

**Utilização de variáveis para implantação de técnicas compensatórias em meio já urbanizado: Estudo de caso em Araraquara – SP**

**Bruna Lamoreia Veiga Lopes**

Doutoranda no programa de pós-graduação em engenharia urbana, UFSCar, Brasil

bruna.lamoreia@hotmail.com

ORCID iD: 0000-0001-8044-0476

**Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira**

Professor Doutor no programa de pós-graduação em engenharia urbana, UFSCar, Brasil

bernardo@ufscar.br

ORCID iD: 0009-0007-8496-3603

Submissão: 22/05/2025

Aceite: 16/07/2025

LOPES, Bruna Lamoreia Veiga; TEIXEIRA, Bernardo Arantes do Nascimento. Utilização de variáveis para implantação de técnicas compensatórias em meio já urbanizado: Estudo de caso em Araraquara – SP. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [S. I.], v. 13, n. 88, 2025. DOI: [10.17271/23188472138820255747](https://doi.org/10.17271/23188472138820255747). Disponível em: [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/article/view/5747](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/5747).

Licença de Atribuição CC BY do Creative Commons <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## **Utilização de variáveis para implantação de técnicas compensatórias em meio já urbanizado: Estudo de caso em Araraquara – SP**

### **RESUMO**

**Objetivo** - Realizar demonstração da utilização de variáveis pré-selecionadas no auxílio da otimização da escolha de TC para serem implantadas com maior assertividade em meios já urbanizados, com estudo de caso em Araraquara-SP.

**Metodologia** - O estudo utilizou uma abordagem aplicada e empírica com base em revisão bibliográfica e análise de campo. A área escolhida foi a microbacia do Córrego da Servidão, localizada na região central de Araraquara-SP, onde ocorrem alagamentos frequentes. Foram definidas e aplicadas variáveis específicas para avaliar a viabilidade de implantação de diferentes TC em áreas urbanizadas, permitindo selecionar soluções mais adequadas ao contexto local.

**Resultados** - A partir dessa análise, foi possível observar que em locais sem disponibilidade de espaços, possibilidade de implantação em áreas públicas e privadas, interferência das obras de implantação com as atividades existentes e a possibilidade de dispersão dos lançamentos em diferentes pontos dos corpos receptores acabam sendo fatores relevantes a serem levados em consideração, antes de escolher a TC mais adequada.

**Originalidade/Relevância** - O estudo aborda a lacuna teórica e prática relacionada à dificuldade de implantação de TC em áreas urbanas já consolidadas. Contribui ao propor um conjunto de variáveis inéditas que orientam a seleção de técnicas de drenagem urbana sustentável, considerando limitações típicas de espaços urbanos densamente ocupados. A relevância reside na aplicabilidade prática para municípios que enfrentam problemas crônicos de alagamento.

**Resultados** - A análise mostrou que fatores como a falta de espaço disponível, interferência das obras com as atividades existentes, limitações de acesso a áreas públicas e privadas, e a possibilidade de dispersão dos lançamentos em diferentes pontos dos corpos receptores são cruciais na escolha da TC adequada. Técnicas que exigem grandes áreas ou interferem diretamente na circulação urbana se mostraram inviáveis, enquanto soluções mais flexíveis e integráveis ao sistema existente apresentaram maior viabilidade.

**Contribuições Teóricas/Metodológicas** - O trabalho propôs uma matriz de variáveis para avaliar a viabilidade de implantação de TC em áreas urbanas consolidadas, o que representa um avanço metodológico. A sistematização dessas variáveis permite uma análise mais criteriosa e padronizada na seleção das soluções técnicas, contribuindo com a literatura sobre drenagem urbana sustentável e planejamento urbano integrado.

**Contribuições Sociais e Ambientais** - As TC promovem benefícios como redução de alagamentos, melhoria da qualidade ambiental urbana e valorização dos espaços públicos. A aplicação dessas técnicas pode gerar melhorias significativas na mobilidade urbana, qualidade de vida da população e conservação dos corpos hídricos, desde que haja participação comunitária e apoio institucional. A conscientização e aceitação social são destacadas como pontos-chave para o sucesso dessas intervenções.

**PALAVRAS-CHAVE:** Drenagem urbana. Técnicas compensatórias. Águas pluviais.

## **Use of variables for implementing compensatory techniques in urbanized areas: Case study in Araraquara - SP**

### **ABSTRACT**

**Objective** - To demonstrate the use of pre-selected variables to optimize the selection of compensatory techniques (CT) for implementation with greater accuracy in already urbanized areas, through a case study in Araraquara-SP, Brazil.

**Methodology** - The study employed an applied and empirical approach based on bibliographic review and field analysis. The selected area was the micro-basin of the Servidão Stream, located in the central region of Araraquara-SP, where flooding occurs frequently. Specific variables were defined and applied to assess the feasibility of implementing different CTs in urbanized areas, allowing for the selection of solutions most appropriate to the local context.

**Results** - The analysis revealed that factors such as the unavailability of space, feasibility of implementation in public and private areas, interference of construction works with existing activities, and the possibility of dispersing runoff discharges to different receiving bodies are crucial considerations when selecting the most appropriate CT.

**Originality/Relevance** - This study addresses both theoretical and practical gaps regarding the challenges of implementing CTs in already consolidated urban areas. It contributes by proposing a novel set of variables that guide the selection of sustainable urban drainage techniques, considering typical limitations of densely occupied urban spaces. Its relevance lies in the practical applicability for municipalities facing chronic flooding problems.

**Theoretical/Methodological Contributions** - The study proposes a matrix of variables for evaluating the feasibility of implementing CTs in consolidated urban areas, representing a methodological advancement. The systematization of these variables enables a more rigorous and standardized analysis in the selection of technical solutions, contributing to the literature on sustainable urban drainage and integrated urban planning.

**Social and Environmental Contributions** - CTs provide benefits such as flood reduction, improvement of urban environmental quality, and enhancement of public spaces. Their implementation can significantly improve urban mobility, population quality of life, and preservation of water bodies, provided there is community participation and institutional support. Public awareness and social acceptance are emphasized as key factors for the success of such interventions.

**KEYWORDS:** Urban Drainage. Compensatory Techniques. Rainwater.

## **Utilización de variables para la implementación de técnicas compensatorias en un medio ya urbanizado: Estudio de caso en Araraquara – SP**

### **RESUMEN**

**Objetivo** - Demostrar el uso de variables preseleccionadas para optimizar la elección de técnicas compensatorias (TC) a ser implementadas con mayor precisión en áreas ya urbanizadas, mediante un estudio de caso en Araraquara -SP, Brasil.

**Metodología** - El estudio adoptó un enfoque aplicado y empírico basado en revisión bibliográfica y análisis de campo. El área seleccionada fue la microcuenca del arroyo Servidão, ubicada en la región central de Araraquara -SP, donde se producen inundaciones frecuentes. Se definieron y aplicaron variables específicas para evaluar la viabilidad de implementar distintas TC en áreas urbanizadas, permitiendo seleccionar soluciones más adecuadas al contexto local.

**Resultados** - El análisis permitió observar que factores como la falta de espacio disponible, la posibilidad de implementación en áreas públicas y privadas, la interferencia de las obras con las actividades existentes y la posibilidad de dispersión de los vertidos en diferentes puntos de los cuerpos receptores son elementos cruciales que deben considerarse antes de seleccionar la TC más adecuada.

**Originalidad/Relevancia** - El estudio aborda vacíos teóricos y prácticos en relación con las dificultades de implementación de TC en áreas urbanas ya consolidadas. Contribuye proponiendo un conjunto inédito de variables que orientan la selección de técnicas de drenaje urbano sostenible, considerando las limitaciones típicas de espacios urbanos densamente ocupados. Su relevancia radica en la aplicabilidad práctica para municipios que enfrentan problemas crónicos de inundaciones.

**Contribuciones Teóricas/Metodológicas** - El estudio propone una matriz de variables para evaluar la viabilidad de implementar TC en áreas urbanas consolidadas, lo cual representa un avance metodológico. La sistematización de estas variables permite un análisis más riguroso y estandarizado en la selección de soluciones técnicas, contribuyendo a la literatura sobre drenaje urbano sostenible y planificación urbana integrada.

**Contribuciones Sociales y Ambientales** - Las TC generan beneficios como la reducción de inundaciones, la mejora de la calidad ambiental urbana y la valorización de los espacios públicos. Su implementación puede generar mejoras significativas en la movilidad urbana, la calidad de vida de la población y la preservación de los cuerpos hídricos, siempre que exista participación comunitaria y apoyo institucional. La concienciación y aceptación social son aspectos clave para el éxito de estas intervenciones.

**PALABRAS CLAVE:** Drenaje Urbano. Técnicas Compensatorias. Agua de Lluvia.

## 1 INTRODUÇÃO

Com a crescente urbanização das cidades, é possível observar a dificuldade que os sistemas convencionais de drenagem de água pluvial estão enfrentando devido à impermeabilização do solo, junto à extinção da vegetação local com a ocupação de moradias. Desse modo, a utilização de Técnicas Compensatórias (TC) está sendo cada vez mais comum no Brasil e em todos os cantos do mundo.

De acordo com Tucci (1999), o desenvolvimento urbano altera a cobertura vegetal, provocando, assim, vários efeitos que alteram os componentes do ciclo hidrológico natural. Com a urbanização, a cobertura da bacia é alterada para pavimentos impermeáveis e são introduzidos condutos para escoamento pluvial, gerando alterações em seu ciclo.

Diversas técnicas começaram a aparecer, trazendo soluções para integrar o meio hídrico, ecológico e urbano, melhorando a viabilidade e a estética dos municípios, junto com suas utilizações multifuncionais, onde podem ser inseridas em locais já existentes, em um meio já urbanizado, planejadas para um meio a ser urbanizado ou rearranjadas em um ambiente em reurbanização (Li *et al.*, 2024).

De acordo com Fletcher *et al.* (2021), o termo Técnicas Alternativas começou a ser empregado para indicar uma nova abordagem à drenagem urbana tradicional, com o objetivo de neutralizar os impactos da expansão urbana, otimizar o uso do solo urbano e limitar os recursos financeiros de investimento.

Além disso, foi discutido pelos autores que com a adoção dessas soluções alternativas, foi possível observar o desenvolvimento e a integração de termos para descrever a concepção e a gestão das águas pluviais em meio urbano, destacando-se os conceitos Water Sensitive Urban Design (WSUD), o Low Impact Development (LID) e o Best Management Practices (BMP).

As TC têm a concepção em diversos tamanhos e formatos, possuindo o objetivo de minimizar os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico urbano, e assim, trazer benefícios à qualidade de vida da população e à preservação do meio ambiente (Baptista *et al.*, 2015). As TC são basicamente divididas quanto seu caráter estrutural ou não estrutural e podem ser associadas na sua utilização entre si ou até mesmo com o próprio sistema de drenagem convencional existente.

De acordo com o manual LID de Maryland (1999), existem diversos tipos de TC para o auxílio da drenagem pluvial, podendo ser associadas entre si e também ligadas ao sistema de drenagem pluvial já existente, facilitando sua aplicação.

As TC são um sistema técnico socioecológico que podem ser utilizadas na melhoria do ecossistema e tecnologias de serviços de drenagem urbana a serem incorporadas no planejamento, gestão e design urbano (McPherson *et al.*, 2022). Esses sistemas urbanos podem ser sua contribuição individual ou associadas, trazendo maiores benefícios à população e à estética local.

Segundo McPherson *et al.* (2022), a resiliência dos sistemas de drenagem como as TC em meios urbanos pode ser melhorada fornecendo múltiplos serviços ecossistêmicos, oferecendo múltiplas funções e adaptando sua flexibilidade para lidar com condições futuras incertas, de modo que infraestruturas usuais não conseguiriam. A utilização de TC nos meios urbanos pode explorar perspectivas melhores no planejamento urbano, ecologia urbana, design

urbano, arquitetura paisagística, melhora das condições climáticas locais, entre outras, maximizando os benefícios para as pessoas, meio ambiente e os custos dos prejuízos causados por enchentes e inundações locais.

A utilização de TC em meios urbanos, como a implementação de telhados verdes, bacias de retenção ou outros sistemas de drenagem urbana sustentáveis, tem o potencial de gerar grandes benefícios socioeconômicos a curto, médio e longo prazo (Maes; Jacobs, 2017). Essas soluções baseadas na natureza podem ajudar a população a ter espaços operacionais seguros, melhorar a sustentabilidade ecológica e social local e ter um retorno econômico a longo prazo.

As TC mais comumente utilizadas são Bacia de Detenção/Retenção (BD/BR), Jardins de chuva (JC), Trincheiras de infiltração (TI), Valas e valetas de infiltração (VL), Pavimentos permeáveis (PP), Reservatórios de infiltração (RI), Telhados verdes (TV) e Faixas Gramadas (FG).

Apesar das TC serem uma alternativa ao sistema de drenagem convencional, existem alguns problemas em suas implantações que necessitam ser analisados antes da sua implantação, mas que muitas vezes acaba tomando tempo para serem analisadas, principalmente em áreas já urbanizadas.

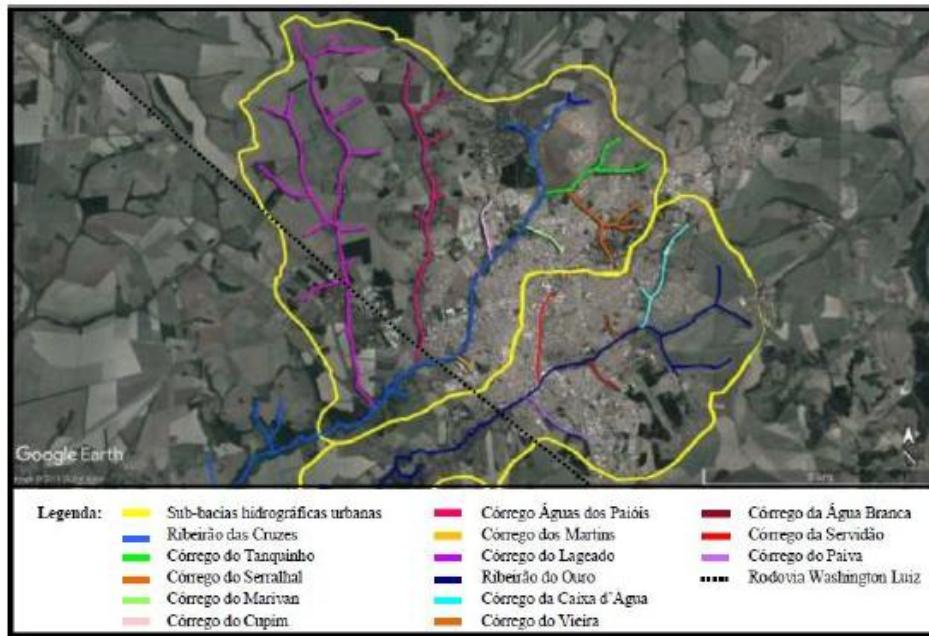
## **2 OBJETIVOS**

Demonstrar a utilização de variáveis pré-selecionadas no auxílio da otimização da escolha de TC para serem implantadas com maior assertividade em meios já urbanizados, com estudo de caso em Araraquara-SP.

## **3 METODOLOGIA**

O município de Araraquara-SP foi escolhido por possuir diversas microbacias e algumas dentro da área urbana, que é o objetivo de estudo deste trabalho. Desse modo, Lopes (2021) estudou a microbacia do Córrego da Servidão, representada em vermelha no mapa (Figura 1), que passa embaixo de uma das principais vias da cidade.

Figura 1 – Sub-bacias hidrográficas na Área Urbana de Araraquara – SP



Fonte: Peroni (2018).

A microbacia está localizada praticamente na parte central da região urbana da cidade, como é representada com mais detalhes na Figura 2.

Figura 2 – Microbacia do Córrego da Servidão



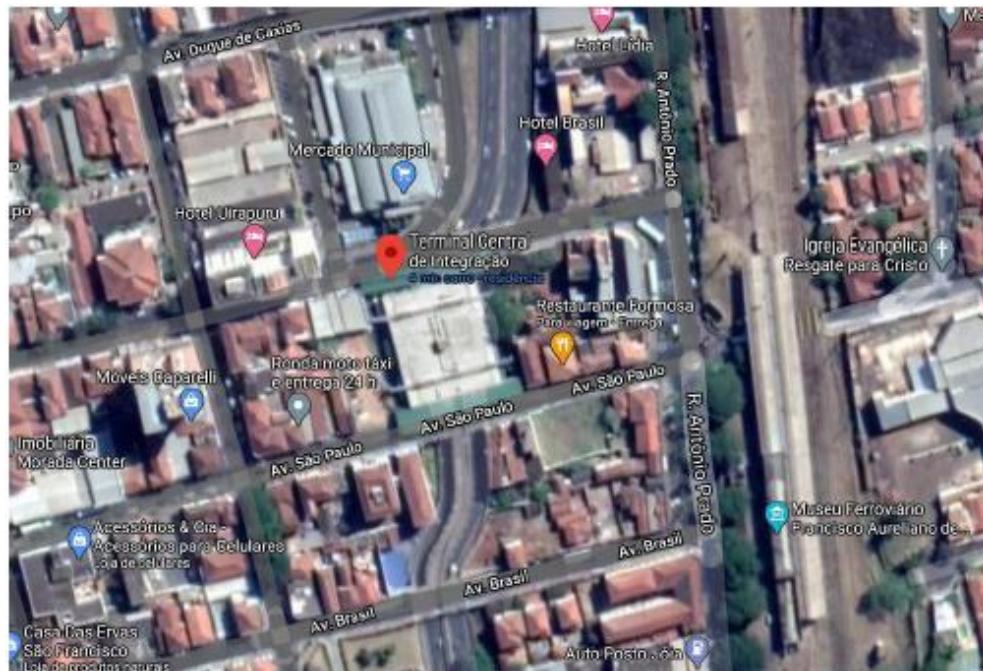
Fonte: Araraquara, 2013.

De acordo com Peroni *et al.* (2017), é importante destacar que durante a implantação da Via Expressa, na década de 80, a canalização e o tamponamento do Córrego da Servidão foram realizados por trechos, em períodos distintos, sendo assim,

isso foi caracterizado por seções de formas e dimensões distintas por todo seu trajeto, ocasionando problemas de alagamento em determinados pontos.

Para a aplicação das variáveis em situações de áreas já urbanizadas, foi selecionada uma região considerada um exemplo pontual de área onde ocorrem alagamentos frequentes em épocas de chuva na cidade. Essa área está localizada também na região central da cidade, abaixo do Terminal Central de Integração de Ônibus (Figura 3), na Avenida Maria Antônia de Camargo Oliveira, popularmente conhecida como Via Expressa, como é mostrado nas Figuras 4 e 5.

Figura 3 – Mapa de localização do Terminal Central de Integração



Fonte: Google Maps, 2021.

Figura 4 – Vista superior do Terminal Central de Integração em Araraquara – SP



Fonte: Lopes (2021, p. 76).

Figura 5 – Região abaixo do Terminal onde ocorrem alagamentos



Fonte: Lopes (2021, p. 77).

Mesmo com a disponibilidade de bocas de lobo e um piso parcialmente drenante na área de estacionamento de ônibus e alguns veículos, os dispositivos não são suficientes para conduzir o escoamento superficial gerado, que se concentra nos pontos mais baixos e acarreta alagamentos recorrentes.

É valido ressaltar que o Córrego da Servidão é totalmente canalizado e tamponado, passando exatamente embaixo dessa via, dificultando ainda mais o escoamento da água da chuva e sofrendo também problemas de contaminação da água drenada.

Quando ocorrem os alagamentos, todo esse trecho da Via Expressa precisa ser interditado até a diminuição do volume da água escoada, gerando, assim, problemas com o trânsito local, necessitando de profissionais para orientar um trajeto alternativo e outros profissionais para sanar momentaneamente o problema de drenagem, como é mostrado na Figura 6.

Figura 6 – Alagamento na Via Expressa



Fonte: G1 São Carlos e Araraquara, 2014.

Neste tipo de situação é relevante observar que as técnicas convencionais já não possuem ação significativa na drenagem da água da chuva, necessitando recorrer à utilização de TC combinado com um possível replanejamento local. Infelizmente, por ser um local de grande acesso, a execução de obras, principalmente de maior vulto, causaria impactos significativos.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1 Aplicação de Variáveis em Área de Ocorrência de Alagamentos

Como existe uma vasta variedade e TC, Lopes (2021), após a revisão bibliográfica de manuais e planos diretores municipais, conseguiu encontrar e desenvolver novas variáveis para otimizar a assertividade da escolha de TC para determinados tipos de meios já urbanizados, como é representado no Quadro 1.

Dessa maneira, a autora conseguiu separar as variáveis pertinentes relacionadas a meios já urbanizados, de modo que facilitasse na eliminação das TC que representassem esses tipos de dificuldades ao serem construídas.

Quadro 1 – Variáveis Propostas para Aplicação de TC em Áreas Já Urbanizadas

VARIÁVEIS PROPOSTAS PARA A APLICAÇÃO DE TC EM ÁREAS JÁ URBANIZADAS
Área superficial ocupada pela TC
Necessidade de áreas superficiais contínuas
Esforços e vibrações externas
Interferência com instalações subterrâneas
Possibilidade de integração com o sistema de drenagem existente
Possibilidade de implantação em áreas privadas
Disponibilidade de áreas públicas
Interferência das obras de implantação com as atividades existentes
Aceitação pela população
Uso de áreas de circulação e estacionamento de veículos
Possibilidade de usos múltiplos
Possibilidade de reurbanização da área
Possibilidade de fraudes ou usos indevidos
Dispersão dos lançamentos em diferentes pontos dos corpos receptores

Fonte: Lopes (2021, p. 51).

Lopes (2023) observou que existem diversos cuidados a mais para a implantação de uma TC em um meio já urbanizado do que em um meio em urbanização, ou ainda não urbanizado, pois já existem estruturas a serem consideradas no local, além da cautela em validar o dimensionamento delas para que sejam compatíveis ao local escolhido a sua construção.

Desse modo, foi possível uma melhor análise das variáveis com uma observação explicativa onde se pode justificar as dificuldades encontradas nesses locais, além de uma impermeabilidade alta devido à densidade urbana, também ocorrem conflitos sociais e econômicos locais.

Assim, para a melhor compreensão da possibilidade de implantação de TC neste local estudado, foi possível utilizar a avaliação das variáveis anteriormente definidas para montar o

Quadro 2, para a compreensão das possíveis TC a serem implantadas na área residencial sem espaços livres.

Quadro 2 – Aplicação de Variáveis em Área de Ocorrência de Alagamentos

VARIÁVEL	OBSERVAÇÃO
Área Superficial Ocupada pela TC	Não há disponibilidade de espaço para implantação de TC de grande porte
Necessidade de Áreas Superficiais Contínuas	Sem espaços disponíveis, existe a possibilidade de implantações menores em mais espaços
Esforços e Vibrações Externas	Área com grande circulação de veículos
Interferência com Instalações Subterrâneas	Local com edificações já existentes, possuindo instalações subterrâneas
Possibilidade de Integração com o Sistema de Drenagem Existente	Sistema de Drenagem já existente, facilitando a integração com o mesmo
Possibilidade de Implantação em Áreas Privadas	Não há áreas privadas significativas
Disponibilidade de Áreas Públicas	Não há disponibilidade de áreas públicas significativas
Interferência das Obras de Implantação com as Atividades Existentes	Área de tráfego podendo ocorrer problemas durante a implantação de TC
Aceitação pela População	Área de tráfego, é importante a aprovação pela população
Uso de Áreas de Circulação e Estacionamento de Veículos	Há possibilidade de integração com o sistema viário ou estacionamentos
Possibilidade de Reurbanização	Área de difícil reurbanização
Possibilidade de Fraudes e Usos Indevidos	População pode fazer mau uso da TC
Dispersão dos Lançamentos em Diferentes Pontos dos Corpos Receptores	Local já urbanizado, dificultando o lançamento em diferentes pontos

Fonte: Lopes (2021, p. 80).

Foi possível observar que as variáveis possuem um peso relevante para a implantação de TC, de modo que, muitas vezes, trazem praticidade e rapidez na tomada de decisão para qual TC utilizar.

A partir da análise das variáveis para a área de ocorrência de alagamentos, foi possível montar o Quadro 3 para a avaliação da utilização de cada TC nesta situação estudada, melhorando a compreensão das possibilidades disponíveis para esta área. A análise foi feita na comparação de condições Favoráveis para Implantação (●), quais são Desfavoráveis para Implantação (●) ou quais não se aplicam (●) para esta situação estudada.

Quadro 3 – Matriz Variáveis x TC para Áreas de Ocorrência de Alagamentos

VARIÁVEL	TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS								
	BD/BR	JC	TI	VL	PP	PI	RI	TV	FG
Área Superficial Ocupada pela TC	Red	Red	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green
Necessidade de Áreas Superficiais Contínuas	Red	Red	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green
Esfórcos e Vibrações Externas	Red	Red	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green
Interferência com Instalações Subterrâneas	Green	Red	Red	Green	Green	Red	Red	Green	Green
Possibilidade de Integração com o Sistema de Drenagem Existente	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Possibilidade de Implantação em Áreas Privadas	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Red
Disponibilidade de Áreas Públicas	Red	Green	Green	Red	Green	Red	Red	Cyan	Red
Interferência das Obras de Implantação com as Atividades Existentes	Red	Green	Green	Red	Red	Red	Green	Red	Green
Aceitação pela População	Red	Cyan	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green
Uso de Áreas de Circulação e Estacionamento de Veículos	Cyan	Cyan	Green	Green	Green	Red	Red	Cyan	Green
Possibilidade de Usos Múltiplos	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Green
Possibilidade de Reurbanização	Cyan	Cyan	Cyan	Cyan	Cyan	Cyan	Cyan	Cyan	Cyan
Possibilidade de Fraudes e Usos Indevidos	Red	Red	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Red
Dispersão dos Lançamentos em Diferentes Pontos dos Corpos Receptores	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

Fonte: Lopes (2021, p. 81).

Por ser um local completamente concretado e asfaltado, a disponibilidade de espaço para implantação de TC é escasso, dificultando a possibilidade da utilização de TC como bacias ou jardins de chuva.

A implantação de outras TC, quaisquer que fossem, também não pode ser feita diretamente na avenida devido ao fluxo intenso de veículos, necessitando a avaliação da implantação nas sarjetas, nas calçadas ou nos canteiros no local. Observa-se que a via não apresenta canteiro central, apenas uma faixa estreita separando as pistas de sentido oposto.

Deve-se observar, por fim, que essa área está no ponto mais baixo da bacia, onde as TC têm atuação mais limitada, uma vez que a água escoada pela bacia já terá se acumulado e o tempo de concentração já terá sido reduzido.

#### 4.2 Análise Geral das Variáveis

Todas as variáveis escolhidas para serem aplicadas em diferentes exemplos de situações foram pensadas para situações dentro de uma área já urbanizada, conseguindo avaliar suas principais características e desafios a serem encontrados que precisam ser solucionados.

Além do problema da drenagem, o fator da impermeabilização sugere a não existência de espaços disponíveis, gerando, assim, dificuldades para implantação de novas tecnologias para solucionar problemas já existentes. Com a falta de espaços disponíveis, a implantação de TC de grande porte se torna mais difícil, necessitando de processos de desapropriação de áreas e eventuais demolições para poderem ser adotadas.

Continuando com o problema da ocupação do solo, vem também a possibilidade de implantação de TC em áreas não contínuas, ou seja, podendo ser divididas e colocadas em diversas áreas da bacia para solucionar o problema, ao invés de apenas em um local com uma grande área. TC que permitem essas subdivisões são mais favoráveis.

A existência de vias de circulação diz respeito aos efeitos decorrentes de esforços e vibrações causadas pelo trânsito de veículos, sobretudo de grande porte e com velocidades mais altas, influenciando na escolha dos tipos de TC que podem ser aplicadas, pois algumas possuem fragilidade e podem se deteriorar com o passar do tempo.

Como essa microbacia é situada dentro de uma área já urbanizada, isto é, contendo edificações e diversos tipos de construções, a possibilidade de interferência com instalações subterrâneas já existentes é algo inevitável, sempre precisando avaliar as possibilidades de utilização de locais com menos instalações ou até necessitando fazer algumas relocações das já existentes.

A possibilidade de integração com o sistema de drenagem existente é algo fundamental a ser observado, pois em se tratando de uma área urbanizada, é possível fazer a associação de uma TC com o sistema local existente, reduzindo custos e aproveitando obras já realizadas.

A relação de estudar um local com áreas privadas não quer dizer necessariamente que é possível a implantação de TC nesses locais, pois é necessário avaliar a disponibilidade de espaço dentro do local, o tipo de construção (se for para implantação de telhado verde) e aceitação dos moradores locais.

Assim como as áreas privadas, a disponibilidade de áreas públicas não quer dizer necessariamente que é possível a implantação de uma TC em um determinado local, necessitando a avaliação da estrutura dessa área, espaço disponível, necessidade de desapropriação de construções existentes, entre outros fatores a serem analisados.

O grande desafio de se tratar de uma área já urbanizada é pensar na facilidade de circulação da população local, principalmente no acesso para suas residências e para seus trabalhos, avaliando-se os impactos das obras para a implantação das TC. Essa questão é ainda mais significativa em áreas comerciais e em TC de maior porte ou com maiores prazos de implantação. Questões logísticas são essenciais nessas situações.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em um contexto geral, tanto para a implantação de TC em locais privados ou públicos, a aceitação da população é fundamental, levando como indicador se as pessoas irão usufruir das

TC do jeito correto, trazendo conforto e bem-estar para a população. Deve-se considerar que as pessoas já estão presentes e utilizam os espaços previamente, e que as alterações, se não forem definidas de forma esclarecida e participativa, poderão ser rechaçadas ou mal utilizadas.

Algumas TC possuem a vantagem de serem implantadas em locais de estacionamento ou em áreas de circulação de poucos veículos, podendo ser colocadas também em meio-fio e canteiros de ruas e avenidas.

Um diferencial das TC é a possibilidade de usos múltiplos, tanto para TC a serem implantadas, como para locais já existentes, como parques e praças que possam se adaptar com a construção de TC neste local, gerando, assim, uma associação de utilidades, além da drenagem propriamente dita.

O fator da implantação de uma TC em uma área em reurbanização é visto praticamente como um projeto novo, com maior flexibilidade de projeto, podendo pensar em sua implantação desde o começo, não no seu “encaixe” em um meio pré-existente. A reurbanização é possível ser vista como uma área nova disponível, podendo gerar maiores possibilidades de implantação de diversas TC em diversos contextos e utilizações.

Infelizmente, com a falta de políticas públicas e educação ambiental, a possibilidade de fraudes e usos indevidos das TC é algo que está sujeito a acontecer, seja em locais privados ou públicos, como usos incorretos (desvios, entupimento, elevações etc.), despejo de resíduos sólidos, desmanche depois de aprovação, entre outras possibilidades. Sem incentivo do próprio governo existe uma grande dificuldade para que a população consiga enxergar as TC como uma vantagem e um bem sustentável, e não como algo sem valor social.

É importante que as variáveis classificadas para serem observadas na implantação de TC em área já urbanizada, como foram descritas, sejam analisadas antes de sua construção, evitando futuros transtornos, conseguindo um estudo para melhor logística e estratégia para implantação, além da escolha da mais adequada dependendo de cada tipo de local escolhido.

Todas as TC possuem vantagens e desvantagens que contam na hora da escolha, mas a maior necessidade é observar o meio urbano já existente antes, para conseguir a melhor associação entre o meio e a TC.

## REFERÊNCIAS

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O.; BARRAUD, S. **Técnicas compensatórias em drenagem Urbana**. 2. ed. Santa Maria: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 2015.

FLETCHER, T. D.; CHERQUI, F.; BURNS, M. J.; XU, W.D. Enhancing stormwater control measures using real-time control technology: a review. *Urban Water Journal*, [s. l.], v. 18, p. 101-114, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/1573062X.2020.1857797>

LI, J.; ZENG, J.; HUANG, G.; CHEN, W. Urban flood mitigation strategies with coupled gray-green measures: A case study in Guangzhou City, China. *International Journal of Disaster Risk Science*, [s. l.], v. 15, p. 467-479, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13753-024-00566-6>

LOPES, B. L. V. **Limites e potencialidades da utilização de técnicas compensatórias no manejo de águas pluviais em área já urbanizadas**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021.

LOPES, B. L. V.; TEIXEIRA, B. A. N.; Análise da utilização de técnicas compensatórias em meios já urbanizados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 25., Sergipe, 2023. *Anais eletrônicos* [...]. Santa Maria: ABRHidro, 2023. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=14868>. Acesso em: 25 jun. 2025.

MAES J.; JACOBS, S. Nature-based solutions for europe's sustainable development. **Convervation Letters**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 121-124, Jan./Feb. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/conl.12216>

MARYLAND. **Low-Impact Development:** An Integrated Environmental Design Approach. Prince George's Country, Maryland: Department of Environmental Resources, Programs and Planning Divison., 1999.

MCPHERSON, T. *et al.* A social-ecological-technological systems framework for urban ecosystem services. **One Earth**, [s. l.], v. 5, n. 5, p. 505 -518, May 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.04.007>

PERONI, C. Z. **Avaliação de Bacias de Detenção na Gestão de Águas Pluviais em Araraquara, SP.** Dissertação de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – UFSCar, 2018.

PERONI, C.; ORTIZ, I. G.; FERREIRA, V. C. B.; DOMINGUES, J. O. **Proposição da implantação de técnicas compensatórias para minimizar principais pontos de inundações na Via Expressa na área urbana de Araraquara/SP.** [S. l.: s. n.], 2017.

TUCCI, C. E. M. Água no Meio Urbano. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas doces no Brasil.** 1. ed. São Paulo: Escriuras, 1999. v. 1, p. 475-508.

---

## DECLARAÇÕES

---

### CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

Ao descrever a participação de cada autor no manuscrito, utilize os seguintes critérios:

- **Concepção e Design do Estudo:** O seguinte artigo foi elaborado através de uma parte da dissertação de mestrado de Bruna Lamoreia Veiga Lopes.
  - **Curadoria de Dados:** Todos os dados foram analisados em conjunto de ambos os autores.
  - **Análise Formal:** Bruna desenvolveu o método de análise a partir da revisão bibliográfica de diversos manuais e livros sobre o tema.
  - **Aquisição de Financiamento:** Todo o estudo foi feito durante a dissertação de mestrado de Bruna, pleiteada com bolsa de estudo pela CAPES e ajuda financeira para a publicação do mesmo pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da UFSCar.
  - **Investigação:** A coleta de dados foi feita por Bruna, com auxílio de Bernardo.
  - **Metodologia:** A metodologia foi desenvolvida por pelos autores juntos.
  - **Redação - Rascunho Inicial:** Bruna escreveu, com supervisão de Bernardo.
  - **Redação - Revisão Crítica:** Bruna escreveu, com supervisão de Bernardo..
  - **Revisão e Edição Final:** O artigo foi revisado pela Baum Soluções Informacionais.
  - **Supervisão:** Prof. Doutor Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira garantiu a supervisão do estudo.
- 

### DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Nós, **Bruna Lamoreia Veiga Lopes e Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira** declaramos que o manuscrito intitulado **Utilização de variáveis para implantação de técnicas compensatórias em meio já urbanizado: estudo de caso em Araraquara – SP:**

1. **Vínculos Financeiros:** Não possuímos vínculos financeiros que possam influenciar os resultados ou interpretação do trabalho. Nenhuma instituição ou entidade financiadora esteve envolvida no desenvolvimento deste estudo.
  2. **Relações Profissionais:** Não possuímos relações profissionais que possam impactar na análise, interpretação ou apresentação dos resultados. Nenhuma relação profissional relevante ao conteúdo deste manuscrito foi estabelecida.
  3. **Conflitos Pessoais:** Não possuímos conflitos de interesse pessoais relacionados ao conteúdo do manuscrito. Nenhum conflito pessoal relacionado ao conteúdo foi identificado.
-