculada de acordo com a contribuição de escoamento de um lote para o sistema de drenagem e a outra é a taxa fixa (*flat-fee*), uma taxa única cobrada de todos os proprietários de lotes residenciais (SHARPLES, 2007).

A tarifa baseada na parcela de escoamento de um lote cobra dos usuários por sua contribuição ao sistema de drenagem, sendo diretamente proporcional ao benefício recebido. Sob essa estrutura tarifária, a área de superfície mais impermeável de um indivíduo é também diretamente proporcional ao valor cobrado pelo serviço. Nesse tipo de cobrança, uma análise mais aprofundada pode ser feita, baseando o cálculo da taxa em tipo de solo, quantidade de terras sem uso e tipo de vegetação (SHARPLES, 2007). Em contrapartida, uma taxa fixa não é

baseada nas características específicas de um local, sendo implantada a mesma taxa para qualquer tipo de usuário do sistema. Sharples (2007) ressalta que taxas fixas são usadas em todo os EUA, mas que há um movimento em direção a um sistema baseado na tarifa parcelada.

Campbell (2013), ao analisar 1.417 *utilities*, concluiu que a taxa média mensal de drenagem urbana para uma residência unifamiliar é de U\$ 4,57 (R\$ 14,57), tendo um desvio padrão de U\$ 7,44 (R\$23,71). As taxas tiveram uma variação entre zero e U\$ 250,00 (R\$ 796,85) por mês. A autora ressalta que algumas *utilities* tiveram um aumento de preço ao longo do tempo, refletindo em um maior repasse ao consumidor, mas que em várias cidades essa taxa vem reduzindo. A figura seguinte apresenta a distribuição espacial das taxas mensais.

Figura 3: Distribuição espacial dos valores de taxas mensais de drenagem (R\$)



Fonte: Campbell (2013).

O método mais utilizado de financiamento é o sistema de ERU (*Equivalent Residential Unit*). Uma ERU é geralmente calculada pela média da área impermeável de propriedades residenciais e utilizada

como uma unidade padrão para determinar a taxa de drenagem para essas propriedades. Em alguns locais, a quantificação da ERU pode variar, pois considera a área impermeável de cada região de abrangência da *utility*. As taxas para imóveis não residenciais também são proporcionais à parcela de solo impermeável no terreno e cada *utility* opta por considerar as demais classes de ocupação para a composição de sua ERU (CAMPBELL, 2013).

O valor de ERU também varia para cada *utility* no modo como pode ser cobrado. Alguns locais calculam ERUs diferentes pelo tipo de uso da área, como comercial, industrial e residencial, enquanto outros consideram estacionamentos, apartamentos e duplex (TASCA, 2016). Campbell (2010) ressalta a importância de se ter uma ERU precisa, pois se há muito erro na contabilização, significa que alguém está pagando uma quantidade desproporcional ao seu lote impermeável, o que pode gerar problemas judiciais. Tasca (2016) ressalta que, diferentemente do que é permitido no Brasil, a taxa cobrada nos EUA pode cobrir custos de investimentos, manutenção e gestão.

Outro método de financiamento utilizado em menor escala no país é o REF (*Residential Equivalent Factor*). Nas comunidades onde esse tipo de cálculo é utilizado há um esforço para se considerar a quantidade de escoamento de acordo com os diferentes usos do solo. A REF normalmente corresponde ao escoamento médio de parcelas residenciais de um determinado tamanho para uma tempestade específica (CAMPBELL, 2013). Campbell (2013) afirma que esse sistema de cobrança pode ser manipulado para beneficiamento de alguns grupos em detrimento de outros, e resume que selecionar qualquer quantidade de chuva é completamente arbitrário no estabelecimento da taxa. A influência política sempre entra na seleção de uma quantidade de chuva padrão, resultando em uma exposição legal para o usuário. A autora defende o uso do escoamento médio anual como forma de cálculo, por criar um nexos entre a quantidade de escoamento produzido e as taxas pagas. Na Tabela 9, são apresentadas algumas taxas existentes hoje nos EUA, calculadas com base na ERU.

Tabela 9: Taxas mensais existentes nos EUA, calculadas com base em ERUs

Comunidade	ERU	Taxa (R\$)	Data	População
Aurora	2500	25,45	2002	325.078
Carmel	4000	7,80	2012	1.041.274

Comunidade	ERU	Taxa (R\$)	Data	População
Clearwater	1830	30,91	1990	107.784
Edgewater	2027	24,95	2004	20.761
Naples	1934	37,46	1994	19.939
Oro Valley	5000	9,05	2007	41.011

Fonte: Adaptado de Campbell (2013).

2.3.1.2 Canadá

Até a década de 90, na maioria dos municípios canadenses, as receitas de águas pluviais eram normalmente geradas através de uma combinação de impostos sobre a propriedade, ou ainda através de taxas de desenvolvimento e sobretaxas sobre as contas de água (SCHAEFER *et al*, 1995). Dos anos 90 até a atualidade vem se discutindo a cobrança baseada no uso que o proprietário faz do sistema de drenagem, sendo que na maioria das vezes essa cobrança é baseada em medidas específicas de cada propriedade. Lindsey (1990) afirma que a atratividade desse tipo de cobrança é que ela pode gerar um fluxo de receitas previsível e sustentável, podendo funcionar como um incentivo para adoção de melhores práticas de gestão em um local, e ainda ser uma alternativa justa e equitativa para outros mecanismos de financiamento.

Tasca (2016) explica que, de maneira geral, existem dois tipos de taxas identificadas no país: a taxa fixa (*flat fee*), que distribui os custos totais da gestão das águas pluviais por uso do solo ou zoneamento; e a taxa variável (*parcel based-fee*), que considera as áreas impermeáveis de cada propriedade. Tasca (2016) reforça que o primeiro método generaliza os usuários, cobrando igualmente os grandes e pequenos contribuintes ao escoamento superficial, enquanto o segundo acarreta em uma oneração dos maiores usuários.

Até dezembro de 2012, existiam dezessete municípios no Canadá que haviam uma taxa de drenagem implantadas (AECOM, 2013), porém, segundo Tasca (2016) esse número vem crescendo. Dentre os quinze municípios que a AECOM (2013) pesquisou as taxas residenciais, foi encontrada uma variação de R\$ 4,67 a R\$27,22 ao mês, com uma média de R\$17,46. Já as taxas para lotes comerciais ou industriais variam entre R\$33,11 e R\$236,22 por hectare.

2.3.2 Nível Nacional

2.3.2.1 Taxa de drenagem proposta por Tucci (2002)

A taxa proposta por Tucci (2002) tem como base dois principais aspectos: o rateio dos custos indiretos (custos de operação e manutenção dos sistemas de drenagem) e o custos diretos (ônus de obras para execução de um plano de drenagem). O método de cálculo dos dois aspectos pode ser observado a seguir.

- a) Rateio dos custos de operação e manutenção do sistema de drenagem

Calcula-se o custo unitário das áreas impermeáveis (Cui) através da fórmula (1). O autor alega que o princípio da taxa de operação e manutenção é o da proporcionalidade com o volume de escoamento superficial. Desta forma o volume gerado pelas áreas impermeáveis é considerado 6,33 vezes superior ao das áreas permeáveis, tendo em vista que as áreas impermeáveis possuem um coeficiente de escoamento de 0,95, enquanto o das áreas permeáveis é de 0,15. A metodologia também considera que as áreas ocupadas são distribuídas como sendo 25% áreas públicas (15% impermeáveis e 10% permeáveis) e 75% de áreas privadas, podendo ser alterados esses parâmetros.

Tendo o valor fixado de Cui para a bacia ou área total, os encargos para cada lote são individualizados de acordo com o volume de escoamento gerado em cada superfície, conforme equação (2).

$$Cui = \frac{100.Ct}{[Ab.(15,8+0,842.Ai)]} \quad (1)$$

$$Tx = \frac{A.Cui}{100} . (28,43 + 0,632.il) \quad (2)$$

Onde:

Cui = custo unitário das áreas impermeáveis (R\$/m²)

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

Ab = área da bacia (km²);

Ai = parcela da bacia impermeável (%);

Tx = taxa anual a ser cobrada pelo imóvel (R\$);

A = área do imóvel (m²);

il = percentual de área impermeabilizado do lote (%).

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

Neste caso, o rateio de custos é distribuído apenas para as áreas impermeabilizadas, que aumentaram a vazão acima das condições naturais. O custo para cada área de lote urbanizado é obtido pela expressão (3), enquanto para um lote sem área impermeável, a contribuição tarifária do proprietário se refere a parcela comum das ruas e pode ser calculada pela equação (4).

$$Txp = \frac{A.Ctp.(15+0,75i1)}{Ab.Ai} \quad (3)$$

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

Onde:

Txp = Custo para cada área de lote urbanizado;

Txp' = Custo para cada área sem impermeabilização;

A = Área do terreno (m);

Ctp = Custo total de implementação do Plano (R\$ milhões);

i1 = Área impermeável do lote (%);

Ai = Área impermeável de toda a bacia (%);

Ab= Área da bacia (km).

2.3.2.2 Taxa de drenagem proposta por Cançado *et al.* (2005)

Cançado *et al.* (2005) alegam que taxa de drenagem possibilita uma distribuição socialmente mais justa dos custos, onerando mais os usuários que utilizam mais o sistema. Os autores apontam as principais alternativas para a definição de uma taxa de drenagem, dentre elas:

- Preço igual ao custo marginal social;
- Preço igual ao benefício marginal;
- Regra Ramsey ou regra de preços públicos;
- Preço igual ao custo médio;
- Preço igual ao custo marginal de longo prazo;
- Preço igual ao custo médio de longo prazo.

Dentre as alternativas levantadas, os autores analisam que uma cobrança pelos serviços que defina o preço igual ao custo marginal não é viável financeiramente na drenagem urbana. Na cobrança por meio do benefício marginal há problemas para avaliar os verdadeiros benefícios do usuário, pois este tende a omiti-los. A regra de Ramsey apresenta dificuldade, pois requer informações sobre as demandas individuais, o que praticamente não existe na drenagem. A definição de preços em análises de longo prazo não foram considerados pelos autores. Portanto, define-se uma taxa equivalente ao custo médio de produção, priorizando o financiamento do sistema. Desta forma, a cobrança ocorre via custo médio de implantação (micro e macrodrenagem) e manutenção (limpeza de bocas-de-lobo e redes de ligação, vistorias no canal e recuperação de patologias estruturais). A soma destes dois componentes do custo representa o custo total de prestação dos serviços. A taxa é calculada da seguinte forma:

$$Cme = \frac{CT}{ai\ vias + \sum aij} \quad (5)$$

$$Tx = Cme . aij \quad (6)$$

Onde:

Cme = Custo médio do sistema por m² de área impermeável;

CT= Soma custos médios de implantação (micro e macrodrenagem) e manutenção dos serviços (limpeza de bocas-de-lobo e redes de ligação, vistorias no canal e recuperação de patologias estruturais);

aivias = Área impermeabilizada das vias;

aij = Área impermeabilizada do imóvel j;

Aivias + $\sum aij$ = Parcela do solo impermeabilizada na área coberta pelo sistema de drenagem;

Tx = Taxa de drenagem, com custo rateado segundo as demandas individuais.

Os autores alegam que a área impermeável foi utilizada como base de cobrança por ser a principal justificativa para a implantação dos sistemas de drenagem urbana. Além disso, esse parâmetro é um conceito simples para que o usuário do sistema possa entender o método de cobrança e procure evitar a impermeabilização de seu lote. Para o

cálculo dessa taxa, os autores também consideram as técnicas compensatórias utilizadas, que podem acarretar a um desconto na taxa, como caixas de detenção para redução de vazão de saída.

2.3.2.3 Taxa de drenagem proposta por Gomes e Nascimento (2008)

A metodologia de Gomes e Nascimento (2008) estipula uma taxa de drenagem para a manutenção do sistema (T_{man}) e uma outra taxa para a amortização dos investimentos (T_{inv}), sendo que a taxa total (T_x) é dada pela soma das duas parcelas, conforme equação (7).

$$T_x = T_{man} + T_{inv} \quad (7)$$

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

A parcela destinada a cobrir os custos de manutenção pode ser calculada conforme equação (8):

$$T_{man} = T_{manp} + T_{mani} + T_{mansvp} + T_{mansvi} \quad (8)$$

Onde:

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

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

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

T_{manSVP} = Taxa de manutenção associado à áreas permeáveis do sistema viário (R\$/m);

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

Essa parcela apresenta ponderação do custo de manutenção pelas áreas permeável e impermeável do lote e da cidade ou loteamento. Desta forma, a fórmula pode ser reescrita conforme equação (9):

$$T_{man} = \frac{C_{manp}}{Al} \cdot Sl \cdot (1 - Ti) + \frac{C_{mani}}{Al} \cdot Sl \cdot Ti + \frac{C_{manp}}{Al} \cdot \frac{Asvp}{Ab} \cdot Sl + \frac{C_{mani}}{Al} \cdot \frac{Asvi}{Ab} \cdot Sl \quad (9)$$

Onde:

C_{manp} = Custo de manutenção associado a áreas permeáveis (R\$);
 A_l = Área total de lotes urbanizados ou não, em m^2 ;
 S_l = Área de cada lote, urbanizado ou não, em m^2 ;
 T_i = Índice de impermeabilização dos lotes, em %;
 C_{mani} = Custo de manutenção associado a áreas impermeáveis, em R\$;
 A_{svp} = Áreas públicas (praças) e do sistema viário permeáveis, em m^2 ;
 A_b = Área total da bacia, em m^2 ;
 A_{svi} = Áreas públicas (praças) e do sistema viário impermeáveis, em m^2 .

Desta maneira, a taxa de drenagem relativa à manutenção dos sistemas apresenta uma parcela comum a todos os lotes, edificados ou não, e uma parcela variável em função do nível de impermeabilização do lote ($\frac{C_{mani}}{A_l} \cdot S_l \cdot T_i$). Para o custo das áreas permeáveis e impermeáveis, foi considerado o mesmo que Tucci (2002), que uma propriedade totalmente impermeabilizada gera 6,33 vezes mais escoamento de água do que uma propriedade impermeabilizada.

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

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

$$T_{inv} = T_{invp} + T_{invi} + T_{invsvp} + T_{invsvi} \quad (10)$$

Onde:

T_{inv} = Taxas de drenagem para cobrir a amortização do sistema (R\$);
 T_{invp} = Taxa de amortização associada à área permeável (R\$/m);
 T_{invi} = Taxa de amortização associada a edificações impermeáveis (R\$/ m^2);
 T_{invsvp} = Taxa de amortização associada a áreas permeáveis do sistema viário (R\$/m);
 T_{invsvi} = Taxa de amortização associada a áreas impermeáveis do sistema viário (R\$/m).

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

$$T_{inv} = \frac{I_p}{A_l} \cdot S_l \cdot (1 - T_i) + \frac{I_i}{A_l} \cdot S_l \cdot T_i + \frac{I_p}{A_l} \cdot \frac{A_{svp}}{A_b} \cdot S_l + \frac{I_i}{A_l} \cdot \frac{A_{svi}}{A_b} \cdot x S_l \quad (11)$$

Onde:

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

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

Da mesma forma que a taxa de drenagem para cobrir os custos com a manutenção dos sistemas, a taxa de drenagem estabelecida para amortizar os investimentos nos sistemas também se compõe de uma parcela comum a todos os lotes, edificados ou não, e uma parcela variável em função do nível de impermeabilização de cada lote ($\frac{I_i}{A_i} \cdot S_i \cdot T_i$).

A metodologia apresentada pelos autores, também traz uma alternativa que tem como objetivo apresentar uma opção para que a cobrança da taxa de drenagem nas edificações implantadas em lotes de comunidades de baixa renda corresponda, juntamente com a cobrança dos serviços de água, esgoto, drenagem e IPTU, no máximo a 5% da renda média familiar de seus ocupantes.

$$Fr = \frac{Vmáx}{Tx} \quad (12)$$

Onde:

Fr = Fator redutor;

$Vmáx$ = Valor máximo anual do rendimento familiar para comprometimento com o pagamento da taxa de drenagem;

Tx = Taxa anual de drenagem.

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

2.3.2.4 Taxa de drenagem proposta por Tasca (2016)

A taxa de drenagem proposta por Tasca (2016) tem como base parcelas de áreas impermeáveis, intitulada de URAPE (Unidade Residencial de Águas Pluviais Equivalente). A autora utiliza um método análogo à ERU, que utiliza a média da área impermeável das propriedades residenciais como uma unidade padrão para determinar a

taxa de águas pluviais. A URAPE pode ser definida conforme equação (13):

$$URAPE = \frac{\sum A_{il}}{n} \quad (13)$$

Onde:

$\sum A_{il}$ = 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.

$$\text{Taxa anual por URAPE} = \frac{\text{Custo de operação e manutenção}}{\text{Total de URAPEs}} \quad (14)$$

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:

$$\text{Número de URAPEs} = \frac{A_{il}}{1 \text{ URAPE}} \quad (15)$$

Tasca (2016) ressalta que a URAPE unifica as classes da cobrança, considerando apenas a classe residencial, diferindo-a da ERU. A autora ressalta que essa simplificação pode ser realizada para pequenos municípios e que é fator essencial, pois a qualificação profissional e capacidade técnica dos servidores, além da existência de cadastros técnicos atualizados de uso e ocupação do solo, são limitadas. A autora também considerou que a taxa deva cobrir apenas os custos indiretos (manutenção e operação) da gestão da drenagem, priorizando o financiamento do sistema, alegando que os custos relacionados à implantação de obras de Plano de Drenagem (diretos) não caracterizam uma taxa de drenagem, mas contribuições de melhoria. Ainda, tendo em 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. A autora defende que cabe ao setor público arcar com o custo da impermeabilização das vias, bem como das áreas públicas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A simulação da taxa de drenagem foi realizada na área urbana de três municípios de pequeno porte (até 20 mil habitantes) do Estado de Santa Catarina. O número de habitantes considerado para a classificação do porte do município pode variar, não há uma padronização exata. Assim, para este estudo os municípios de pequeno porte foram considerados aqueles até de 20 mil habitantes, pois este valor representar 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 delimitação urbana utilizada para a aplicação da taxa nos municípios da área de estudo é a mesma que o IBGE utiliza nas pesquisas de censo populacional. A escolha dos municípios justifica-se pelas dificuldades no setor já apontadas em tópicos anteriores, como na ausência de gestão da drenagem urbana, na dependência de aportes financeiros e pela falta de estrutura no setor. Para garantir os resultados da simulação foram escolhidos municípios de três estratos populacionais diferentes:

- Anitápolis (0 – 5 mil habitantes);
- Alfredo Wagner (5 – 10 mil habitantes);
- Nova Trento (10 – 20 mil habitantes).

Além disso, uma taxa de drenagem é uma maneira de garantir que os recursos necessários para a gestão da drenagem urbana sejam captados e sua aplicação é bastante facilitada quando os municípios são ainda pequenos.

3.1.1 Anitápolis

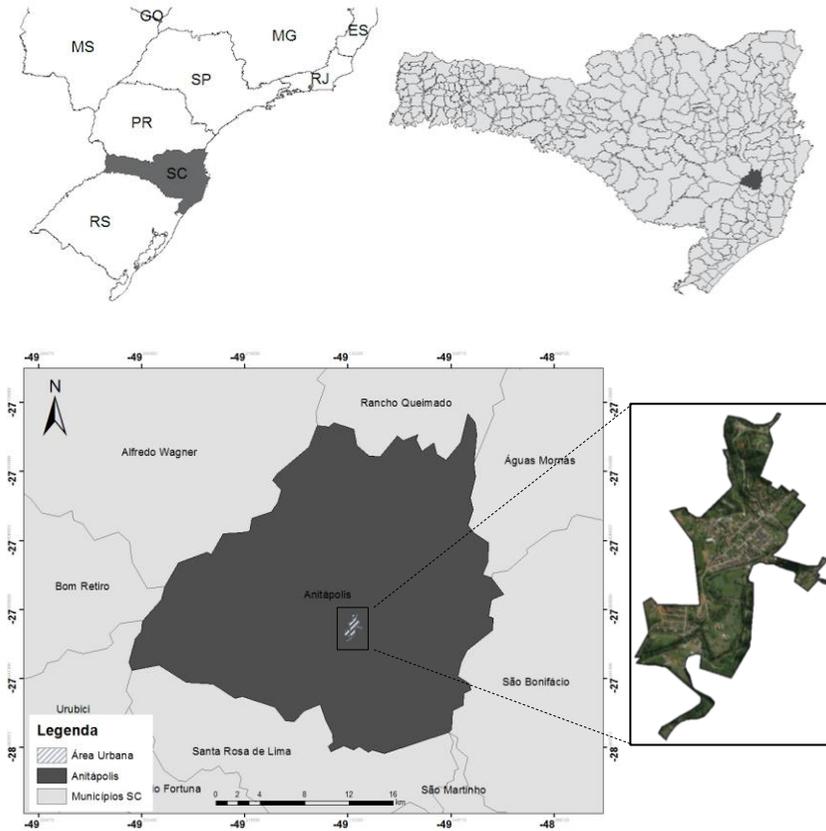
Anitápolis é uma pequena cidade da grande Florianópolis, localizada na porção cento-leste do Estado de Santa Catarina, a 85 km da capital (Figura 4).

O município possui 542.120 km² e, como já comentado, sua população em 2010 era de 3.214 habitantes, sendo 41% residente da

zona urbana. A população estimada para 2016, segundo o IBGE, é de 3.251 habitantes, apontando um pequeno crescimento de 1,15% em 6 anos.

A base econômica do município é a agropecuária, a maioria da população trabalha no campo e utiliza a pecuária como subsistência (IBGE, 2010). A região é conhecida por ter rica vegetação de Mata Atlântica, tendo potencial para turismo rural e ecológico. O PIB do município é de aproximadamente 55 mil reais (IBGE, 2010).

Figura 4: Localização de Anitápolis, com destaque à área urbana



3.1.2 Alfredo Wagner

Alfredo Wagner também está localizada no centro-leste do Estado de Santa Catarina, numa faixa de transição entre Litoral e Planalto, fazendo divisa com o município de Anitápolis. Segundo IBGE (2010), o município tem uma área territorial de 732.768 km² e localiza-se a 110 km da capital, Florianópolis. A cidade contava com uma população de 9.410 habitantes em 2010 (IBGE, 2010), sendo 32% moradores da zona urbana. Para 2016, a população estimada é de 9.905 habitantes, apontando um crescimento de 5,26% em 6 anos.

Figura 5: Localização de Alfredo Wagner



Fonte: Próprio autor (2016)

O relevo da cidade é bastante acidentado, sendo que a sede urbana está localizada em um fundo de vale, onde confluem três rios que dão origem ao rio Itajaí do Sul (Almeida *et al.*, 2001). Devido a essa configuração somado ao fator de ocupação irregular, o município tem muitos problemas relacionados à drenagem urbana, como inundações e deslizamentos. A ocupação do território é caracterizada por ocorrer em pequenos núcleos afastados, justamente pelo relevo e hidrografia na área urbana que dificultam a densificação.

O solo tem características de ser de transição, raso e medianamente profundo, cascalhento, pouco fértil e ácido, desenvolvido por rochas de xistos, argilitos, siltitos e arenitos (SANTA CATARINA, 1997, *apud* MENDONÇA, 2005). Mendonça (2005) afirma que estas características resultam num armazenamento insuficiente da água, tornando-se um obstáculo para o desenvolvimento da agricultura, ainda assim a base econômica do município é a agricultura, principalmente o plantio de cebola.

3.1.3 Nova Trento

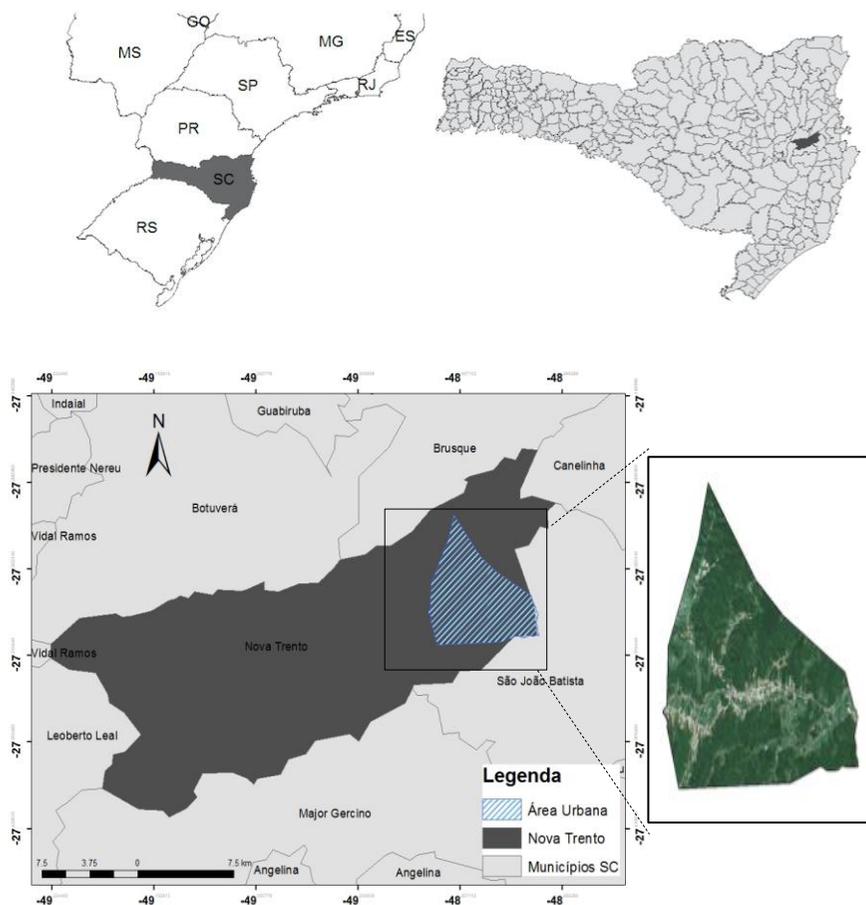
Nova Trento é o maior município em população dentre as três áreas de estudo, com 12.190 habitantes em 2010 (IBGE, 2010) e uma população estimada de 13.861 habitantes para 2016, apontando um crescimento de 13,7% em 6 anos. Dentre os habitantes, a grande maioria (75%) é moradora da área urbana, ao contrário das outras duas áreas de estudo.

O município possui uma área territorial de 402.891 km² e localiza-se na Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas, na região central do estado de Santa Catarina. O Médio Vale do Rio Tijucas, do qual Nova Trento faz parte, caracteriza-se por ser uma região de interior com predomínio da colonização italiana, onde se desenvolvem atividades industriais, agrícolas e turísticas, destacando-se o turismo religioso. Possui um território com relevo e hidrografia complexos, com vales estreitos e sinuosos em meio a serras, e com inúmeros rios, córregos, olhos d'água e linhas de drenagem (ZANLUCA e SUGAI, 2014).

Zanluca e Sugai (2014) explicam que o município é de pequeno porte, mas já possui áreas urbanizadas e em crescimento, as quais, além de serem atingidas por inundações, modificam os padrões de drenagem

do solo e causam interferências na vazão e na qualidade da água para a região seguinte da bacia hidrográfica. A ocupação urbana ocorreu ao longo do Rio do Braço, o qual é o principal rio que atravessa o município e vai desembocar no Rio Tijucas. No que concerne as taxas de ocupação e permeabilidade do solo percebe-se a permissão de altas taxas de ocupação e baixas porcentagens de áreas permeáveis.

Figura 6: Localização de Nova Trento



Fonte: Próprio autor (2016).

3.2 METODOLOGIA

Foram analisadas as taxas de drenagem nacionais que poderiam ser reaplicadas em virtude dos dados existentes para a área de estudo. As taxas proposta por Cançado (2005) e Tasca (2016) são em função da área impermeável enquanto as taxas propostas por Tucci (2002) e Gomes e Nascimento (2008) são em função da área do lote.

Nascimento *et al.* (2006) explicam que a utilização da área impermeável como base de taxaço está associada a algumas causas e objetivos, dentre eles a impermeabilização de superfícies decorrente da urbanização, que gera impactos consideráveis sobre o meio, diminuindo os volumes de infiltração e aumentando o volume de escoamento superficial à medida que a bacia hidrográfica é urbanizada. Um dos melhores indicadores para a estimativa do impacto da drenagem urbana é o total de área impermeável em uma propriedade, que indica a quantidade de escoamento da água da chuva gerada (FORGIARINI *et al.*, 2007 *apud* ROCKY MOUNT, 2007). Nascimento *et al.* (2006) defendem ainda a importância deste parâmetro afirmando que nos aspectos operacionais da cobrança pelo serviço de drenagem pluvial, o conceito de “área impermeabilizada” é de simples entendimento pelo usuário do sistema. Sendo assim, os autores acreditam que o usuário pode compreender a racionalidade da cobrança e, em função do valor estabelecido para a taxa, preocupar-se com a impermeabilização da sua propriedade. Dessa forma, o caráter incitativo da cobrança pode trazer significativos ganhos ambientais.

Assim, considerando que a área impermeabilizada é o parâmetro mais associado ao escoamento, as taxas de Cançado (2005) e Tasca (2016) foram escolhidas para serem aplicadas, já que utilizam o parâmetro de impermeabilização como base.

Como já comentado, a taxa de Cançado é calculada da seguinte forma:

$$Cme = \frac{CT}{ai \text{ vias} + \sum aij} \quad (5)$$

$$Tx = Cme . aij \quad (6)$$

Onde:

Cme = Custo médio do sistema por m² de área impermeável;

CT= Soma custos médios de implantação (micro e macrodrenagem) e manutenção dos serviços (limpeza de bocas-de-lobo e redes de ligação, vistorias no canal e recuperação de patologias estruturais);

aivias = Área impermeabilizada das vias;

a_{ij} = Área impermeabilizada do imóvel j;

Aivias + $\sum a_{ij}$ = Parcela do solo impermeabilizada na área coberta pelo sistema de drenagem;

Tx = Taxa de drenagem, com custo rateado segundo as demandas individuais.

Já a taxa de Tasca é calculada da seguinte maneira:

A URAPE (Unidade Residencial de Águas Pluviais Equivalentes) pode ser definida conforme equação (13):

$$URAPE = \frac{\sum A_{il}}{n} \quad (13)$$

Onde:

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

n = Quantidade de lotes na área urbana.

Os custos de operação e manutenção dos sistemas são rateados pelo total de URAPES, fornecendo uma taxa anual por URAPE.

$$Taxa\ anual\ por\ URAPE = \frac{Custo\ de\ operação\ e\ manutenção}{Total\ de\ URAPES} \quad (14)$$

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:

$$Número\ de\ URAPES = \frac{A_{il}}{1\ URAPE} \quad (15)$$

3.2.1 Áreas Impermeáveis

Para quantificação das áreas impermeáveis no perímetro urbano das áreas de estudo dos municípios de Anitápolis, Alfredo Wagner e

Nova Trento foram utilizadas imagens aéreas do Google Earth Pro. O Google Earth Pro é uma versão incrementada do Google Earth, que disponibiliza gratuitamente imagens em alta resolução.

As superfícies impermeáveis foram consideradas como sendo as vias, estradas, edificações, dentre outros. As vias não pavimentadas que puderam ser identificadas através da análise da imagem não foram consideradas, já que as taxas aplicadas utilizam apenas as áreas impermeáveis das vias. As áreas de calçamento nos lotes não foram consideradas, pois não foi possível obter os limites dos mesmos, assim a área impermeabilizada resume-se à área edificada dos imóveis e das vias asfaltadas.

Optou-se por fazer a classificação manualmente, onde as superfícies dos imóveis foram delimitados na imagem natural, com o objetivo de se obter uma quantificação o mais próxima da realidade possível. Foram desenhados polígonos em todas as edificações da área urbana dos municípios escolhidos, através do software Google Earth Pro, conforme figura seguinte.

Figura 7: Classificação manual de imagem da cidade de Alfredo Wagner (Fevereiro de 2016)



Fonte: Próprio autor (2016)

Após a obtenção de todas as áreas, os dados foram exportados para o software ArcGIS 10.1 (versão gratuita de testes), de onde foram extraídos os dados de área dos polígonos. O número de polígonos foi comparado com o número de residências na área urbana fornecido pelo IBGE (2010). Os resultados são apresentados na tabela seguinte.

Tabela 10: Comparação do número de polígonos desenhados com dados do IBGE (2010)

Município	Polígonos (Imagem aérea)	Domicílios Urbanos (IBGE, 2010)
Anitápolis	496	465
Alfredo Wagner	905	958
Nova Trento	3922	2898

Os valores obtidos para os municípios de Anitápolis e Alfredo Wagner foram próximos, sendo assim foram utilizadas as áreas

impermeáveis dos imóveis desenhadas na imagem aérea para a aplicação da taxa, considerando que cada lote possui um imóvel.

Já para Nova Trento, os valores obtidos por classificação de imagens e fornecido pelo IBGE foram muito distintos. É provável que essa diferença ocorra porque alguns lotes possuem mais de uma edificação, como galpão, garagens, ranchos, dentre outros. Este problema poderia ser solucionado se existisse o cadastro técnico dos lotes. Desta forma, como não existe o cadastro técnico, desconsiderou-se áreas menores que 90 m², pois verificou-se, visualmente, que não se tratavam de residências propriamente ditas. Apesar destas áreas também serem impermeáveis e integrarem parâmetros para cálculo da taxa de drenagem, foram desconsideradas com vistas a se aproximar do número de domicílios urbanos do IBGE (2010). Assim, os valores obtidos estão apresentados na Tabela 11:

Tabela 11: Valores ajustados de polígonos para cálculo das taxas

Município	Polígonos (Imagem aérea)	Domicílios urbanos (IBGE,2010)
Anitápolis	496	465
Alfredo Wagner	905	958
Nova Trento	2988	2898

A soma das áreas impermeabilizadas foi realizada exportando os dados para o software Excel 2015 e aplicando a fórmula de soma das unidades.

Para contabilização das áreas impermeáveis das vias, foram obtidas bases prontas do sistema de transporte no site da EPAGRI/CIRAM. Como o arquivo continha alguns erros e faltas de informação, a base de dados foi editada através do software ArcGis 10.1. Para o município de Nova Trento, foi necessário traçar manualmente as linhas correspondentes às vias urbanas, pois os dados obtidos continham muitos erros. Após o traçado em linha de todas as vias, foi aplicado um *buffer* de 5 m para obtenção da área impermeabilizada, a largura do *buffer* foi determinada de acordo com a largura média das vias, conforme figura seguinte.

Figura 8: Classificação da área impermeabilizada das vias do município de Nova Trento



Fonte: Próprio autor (2016).

Da mesma forma que para as edificações, os dados obtidos através do *buffer* foram extraídos para planilha Excel para se obter a soma das áreas impermeabilizadas. As vias foram classificadas entre pavimentadas e não pavimentadas e, para contabilização, foram excluídas as não pavimentadas.

Para aplicação da taxa de Tasca (2016) também é necessário o número total de lotes da área urbana; como esse dado é inexistente, a delimitação foi baseada no número de domicílios na área urbana, onde foi considerado que cada lote contém um domicílio.

3.2.2 Custos com o Sistema de Drenagem

Segundo Tucci (2002), na drenagem urbana os custos são devido a:

- Implementação das obras de macrodrenagem e outras medidas estruturais para controle dos impactos existentes na cidade (Custos diretos).
- Custos de operação do sistema de drenagem existente da rede pluvial, que envolve a limpeza, manutenção dos condutos e solução de problemas localizados (Custos indiretos). Este custo deve ser distribuído pelos usuários da rede de drenagem.

Para aplicação das taxas de drenagem foi necessária a compilação dos custos com a operação e manutenção do sistema de drenagem dos três municípios (custos indiretos). Os custos foram levantados de duas formas: a primeira através de solicitação por mensagem através do Portal Transparência e a segunda através de buscas no Portal de todos os gastos atrelados à drenagem em cada município. O Portal Transparência foi criado para garantir o direito do cidadão de monitorar a verba pública e foi trazido pela Lei de Responsabilidade Fiscal. Neste site devem ser disponibilizadas informações sobre a execução orçamentária e financeira da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

Os três municípios responderam à solicitação através de ofícios que relatam os valores gastos por ano com obras e manutenção da drenagem. Em todos os casos, porém, os dados não eram totalmente assertivos, pelo fato de os gastos com drenagem estarem atrelados às contas de obras e infraestrutura das cidades. As informações recebidas foram compiladas e são expostas na tabela seguinte.

Tabela 12: Custos com sistema de drenagem, obtidos através de ofícios de respostas das Prefeituras

Cidade	Ano		
	2013	2014	2015
Anitápolis	-	R\$191.000,00	R\$191.000,00
Alfredo Wagner	-	-	R\$846.000,00
Nova Trento	R\$942.764,80	R\$4.115.148,93	-

Fonte: Compilação de dados elaborada pelo próprio autor (2016).

Como pode ser observado, o município de Anitápolis repassou um valor médio de gasto anual, Alfredo Wagner passou apenas os valores despendidos em 2015 e Nova Trento enviou os valores totais gastos com obras em 2013 e 2014. Devido ao fato de essas informações estarem incompletas e difusas, optou-se por fazer uma busca nas despesas dos municípios por atividade realizada, valores encontrados no site de cada prefeitura, através do Portal Transparência. Foram considerados todos os valores relacionados à obras de drenagem como: pavimentação de vias urbanas, serviços de limpeza pública, construção de pontes e bueiros e recuperação de encostas.

Os custos de operação e manutenção foram estimados como 5% do total do investimento em drenagem, mesmo método utilizado por

Tasca (2016) e que foi levantado por Cruz (2004). Os valores compilados estão apresentados nas tabelas 13 e 14.

Tabela 13: Valores compilados de custo do sistema de drenagem por ano e município

Cidade	Ano		
	2013	2014	2015
Anitápolis	R\$548.418,15	R\$2.412.916,25	R\$1.972.308,68
Alfredo Wagner	R\$1.482.661,22	R\$5.118.472,22	R\$2.546.862,22
Nova Trento	R\$4.489.566,09	R\$11.148.090,63	R\$4.955.265,66

Fonte: Próprio autor, com dados compilados do Portal Transparência (2016).

Tabela 14: Valores compilados de custo total do sistema de drenagem por município

Cidade	Custo Total	Estimativa de custo de operação e manutenção (5% do custo total)
Anitápolis	R\$4.933.643,08	R\$246.682,15
Alfredo Wagner	R\$9.147.995,66	R\$457.399,78
Nova Trento	R\$20.592.922,38	R\$1.029.646,12

Fonte: Próprio autor, com dados compilados do Portal Transparência (2016)

O custo de operação e manutenção da drenagem urbana cresceu de acordo com o tamanho do município, ou seja Anitápolis tem o menor custo levantado (R\$246.682,15) e Nova Trento o maior (R\$1.029.646,12), Alfredo Wagner aparece com R\$457.399,78.

3.2.3 Impacto Socioeconômico

Lengler e Mendes (2013) alegam que o impacto sobre o orçamento familiar do eventual financiamento dos serviços de drenagem pluvial pelos usuários é uma questão relevante. Sendo assim, foi analisado o impacto que a cobrança da taxa traria para a população dos municípios, baseado no valor do rendimento médio mensal per capita dos domicílios particulares da área urbana, segundo o IBGE (2010).

Como referência de magnitude, foram utilizados os mesmos parâmetros que Nascimento *et al.* (2006) utilizaram em seus estudos, baseado na Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), elaborada pelo IBGE (1996). Neste estudo são apontadas as participações médias no rendimento médio familiar de alguns serviços como de 3,23% para

custos com aluguel de moradia; 0,73% para imposto predial; 1,37% para condomínio; 1,00% para água e esgoto; e 1,89% para energia elétrica. Nascimento *et al.* (2006) salientam que a comparação destes valores deve ser feita de maneira indicativa, pois apresenta limitações como o aumento das tarifas desde a data da pesquisa. Ainda assim, considerou-se, que em comparação ao impacto do custo de serviços de água e esgoto (1%), um impacto da drenagem até 1,2% seria aceitável.

As rendas médias mensais dos três municípios são apontadas na Tabela 15.

Tabela 15: Renda média mensal dos municípios

Município	Renda média mensal (R\$)
Anitápolis	1016,3
Alfredo Wagner	857,56
Nova Trento	927,91

Fonte: Compilado de IBGE (2010).

4 RESULTADOS

4.1 APLICAÇÃO DAS TAXAS

As taxas propostas foram aplicadas para os três municípios e, em todos os casos, os custos foram totalmente cobertos com a taxa proposta por Tasca (2016), já a taxa proposta por Caçado (2005) não foi suficiente para cobrir todos os custos levantados em nenhum dos casos. Isto se explica pelo fato de a taxa de Caçado (2005) considerar o custo total da drenagem pela área total impermeabilizada (R\$/m²), ou seja, áreas impermeáveis dos lotes e das vias, mas quando se aplica a taxa considera-se a área dos lotes. Já a taxa de Tasca (2016) considera somente a área impermeável dos imóveis, sendo possível cobrir todos os custos. A seguir serão apresentados os resultados encontrados para cada município.

4.1.1 Anitápolis

4.1.1.1 Taxa de Caçado (2005)

O município de Anitápolis traz como parâmetros para aplicação da taxa de Caçado (2005) os valores apresentados na Tabela 16.

Tabela 16: Parâmetros para aplicação da taxa de Caçado

Ct (R\$)	R\$246.682,15
ai vias (m ²)	60.114,43
∑aij (m ²)	82.374,56
Cme (R\$/m ²)	R\$1,73

O custo total (Ct) levantado do sistema de drenagem foi de R\$246.682,15. O somatório das áreas impermeabilizadas pelas vias (ai vias) é de 60.114,43 m². A área total impermeabilizada pelos imóveis (∑aij) é de 82.374,56 m². Com esses dados, calculou-se o custo médio do sistema por m² de área impermeável (Cme) conforme a equação, (5) chegando-se a um valor de R\$ 1,73 por m².

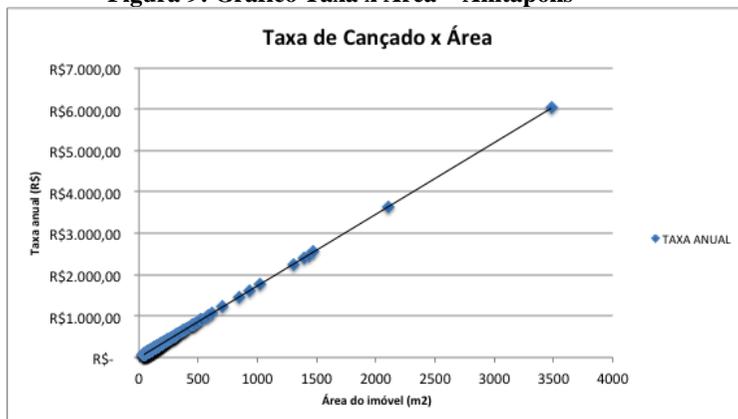
$$Cme = \frac{246.682,15}{60.114,43 + 82.374,56} = 1,73$$

A variação das taxas a serem cobradas foram calculadas conforme equação (6) e são apresentadas na Tabela 17.

Tabela 17: Variação da taxa calculada por imóvel

Área imóvel (m ²)	Variação da taxa anual (R\$)	Variação da taxa mensal (R\$)
40 - 60	71,55 - 103,30	5,96 - 8,61
60,01 - 70	103,93 - 121,05	8,66 - 10,09
70 ,01- 90	121,22 - 155,60	10,10 - 12,97
90,01 – 110	156,37 - 189,83	13,03 - 15,82
110,01 - 160	191,68 - 276,05	15,97 - 23,00
160,01 - 210	277,23 - 359,59	23,10 - 29,97
210,01 - 300	366,66 - 518,35	30,55 - 43,20
300,01 - 700	528,06 - 1060,46	44,01 - 88,37
700,01 - 3480,17	1228,32 - 6024,99	102,36 - 502,08

A menor taxa a ser cobrada seria de R\$71,55 em um imóvel de 41,3 m², já a maior seria de R\$6.024,99 para um imóvel de 3.480,2 m², esse último provavelmente trata-se de um imóvel não residencial, como uma indústria. Quando se analisa a taxa mensalmente, ela varia de R\$5,96 a R\$502,08 por mês. A maioria dos imóveis possuem uma área inferior a 400 m², fazendo com que os valores cobrados sejam, na maior parte, inferiores a R\$700,00 anualmente, como pode ser observado na Figura 9.

Figura 9: Gráfico Taxa x Área – Anitápolis

Fonte: Próprio autor

O valor total arrecadado no ano seria de R\$142.609,45, ou seja menor do que o valor do custo total do sistema. A receita arrecada corresponde a apenas 57,81% do necessário para cobrir todos os custos.

O valor do rendimento médio mensal per capita dos domicílios particulares da área urbana do município é de R\$1.016,30 (IBGE, 2010). Sendo assim, o impacto na renda teria uma variação de 0,587% a 4,250% para os imóveis com área inferior a 300 m² e que podem ser considerados residenciais, como pode ser observado na Tabela 18. Desta forma, o impacto seria considerado baixo para residências menores que 90 m² mas é de grande porte para as demais.

Tabela 18: Variação do impacto socioeconômico pela taxa de Cançado

Área imóvel (m ²)	Variação da taxa mensal (R\$)	Variação do impacto (%)
40 - 60	5,96 - 8,61	0,587 - 0,847
60,01 - 70	8,66 - 10,09	0,852 - 0,993
70 ,01- 90	10,1 - 12,97	0,994 - 1,276
90,01 – 110	10,03 - 15,82	1,282 - 1,557
110,01 - 160	15,97 - 23,00	1,572 - 2,264
160,01 - 210	23,10 - 29,97	2,273 - 2,949
210,01 - 300	30,55 - 43,20	3,006 - 4,250
300,01 - 700	44,01 - 88,37	4,330 - 8,695
700,01 - 3480,17	102,36 - 502,08	10,072 - 49,403

4.1.1.2 Taxa de Tasca (2016)

Para simulação da taxa proposta por Tasca (2016), foram levantados os seguintes valores (Tabela 19).

Tabela 19: Parâmetros para aplicação da taxa de Tasca

$\sum a_{ij}$ (m ²)	82.374,56
n	496
Ct (R\$)	246.682,15
URAPE (m ²)	166,08
N URAPEs	496
Taxa anual por URAPE	R\$497,34

A área total impermeabilizada pelos imóveis é a mesma, 82.374,56 m², o número de lotes foi considerada como sendo o número de imóveis contabilizados através da supervisão de imagem e é igual a 496 lotes. O custo total também já foi apresentado e corresponde a R\$ 246.682,15. A URAPE foi calculada através da equação (13):

$$URAPE = \frac{82.374,56}{496} = 166,08 \text{ m}^2$$

O número de URAPes foi calculado a partir da equação 15:

$$\text{Número de URAPes} = \frac{82.374,56}{166,08} = 496$$

Ressalta-se que, devido a própria equação que define esta taxa, o número de URAPes sempre vai ser o mesmo que o número de lotes. A autora explica que o cálculo poderia ter sido simplificado, dividindo o custo total pelo número de lotes diretamente, mas existe uma intenção de auxiliar o controle da população, criando um parâmetro para facilitar o entendimento dos usuários quanto à sua participação na impermeabilização do solo. A taxa anual por URAPE foi calculada, então, pela equação (14).

$$\text{Taxa anual por URAPE} = \frac{R\$246.682,15}{496} = R\$497,34$$

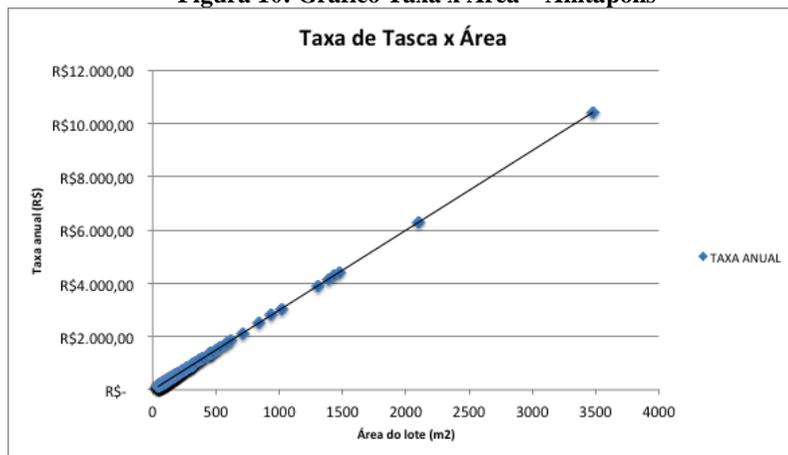
A variação de valores da URAPE, da taxa anual e da taxa mensal em função da área do imóvel, estão descritas na Tabela 20.

Tabela 20: Variação dos parâmetros calculados por área de imóvel

Área imóvel (m ²)	Variação da URAPE	Variação da taxa anual (R\$)	Variação da taxa mensal (R\$)
40 - 60	0,248 - 0,359	123,76 - 178,69	10,31 - 14,89
60,01 - 70	0,361 - 0,421	179,77 - 209,40	14,98 - 17,45
70 ,01- 90	0,421 - 0,541	209,68 - 269,15	17,47 - 22,43
90,01 – 110	0,544 - 0,660	270,48 - 328,37	22,54 - 27,36
110,01 - 160	0,666 - 0,960	331,56 - 477,50	27,63 - 39,79
160,01 - 210	0,964 - 1,251	479,54 - 622,01	39,96 - 51,83
210,01 - 300	1,275 - 1,803	634,24 - 896,63	52,85 - 74,72
300,01 - 700	1,837- 3,688	913,42 - 1834,36	76,12 - 152,86
700,01 - 3480,17	4,272 -20,955	2124,7 - 10421,85	177,06 - 868,49

A URAPE teve uma variação de 0,248 a 20,955, sendo o menor valor correspondente a um imóvel de 41,3 m² e o maior a um de 3.480,2 m². A taxa anual variou entre R\$123,76 e R\$10.421,85, correspondendo a uma variação mensal de R\$10,31 e R\$868,49. Ressalta-se que os lotes com áreas maiores que 700 m², que acarretam em cobranças maiores, tem grande possibilidade de terem algum uso não residencial. Como pode ser observado na Figura 10, a maioria dos lotes possui uma área menor que 500 m², fazendo com que grande parte da taxa a ser cobrada seja menor que R\$ 2.000,00 ao ano, ou R\$166,67 ao mês.

Figura 10: Gráfico Taxa x Área – Anitápolis



Fonte: Próprio autor (2016).

O valor total arrecadado pela taxa no ano seria de R\$246.682,15, ou seja, exatamente o custo total do sistema de drenagem, desta forma a utilização da taxa proposta por Tasca (2016) traria 100% de retorno financeiro no que diz respeito aos custos de operação e manutenção do sistema de drenagem do município.

Como já comentado, o valor do rendimento médio mensal per capita dos domicílios particulares da área urbana do município é de R\$1.016,30. Sendo assim, o impacto na renda teria uma variação de 1,014% a 7,532% para os imóveis com área inferior a 300 m², considerados residenciais, como pode ser observado na Tabela 21. Desta forma, o impacto seria considerado baixo para residências muito pequenas (como de 50m²), mas é de grande porte para as demais.

Tabela 21: Variação do impacto socioeconômico pela taxa de Tasca

Área imóvel (m ²)	Variação da taxa mensal (R\$)	Variação do impacto (%)
40 - 60	10,31 - 14,89	1,014 - 1,465
60,01 - 70	14,98 - 17,45	1,474 - 1,717
70 ,01- 90	17,47 - 22,43	1,719 - 2,207
90,01 – 110	22,54 - 27,36	2,218 - 2,692
110,01 - 160	27,63 - 39,79	2,719 - 3,905
160,01 - 210	39,96 - 51,83	3,932 - 5,1
210,01 - 300	52,85 - 74,72	5,2 - 7,352
300,01 - 700	76,12 - 152,86	7,490 - 15,041
700,01 - 3480,17	177,06 - 868,49	17,422 - 85,456

4.1.2 Alfredo Wagner

4.1.2.1 Taxa de Caçado (2005)

Para o município de Alfredo Wagner foram levantados os seguintes parâmetros (Tabela 22):

Tabela 22: Parâmetros para aplicação da taxa de Caçado

Ct (R\$)	R\$457.399,78
ai vias (m ²)	118.244,04
∑aij (m ²)	167.604,61
Cme (R\$/m ²)	R\$1,60

O custo total (Ct) do sistema de drenagem é de R\$457.399,78. O somatório das áreas impermeabilizadas pelas vias (ai vias) é de 118.244,04 m². A área total impermeabilizada pelos imóveis (∑aij) é de 167.604,61 m². Seguindo os mesmo passos já descritos, calculou-se o custo médio do sistema por m² de área impermeável (Cme), conforme equação (5) chegando a um valor de R\$ 1,60 por m².

$$Cme = \frac{457.399,78}{118.244,04 + 167.604,61} = 1,60$$

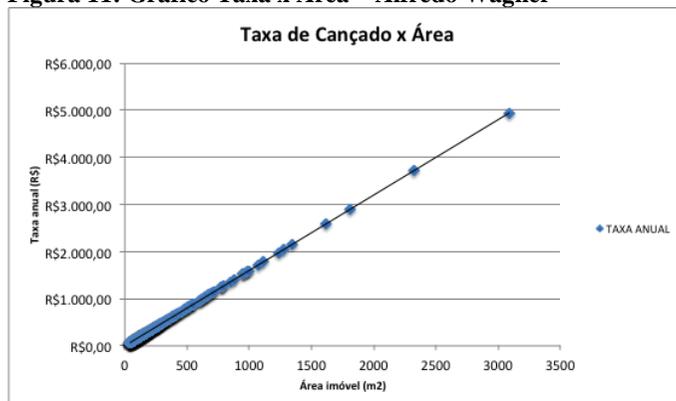
A variação das taxas a serem cobradas foram calculadas conforme equação (6) e são apresentadas na Tabela 23.

Tabela 23: Variação da taxa calculada por imóvel

Área imóvel (m ²)	Varição da taxa anual (R\$)	Varição da taxa mensal (R\$)
40 - 60	64,15 - 95,78	5,35 - 7,98
60,01 - 70	97,48 - 111,99	8,12 - 9,33
70,01 - 90	112,25 - 144,01	9,35 - 12,00
90,01 - 110	144,32 - 175,83	12,03 - 14,65
110,01 - 160	176,32 - 255,89	14,69 - 21,32
160,01 - 210	256,29 - 335,80	21,36 - 27,98
210,01 - 300	339,33 - 476,03	28,28 - 39,67
300,01 - 1000	483,14 - 1591,60	40,26 - 132,63
1000 - 3090,38	1721,82 - 4945,06	143,48 - 412,09

A menor taxa a ser cobrada seria de R\$64,15 em um imóvel de 40,1 m² já a maior seria de R\$4.945,06 para um imóvel de 3.090,4 m². Assim como no município de Anitápolis, supõe-se que lotes maiores que 300 m² sejam de uso não residencial. Quando se analisa a taxa mensalmente, ela varia de R\$5,35 a R\$412,09 por mês. A maioria dos imóveis possuem uma área inferior a 500 m², fazendo com que os valores cobrados sejam, na maior parte, inferiores a R\$800,00 anualmente, como pode ser observado no Figura 11.

Figura 11: Gráfico Taxa x Área – Alfredo Wagner



Fonte: Próprio autor (2016)

O valor total arrecadado no ano seria de R\$268.191,97, ou seja menor do que o valor do custo total do sistema. A receita arrecadada corresponde a apenas 58,63% do necessário para cobrir todos os custos. Desta forma, assim como para o município de Anitápolis, a aplicação da taxa de Caçado (2005) não resultaria na arrecadação de todo o investimento no sistema de drenagem.

Quanto ao impacto socioeconômico desta taxa no município, também foi analisado seu impacto na renda média mensal da população. O valor do rendimento médio mensal per capita dos domicílios particulares da área urbana do município de Alfredo Wagner é de R\$857,56 (IBGE, 2010). Sendo assim, o impacto na renda teria uma variação de 0,624% a 4,626% para os imóveis com área inferior a 300 m² (residenciais) como pode ser observado na Tabela 24. A taxa acarretaria em um baixo impacto na renda mensal apenas para imóveis de até 90 m², sendo considerado grande nos demais.

Tabela 24: Variação do impacto socioeconômico pela taxa de Caçado

Área imóvel (m ²)	Variação da taxa mensal (R\$)	Variação do impacto (%)
40 - 60	5,35 - 7,98	0,624 - 0,931
60,01 - 70	8,12 - 9,33	0,947 - 1,088
70,01 - 90	9,35 - 12,00	1,090 - 1,399
90,01 - 110	12,03 - 14,65	1,403 - 1,708
110,01 - 160	14,69 - 21,32	1,713 - 2,486
160,01 - 210	21,36 - 27,98	2,491 - 3,263
210,01 - 300	28,28 - 39,67	3,298 - 4,626
300,01 - 700	40,26 - 132,63	4,695 - 15,466
700,01 - 3480,17	143,48 - 412,09	16,731 - 48,054

4.1.2.2 Taxa de Tasca (2016)

Para simulação da taxa proposta por Tasca (2016), foram levantados os seguintes valores (Tabela 25).

Tabela 25: Parâmetros para aplicação da taxa de Tasca

$\sum a_{ij}$ (m ²)	167.604,61
n	905
Ct (R\$)	R\$457.399,78
URAPE (m ²)	185,20
N URAPes	905
Taxa anual por URAPE	R\$505,41

A área total impermeabilizada pelo imóveis é de 167.604,61 m², o número de lotes, como já comentado foi considerado como sendo o número de imóveis contabilizados através da supervisão de imagem e é igual a 905 lotes. O custo total permanece o mesmo de R\$ 457.399,78. A URAPE foi calculada através das equação (13):

$$URAPE = \frac{167.604,61}{905} = 185,20 \text{ m}^2$$

Da mesma forma o número de URAPes foi calculado a partir da equação 15:

$$\text{Número de URAPes} = \frac{167.604,61}{185,20} = 905$$

A taxa anual por URAPE foi calculada, então, pela equação (14).

$$\text{Taxa anual por URAPE} = \frac{R\$457.399,78}{905} = R\$505,41$$

A variação de valores da URAPE, da taxa anual e da taxa mensal em função da área do imóvel, estão descritas na Tabela 26.

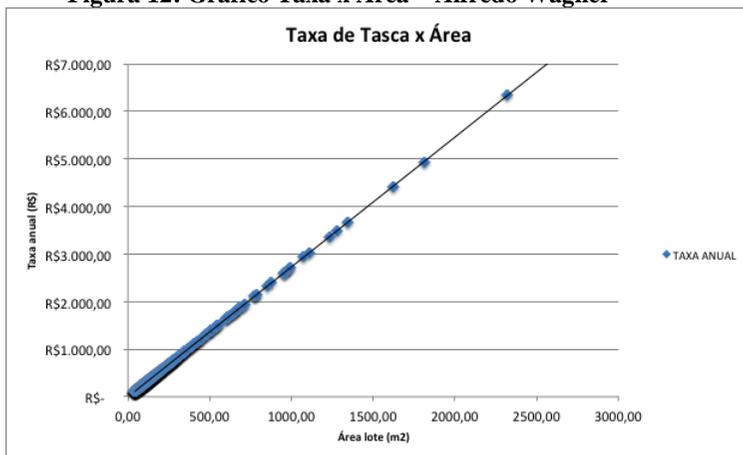
Tabela 26: Variação dos parâmetros calculados por área de imóvel

Área imóvel (m ²)	Variação da URAPE	Variação da taxa anual (R\$)	Variação da taxa mensal (R\$)
40 - 60	0,216 - 0,323	109,4 - 163,35	9,12 - 13,61
60,01 - 70	0,329 - 0,378	166,25 - 191,44	13,85 - 15,92
70 ,01- 90	0,379 - 0,486	191,44 - 245,61	15,95 - 20,47
90,01 – 110	0,487 - 0,593	246,13 - 299,87	20,51 - 24,99
110,01 - 160	0,595 - 0,864	300,72 - 436,43	25,06 - 36,37
160,01 - 210	0,865 - 1,133	437,1 - 572,70	36,42 - 47,73

210,01 - 300	1,145 - 1,630	578,73 - 823,99	48,23 - 68,67
300,01 - 1000	1,630 - 5,371	823,99 - 2714,46	68,67 - 226,20
1000 - 3090,38	5,810 - 16,687	2936,55 - 8433,77	244,71 - 702,81

A URAPE teve uma variação de 0,216 a 16,687m², sendo o menor valor correspondente a um imóvel de 40,1 m² e o maior a um de 3.090,38 m². A taxa anual variou entre R\$109,4 e R\$8.433,77, correspondendo a uma variação mensal de R\$9,12 e R\$702,81. Ressalta-se que os lotes com áreas maiores que 700 m², que acarretam em cobranças maiores, tem grande possibilidade de terem algum uso não residencial. Como pode ser observado no Figura 12, a maioria dos lotes possui uma área menor que 600 m², fazendo com que grande parte da taxa a ser cobrada seja menor que R\$ 2.000,00 ao ano, ou R\$166,67 ao mês.

Figura 12: Gráfico Taxa x Área – Alfredo Wagner



Fonte: Próprio autor (2016)

O valor total arrecadado pela taxa no ano seria de R\$ 457.399,78, ou seja, novamente, exatamente o custo total do sistema de drenagem, desta forma a utilização da taxa proposta por Tasca (2016) garante que ocorra um total retorno financeiro no que diz respeito aos custos de operação e manutenção do sistema de drenagem do município.

Também foi analisado o impacto que a cobrança da taxa traria para a população, baseado na renda média mensal. O valor do

rendimento médio mensal per capita dos domicílios particulares da área urbana do município de Alfredo Wagner é de R\$857,56, segundo o IBGE (2010), valor inferior ao de Anitápolis. Sendo assim, o impacto na renda teria uma variação de 1,063% a 8,008% para os imóveis com área inferior a 300 m² e que podem ser considerados residenciais, como pode ser observado na Tabela 27. A taxa acarretaria em um baixo impacto na renda mensal apenas para os pequenos imóveis (até 60 m²), nos imóveis maiores o impacto já é considerado grande.

Tabela 27: Variação do impacto socioeconômico pela taxa de Tasca

Área imóvel (m2)	Varição da taxa mensal (R\$)	Varição do impacto (%)
40 - 60	9,12 - 13,61	1,063 - 1,587
60,01 - 70	13,85 - 15,92	1,615 - 1,856
70 ,01- 90	15,95 - 20,47	1,860 - 2,387
90,01 – 110	20,51 - 24,99	2,392 - 2,914
110,01 - 160	25,06 - 36,37	2,922 - 4,241
160,01 - 210	36,42 - 47,73	4,247 - 5,566
210,01 - 300	48,23 - 68,67	5,624 - 8,008
300,01 - 700	68,67 - 226,20	8,008 - 26,377
700,01 - 3480,17	244,71 - 702,81	28,536 - 81,955

4.1.3 Nova Trento

4.1.3.1 Taxa de Cançado (2005)

Os parâmetros para simulação da taxa de Cançado no município de Nova Trento estão expostos na Tabela 28.

Tabela 28: Parâmetros para aplicação da taxa de Cançado

Ct (R\$)	R\$1.029.646,12
ai vias (m ²)	746.947,87
∑aij (m ²)	619.754,18
Cme (R\$/m ²)	R\$0,75

Como já foi comentado anteriormente, Nova Trento é uma cidade bastante urbanizada quando comparada aos outros dois municípios, sendo assim, os valores de custo e áreas impermeabilizadas são bem mais relevantes do que nos outros dois casos. O custo total (Ct)

levantado do sistema de drenagem foi de R\$1.029.646,12. O somatório das áreas impermeabilizadas pelas vias (ai vias) é de 746.947,87 m². A área total impermeabilizada pelos imóveis ($\sum a_{ij}$) é de 619.754,18 m². Desta forma, calculou-se o custo médio do sistema por m² de área impermeável (Cme), conforme equação (5) chegando a um valor de R\$ 0,75 por m².

$$Cme = \frac{1.029.646,12}{746.947,87 + 619.754,18} = 0,75$$

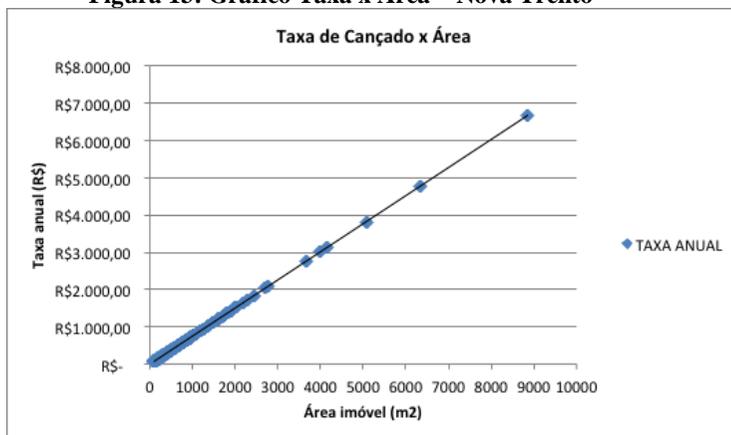
Da mesma forma que nos casos anteriores, os imóveis contabilizados na classificação de imagem foram considerados alocados individualmente em cada lote. Como já mencionado, os imóveis menores que 90 m² foram desconsiderados. A variação das taxas a serem cobradas foram calculadas conforme equação (6) e são apresentadas na Tabela 29.

Tabela 29: Variação da taxa calculada por imóvel

Área imóvel (m ²)	Variação da taxa anual (R\$)	Variação da taxa mensal (R\$)
90 - 100	67,83 - 75,33	5,65 - 6,28
100,01 - 120	75,35 - 90,39	6,28 - 7,54
120,01 - 150	90,44 - 112,97	7,54 - 9,41
150,01 - 180	113,04 - 135,58	9,42 - 11,30
180,01 - 200	135,61 - 150,64	11,30 - 12,55
200,01 - 240	150,78 - 180,81	12,56 - 15,07
240,01 - 1000	180,91 - 742,44	15,08 - 61,87
1.000,01 - 8.861,6	757,01 - 6.676,15	61,00 - 556,35

A menor taxa a ser cobrada seria de R\$67,83 em um imóvel de 90,03 m², já a maior seria de R\$6.676,15 para um imóvel de 8.861,6 m², lembrando que lotes com área maiores que 500 m², provavelmente são de uso não residencial. Quando se analisa a taxa mensalmente, ela varia de R\$5,65 a R\$556,35 por mês. A grande maioria dos lotes possuem uma área inferior a 1.000m², fazendo com que os valores cobrados sejam, na maior parte, inferiores a R\$1.000,00 anualmente, como pode ser observado na Figura 13.

Figura 13: Gráfico Taxa x Área – Nova Trento



Fonte: Próprio autor (2016)

O valor total arrecadado no ano seria de R\$466.910,47, ou seja menor do que o valor do custo total do sistema. A receita arrecadada corresponde a apenas 45,35% do necessário para cobrir todos os custos.

O impacto socioeconômico da cobrança da taxa, também foi analisado para o município de Nova Trento, através da avaliação do valor do rendimento médio mensal per capita dos domicílios particulares da área urbana, que totaliza em R\$927,91, segundo o IBGE (2010). Sendo assim, o impacto na renda mensal teria uma variação de 0,609% a 1,624% para os imóveis com área inferior a 240 m² e que podem ser considerados residenciais, como pode ser observado na Tabela 30. Os valores cobrados para imóveis de até 180 m² são considerados aceitáveis, já para os maiores, são considerados impactos de grande porte.

Tabela 30: Variação do impacto socioeconômico pela taxa de Cançado

Área imóvel (m²)	Variação da taxa mensal (R\$)	Variação do impacto (%)
90 - 100	5,65 - 6,28	0,609 - 0,677
100,01 - 120	6,28 - 7,54	0,677 - 0,813
120,01 - 150	7,54 - 9,41	0,813 - 1,014
150,01 - 180	9,42 - 11,30	1,015 - 1,218
180,01 - 200	11,30 - 12,55	1,218 - 1,353

200,01 - 240	12,56 - 15,07	1,354 - 1,624
240,01 - 1000	15,08 - 61,87	1,625 - 6,668
1000,01 - 8861,6	61,00 - 556,35	6,574 - 59,957

4.1.3.2 Taxa de Tasca (2016)

Para simulação da taxa proposta por Tasca (2016), foram levantados os seguintes valores (Tabela 31).

Tabela 31: Parâmetros para aplicação da taxa de Caçado

$\sum a_{ij}$ (m ²)	619.754,18
n	2988
Ct (R\$)	R\$1.029.646,12
URAPE (m ²)	207,41
N URAPES	2988
Tx anual por URAPE	R\$344,59

A área total impermeabilizada pelos imóveis é de 619.754,18 m², tendo sido considerado, como nos casos anteriores, o número de lotes como sendo o número de imóveis contabilizados, totalizando um valor de 2988 lotes. O custo total para operação e manutenção do sistema de drenagem é R\$ 1.029.646,12. A URAPE foi calculada através da equação (13):

$$URAPE = \frac{619.754,18}{2988} = 207,41\text{m}^2$$

O número de URAPES foi calculado a partir da equação 15:

$$\text{Número de URAPES} = \frac{619.754,18}{207,41} = 2988$$

Como nos demais casos, o número de URAPES é o mesmo que o número de lotes, mas foi calculado da mesma forma, para se ter um parâmetro de ocupação de fácil entendimento para a população. A taxa anual por URAPE foi calculada, então, pela equação (14).

$$\text{Taxa anual por URAPE} = \frac{R\$1.029.646,12}{2988} = R\$344,59$$

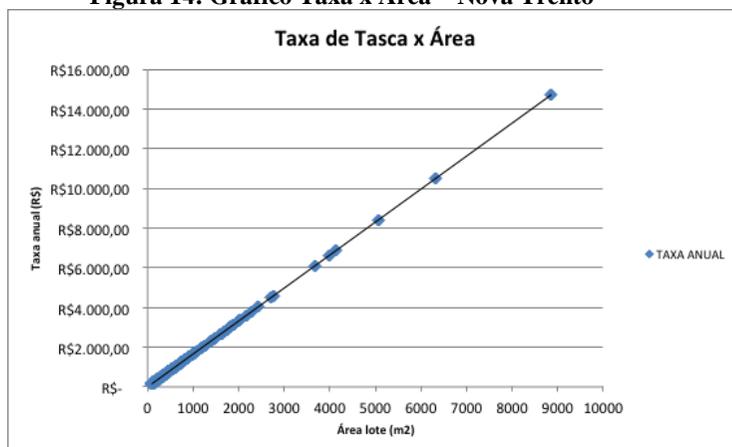
A variação de valores da URAPE, da taxa anual e da taxa mensal em função da área do imóvel, estão descritas na Tabela 32.

Tabela 32: Variação dos parâmetros calculados por área de imóvel

Área imóvel (m ²)	Variação da URAPE	Variação da taxa anual (R\$)	Variação da taxa mensal (R\$)
90 - 100	0,434 - 0,482	149,58 - 166,12	12,46 - 13,84
100,01 - 120	0,482 - 0,578	166,16 - 199,34	13,85 - 16,62
120,01 - 150	0,579 - 0,723	199,44 - 29,12	16,62 - 20,76
150,01 - 180	0,723 - 0,868	249,28 - 298,99	20,77 - 24,92
180,01 - 200	0,868 - 0,964	299,06 - 332,20	24,92 - 27,68
200,01 - 240	0,965 - 1,157	332,5 - 398,73	27,71 - 33,23
240,01 - 1000	1,158 - 4,751	398,95 - 1.637,25	33,25 - 136,44
1000,01 - 8861,6	4,845 - 42,724	1669,39 - 14.722,46	139,12 - 1.226,87

A URAPE teve uma variação de 0,434 a 42,724, sendo o menor valor correspondente a um terreno de 90,03 m² e o maior a um lote de 8.861,6 m². A taxa anual variou entre R\$149,58 e R\$14.722,46, correspondendo a uma variação mensal de R\$12,46 a R\$1.226,87. Ressalta-se que os lotes com áreas maiores que 700 m² muito provavelmente tem uso não residencial. Como pode ser observado na Figura 14, a maioria dos lotes possui uma área menor que 2.000 m², fazendo com que grande parte da taxa a ser cobrada seja menor que R\$4.000,00 ao ano, ou R\$333,33 ao mês.

Figura 14: Gráfico Taxa x Área – Nova Trento



Fonte: Próprio autor (2016)

O valor total arrecadado pela taxa no ano seria de R\$1.029.646,12, cobrindo novamente todos os custos com o sistema de drenagem.

Quanto ao impacto socioeconômico, o rendimento médio mensal per capita dos domicílios particulares da área urbana, é de R\$927,91. Sendo assim, o impacto na renda mensal teria uma variação de 1,34% a 3,58% para os lotes com área inferior a 240 m² (residenciais) como pode ser observado na Tabela 33. Esses valores são considerados de grande impacto para a renda da população.

Tabela 33: Variação do impacto socioeconômico pela taxa de Tasca

Área imóvel (m ²)	Variação da taxa mensal (R\$)	Variação do impacto (%)
90 - 100	12,46 - 13,84	1,34 - 1,49
100,01 - 120	13,85 - 16,62	1,49 - 1,79
120,01 - 150	16,62 - 20,76	1,79 - 2,24
150,01 - 180	20,77 - 24,92	2,24 - 2,69
180,01 - 200	24,92 - 27,68	2,69 - 2,98
200,01 - 240	27,71 - 33,23	2,99 - 3,58
240,01 - 1000	33,25 - 136,44	3,58 - 14,70
1000,01 - 8861,6	139,12 - 1.226,87	14,99 - 132,22

4.2 SÍNTESE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

A síntese dos resultados está apresentada nas Tabelas 34, 35 e 36.

Anitápolis, o menor município em termos populacionais, apresentou também, o menor custo total do sistema (R\$246.682,15), porém a maior renda média mensal (R\$1.016,30) dentre os três municípios. A taxa média anual calculada pelo método de Cançado (2005) totalizou em R\$ 287,52 e proporcionou a recuperação de 57,81% do total de investimento no sistema de águas pluviais. O impacto socioeconômico dessa taxa variou entre 0,587% a 4,250% para os imóveis inferiores a 300 m². Considerando os parâmetros adotados, os impactos foram aceitáveis para lotes até 90 m², para os demais, foi de grande porte. Já pelo método proposto por Tasca (2016), a taxa média

anual totalizou em R\$497,34, proporcionando a recuperação completa do investimento no sistema, porém apontou também um impacto socioeconômico elevado na renda média da população, em torno de 3,05% nos lotes menores que 300 m².

Alfredo Wagner apresentou um custo total do sistema de R\$457.399,78 e a menor renda mensal média dentre os três municípios (R\$ 857,56). A taxa média anual calculada pelo método de Cançado (2005) foi a menor dentre as áreas de estudo, totalizando R\$296,34 e proporcionou a recuperação de 42,80% dos custos totais. O impacto na renda média mensal variou entre 0,624% e 4,626% para imóveis com área inferior a 300 m², sendo considerado baixo para os imóveis menores que 90 m² e seguindo o mesmo padrão que Anitápolis. O cálculo pelo método proposto por Tasca (2016) proporcionou uma taxa média anual de R\$505,41 e um impacto socioeconômico médio de 3,30% para os lotes menores que 300 m².

Nova Trento, por ser a maior e mais urbanizada dentre as três cidades, tem um custo total maior de R\$1.029.646,12. A renda média mensal é de R\$927,91, ficando abaixo da renda da população de Anitápolis. Pelo método de Cançado (2005) a taxa média anual foi de R\$156,26, a menor dentre as três calculadas, e proporcionou a recuperação de 45,33% dos custos do sistema. O impacto na renda média mensal variou entre 0,609% e 1,624% para os imóveis com área inferior a 240 m². Os impactos dessa taxa foram considerados baixos para imóveis até 180 m², tendo sido o melhor caso dentre os três municípios, no que concerne a aplicação da taxa de Cançado. A taxa calculada pelo método de Tasca (2016) também foi a menor, com um valor de R\$344,59. Entretanto o impacto no salário para os imóveis menores que 240 m² é de 2,28%, podendo ser considerado um grande impacto.

Tabela 34: Síntese dos parâmetros

Município	Parâmetros	
	Custo total sistema	Renda mensal
Anitápolis	R\$246.682,15	R\$1.016,30
Alfredo Wagner	R\$457.399,78	R\$857,56
Nova Trento	R\$1.029.646,12	R\$927,91

Tabela 35: Síntese dos resultados obtidos pelo método proposto por Caçado

Município	Caçado			
	Taxa média anual	Total Arrecadado	Recuperação custos	Impacto socioeconômico
Anitápolis	R\$287,52	R\$142.609,45	57,81%	1,728%
Alfredo Wagner	R\$296,34	R\$268.191,97	58,63%	1,933%
Nova Trento	R\$152,26	R\$466.910,47	45,35%	1,060%

Tabela 36: Síntese dos resultados obtidos pelo método proposto por Tasca

Município	Tasca			
	Taxa média anual	Total Arrecadado	Recuperação custos	Impacto socioeconômico
Anitápolis	R\$497,34	R\$246.682,15	100%	3,05%
Alfredo Wagner	R\$505,41	R\$457.399,78	100%	3,30%
Nova Trento	R\$344,59	R\$1.029.646,12	100%	2,28%

O método proposto por Caçado (2005) não proporcionou a recuperação total dos custos com o sistema de drenagem em nenhum dos três municípios. Como já comentado, a taxa calculada divide o custo total da drenagem pela área total impermeabilizada para se calcular um custo médio por área impermeabilizada, porém para se aplicar a taxa, apenas as áreas dos lotes são consideradas, o que justifica a recuperação parcial dos custos. Seu impacto socioeconômico foi menor do que o acarretado pela aplicação da taxa de Tasca (2016), porém ainda assim foi considerado alto, ficando em nível aceitável apenas para o município de Alfredo Wagner.

A taxa proposta por Tasca (2016) se mostrou adequada nos três casos, proporcionando uma recuperação total dos custos. No entanto, assim como no caso da taxa de Caçado (2005), os impactos socioeconômicos foram considerados elevados. Como a análise do impacto foi feita baseada apenas na renda média da população, é recomendado que seja feita uma análise mais detalhada, baseada na renda média em comparação com o tamanho do lote. Supõe-se que

quanto maior um lote, maior a renda do morador, desta forma o impacto seria reduzido. Ainda, vale considerar que os valores de taxa calculados sofreram um aumento considerável com a consideração de grandes lotes, que certamente não são de uso residencial.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo a simulação de taxas de drenagem em municípios de pequeno porte para análise da auto-sustentação do sistema de drenagem urbana. Desta forma, foram aplicadas duas taxas em três municípios com estratos populacionais diferentes. Foram apresentados diversos fatores que demonstram a dificuldade do setor público em administrar os serviços de saneamento, em especial o da drenagem urbana. Assim, a implementação de uma taxa de drenagem seria uma forma de recuperar os custos gerados para a gestão da drenagem urbana.

No Brasil, hoje, existem quatro taxas de drenagem urbana que poderiam ser aplicadas. Analisando os parâmetros de cada uma e os dados existentes para as áreas de estudo, foram escolhidas as taxas propostas por Cançado (2005) e Tasca (2016) por utilizaram a área impermeável como parâmetro principal de cálculo. A simulação das duas taxas foram aplicadas na área urbana dos municípios de Anitápolis, Alfredo Wagner e Nova Trento, localizados no Estado de Santa Catarina.

A média da taxa anual proposta por Cançado (2005) foi de R\$287,52 para Anitápolis, R\$296,34 para Alfredo Wagner e R\$152,26 para Nova Trento, sendo que nenhuma delas recuperou os custos totais com o sistema. Os impactos socioeconômicos foram menores do que na aplicação da taxa de Tasca (2016), mas ainda assim, considerados elevados. Esse fator pode ser explicado pelo fato de a taxa proposta considerar o custo total da drenagem pela área total impermeabilizada (incluindo as vias), mas para aplicação da taxa são consideradas apenas as áreas dos lotes. Em todos os municípios a taxa recuperou, em média, metade dos custos com o sistema.

Já para a taxa proposta por Tasca (2016) foram calculados valores médios anuais de R\$497,34 para Anitápolis, R\$505,41 para Alfredo Wagner e R\$344,59 para Nova Trento. As taxas proporcionaram 100% da recuperação dos custos com a drenagem, porém acarretaram em médios ou grandes impactos na renda mensal da população destes municípios. Ainda assim, vale ressaltar que os valores calculados sofreram impactos quanto à consideração de grandes lotes, que supõe-se não serem de uso residencial.

A aplicação de taxas de drenagem como forma de garantir o funcionamento do sistema mostra-se como uma boa solução principalmente

para os pequenos municípios. Vale ressaltar, porém que as dificuldades na cobrança da taxa de drenagem pluvial estão, principalmente, na estimativa da área impermeável e na inexistência de um sistema de quantificação de custeio da manutenção e operação do sistema de drenagem. Esse fator evidencia a dificuldade em se aplicar essas taxas em municípios de médio e/ou grande porte. Além disso, o impacto socioeconômico na renda populacional deve ser avaliado como forma de evitar a rejeição dos usuários.

Além dos benefícios financeiros da aplicação da taxa, ressalta-se ainda seu papel na conscientização da população quanto ao seu impacto no meio ambiente, principalmente na drenagem urbana. Uma taxa cobrada proporcional à área impermeável de cada lote, leva o usuário a buscar maneiras alternativas quanto ao uso do solo, visando diminuir seus gastos com a taxa. Nos países desenvolvidos como Canadá e Estados Unidos, as taxas visam também reduzir a poluição decorrente das águas pluviais, contudo esse fator ainda é pouco questionado no Brasil.

Tendo em vista todos os fatores levantados quanto à gestão da drenagem urbana hoje no Brasil, a adoção de instrumentos que auxiliem os municípios a manter a qualidade dos sistemas mostra-se essencial. Cabe ressaltar, porém, que o cenário atual de diversos serviços sob responsabilidade do setor público, incluindo o saneamento ambiental e em especial a drenagem urbana, demonstram que o reconhecimento da importância dos serviços deve vir antes do estabelecimento de uma forma de financiamento.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALMEIDA, Eliana Maria de *et al.* Controle de enchentes e gestão ambiental participativa. In: **III Encuentro de las Aguas**. IICA, 2001. p. 1-8.

BRASIL. 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.

_____. Decreto nº 7217. DECRETO Nº 7.217, DE 21 DE JUNHO DE 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.

_____. 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.

_____. Lei Complementar no 712, de dezembro de 2008. Dispõe sobre o Plano Direto Participativo do Município de Anitápolis. Anitápolis, 2008.

_____. Lei Complementar no 226, de 02 de janeiro de 2008. Dispõe sobre o Plano Direto Participativo do Município de Nova Trento. Nova Trento, 2009.

_____. Lei Municipal n. ° 7.606, de 23 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a drenagem de águas pluviais. Diário Oficial do Grande ABC, São Paulo, p. 12, 1997.

CAMPBELL, C. (2010). *The Western Kentucky University Stormwater Utility Survey 2010*. Bowling Green, Kentucky. 46 p.

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/swsurvey/western_kentucky_university_swu_survey_2013.pdf>. Acesso em 25 Set. 2016.

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.

CNPQ. “Indução e fortalecimento do planejamento territorial participativo no âmbito do processo de elaboração do Plano Diretor dos Municípios de Anitápolis, Alfredo Wagner e São Bonifácio, da Região Metropolitana de Grande Florianópolis – SC” – 2005/2006.

ENGINEERS AUSTRALIA. Australian runoff quality: a guide to water sensitive urban design. Crows Nest, N.S.W.: Engineers Media for Australian Runoff Quality Authorship Team, 2006. 1v. ISBN 0858258528.

EPA - Environmental Protection Agency. Funding Stormwater Programs. United States, 2008, 5p. Disponível em: <http://water.epa.gov/infrastructure/greeninfrastructure/upload/region3_facsheet_funding.pdf>. Acesso em: 10 out. 2016.

FORGIARINI, F. R.; Souza, C. F. ; SILVEIRA, A. L. L. ; SILVEIRA, G. L. ; TUCCI, C. E. M. . **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.

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.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Sinopse Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2011.

_____. 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, 2014. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2014/estimativa_dou.shtm>. Acesso em: 12 Nov. 2016.

LEGLER, 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.

Lindsey, G. (1990). Charges for urban runoff: issues in implementation. *Water Resources Bulletin* **26**, 117–125.

LISBOA, E. G.; FIGUEIREDO, M. M. P. ; BARP, A. R. B. ; MONTENEGRO, A.D . 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.

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. Anais do 20o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro. ABES, 1999.

MELBOURNE WATER. WSUD engineering procedures: stormwater. Collingwood, Vic.: CSIRO Publishing, 2005.

MENDONÇA, Cleciane D. (2005). A construção participativa dos caminhos das águas em Alfredo Wagner – SC: uma contribuição a gestão dos recursos hídricos e a promoção do turismo sustentável. Dissertação de Mestrado pelo Programa de Pós- Graduação em Engenharia Ambiental. Florianópolis, SC: UFSC.

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. **RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.11, n.2, p.135-147, 2006.

PEIXOTO, J. B. Manual de Implantação de Consórcios Públicos de Saneamento: Cooperação Técnica FUNASA/ASSAMAE. 110p. Brasília,

2008.

SCHAEFER, K. *et al.* Userpayfinancingofstormwater management: A case-study in Ottawa-Carleton, Ontario. **Journal of Environmental Management**, v. 57, n. 4, p. 253-265, 1999.

SILVEIRA, Geraldo Lopes da; FORGIARINI, Francisco Rossarolla ; GOLDENFUM, Joel Avruch . Taxa não é Cobrança: Uma Propostapara a EfetivaAplicação do Instrumento de Gestão de RecursosHídricospara a Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 14, p. 71-80, 2009.

SHARPLES, Dave. **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.

SNSA – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. 2015a Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acessoem: 14 out. 2016.

TASCA, F. (2016). Simulação de uma Taxa de Drenagem Urbana para Municípios de Pequeno Porte. Dissertação de Mestrado pelo Programa de Pós- Graduação em Engenharia Ambiental. Florianópolis, SC: UFSC.

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

UNITED STATES. Environmental ProtecionAgency. [USEPA] (1999). Preliminary Data Summary of Urban Storm Water Best Management Practices. Washington, DC.

ZANLUCA, I; SUGAI, M. L. Desafios para a Gestão, o Uso e Conservação das Bacias Hidrográficas: Rios Urbanos ao longo das Cidades de Pequeno e de Médio Porte. In: 3º SeminárioNacionalsobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e RestriçõesAmbientaisaoParcelamento do Solo. 2014