

Estratégias e oportunidades de ação para adoção de manejo sustentável de águas pluviais urbanas no Brasil

Strategies and action opportunities for sustainable urban stormwater management adoption in Brazil


• **Data de entrada:**
22/01/2021


• **Data de aprovação:**
08/08/2022


Anaí Floriano Vasconcelos^{1*} | Maria Fernanda Nóbrega dos Santos² | Ademir Paceli Barbassa¹

DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2023.041>

ORCID ID

Vasconcelos AF  <https://orcid.org/0000-0002-0596-8251>

Santos MFN  <https://orcid.org/0000-0002-7879-2349>

Barbassa AP  <https://orcid.org/0000-0003-1689-4873>

Resumo

O manejo sustentável de águas pluviais urbanas (SUSM) possui vantagens sobre a drenagem convencional, mas a sua adoção no Brasil é incipiente. O conhecimento das barreiras à adoção de SUSM e das soluções disponíveis para a sua transposição é essencial para o seu avanço. Neste sentido, este artigo apresenta uma análise da aplicabilidade de soluções adotadas em outros locais para transposição das principais barreiras ao SUSM do Brasil. Foram identificadas 7 barreiras e analisadas 8 estratégias de solução e 80 medidas de implantação para a sua transposição. A aplicabilidade das estratégias/medidas foi avaliada por meio de entrevistas com profissionais de seis prefeituras. Como resultado, recomendam-se 11 estratégias/medidas mais fáceis de serem adotadas e com maiores benefícios para transposição das barreiras. Essas estratégias/medidas foram avaliadas como oportunidades de ação e devem ser consideradas ao se planejar uma mudança de paradigma no manejo de águas pluviais urbanas no Brasil.

Palavras-chave: Manejo sustentável de águas pluviais urbanas. Drenagem urbana sustentável. Brasil. Desafios. Estratégias.

Abstract

Sustainable urban stormwater management (SUSM) has advantages over conventional drainage. However, SUSM adoption in Brazil is incipient. Knowing these barriers and the solutions available for their overcoming is essential to progress with urban stormwater sustainability. In this sense, this study presents an assessment of the applicability of solution strategies adopted where SUSM is more widespread to overcome the main SUSM-related barriers in Brazil. Seven barriers were identified; and 8 solution strategies and 80 implementation measures for their overcoming were evaluated. The applicability of the strategies/measures was assessed through interviews with professionals from six city halls. The results suggested 11 strategies/measures that would be easier to be adopted and would bring greater benefits for overcoming the barriers. These strategies/measures were evaluated as action opportunities and should be considered when planning a paradigm shift in urban stormwater management.

Keywords: Sustainable urban stormwater management. Sustainable urban drainage. Brazil, Challenges. Strategies.

¹ Universidade Federal de São Carlos - São Carlos - São Paulo - Brasil.

² Universidade Estadual Paulista - Bauru - São Paulo - Brasil.

* **Autora correspondente:** anaí.vasconcelos@ufscar.br.

1 INTRODUÇÃO

O manejo de águas pluviais urbanas no Brasil, de modo geral, ainda se baseia no conceito tradicional de recolher as águas escoadas superficialmente e conduzi-las a um destino final, da forma mais rápida possível (Souza, 2013; Brasil, 2021). Segundo o mais recente Atlas de Saneamento que tratou do manejo de águas pluviais (Brasil, 2011), as enchentes em áreas urbanas estão se tornando um problema crônico devido à falta de planejamento adequado dos sistemas de drenagem e à inadequação dos projetos de engenharia frente às necessidades das cidades. Esses dados são difíceis de precisar, tendo em vista que os cadastros dos sistemas de drenagem urbana e informações a respeito de seu funcionamento são escassos.

De acordo com o Diagnóstico Temático de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (Brasil, 2021), para o ano de referência de 2020, 218,4 mil pessoas ficaram desabrigadas e/ou desalojadas devido a eventos hidrológicos em áreas urbanas e 0,26 pessoas a cada 100 mil habitantes vieram a óbito. Além disso, 3,9% dos domicílios em áreas urbanas sofrem risco de inundação. O relatório também apontou que, no ano de 2020, 17,4% dos municípios possuíam Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas, o que é um instrumento importante para o manejo das águas pluviais urbanas. Ademais, apenas 34,8% dos municípios relataram possuir cadastro técnico das obras de drenagem, sendo que 9,7% dos municípios com Plano Diretor de Drenagem não possuem cadastro técnico. Essas informações indicam que o planejamento e a gestão do manejo das águas pluviais em áreas urbanas no Brasil ainda são incipientes. Esses dados reforçam a ineficácia dos sistemas convencionais de drenagem urbana, já que apenas 15,7% dos municípios relataram não possuir nenhum tipo de sistema de drenagem urbana e, ainda assim, os problemas relacionados a eventos hidrológicos são de grande magnitude.

Nesse contexto, o manejo sustentável de águas pluviais urbanas (do Inglês, sustainable urban

stormwater management - SUSM) ganha visibilidade. Ele consiste em uma abordagem abrangente e integrada para o manejo das águas urbanas que, além dos aspectos sanitários, também contempla questões ambientais e de qualidade de vida da população (Fletcher et al., 2015). Esse tipo de abordagem possui diversos benefícios quando comparado à drenagem urbana convencional (Ballard et al., 2015) e a sua adoção ao redor do mundo já é bastante difundida (Chang et al., 2018). Além disso, a eficácia de sua adoção já foi comprovada por diversos estudos, como Li et al. (2017), Loperfido et al. (2014) e Zimmer et al. (2007), e o tema continua em evidência em pesquisas mais recentes (Stovin e Ashley, 2019; Ying et al., 2021; Rashednia et al., 2022).

No entanto, o SUSM ainda é incipiente no Brasil. Alguns dos motivos possíveis para essa situação está relacionado à existência de barreiras para a sua ampla adoção, o que já foi relatado por diversos estudos. Elas podem estar relacionadas a aspectos técnicos, políticos, de governança, de custos, dentre outros (Brown e Farrelly, 2009; Dhakal e Chevalier, 2017; Jiang et al., 2017). Para o Brasil, alguns estudos também relatam, indiretamente, esses obstáculos, como Cruz et al. (2007), Parkinson et al. (2003) e Souza (2013). Vasconcelos et al. (2022) realizaram um levantamento sistemático das barreiras relatadas na literatura e as validaram para o Brasil. De acordo com os autores, as barreiras, apresentadas no Anexo A, possuem diversas origens, a saber: aspectos relacionados ao governo local, visão estratégica, leis e regulamentações, recursos financeiros, participação da comunidade e conhecimento sobre drenagem urbana. A validação foi realizada por meio de formulários online, com participantes de todas as regiões do país. Apesar disso, não foram avaliadas as distinções regionais e, portanto, pode ser que as barreiras encontradas não sejam representativas para determinados locais.

Independentemente da representatividade das barreiras para todas as regiões do país, a transposição das barreiras locais potencializaria a ampla

adoção de SUSM. Nesse sentido, propostas para transposição das barreiras e consequente implantação de SUSM são encontradas na literatura mundial. Vasconcelos e Barbassa (2021) fizeram uma revisão bibliográfica destas soluções, com foco na transposição das barreiras validadas para o Brasil por Vasconcelos et al. (2022). Os autores apresentaram oito estratégias de solução (geração de informações, capacitação, ferramentas de suporte à decisão, normatização, legislação, engajamento da comunidade, financiamento e fiscalização), detalhadas por 80 medidas de implantação. Entretanto, apesar de serem oriundas de locais com as mais variadas condições de manejo das águas pluviais, a maioria das soluções levantadas não foi desenvolvida para o contexto brasileiro nem para condições similares. Por isso, para avançar com o SUSM no Brasil, é necessário avaliar a compatibilidade e aplicabilidade dessas soluções para o contexto local.

1.1 Objetivos

Este artigo tem por objetivo avaliar a aplicabilidade no Brasil das estratégias de solução levan-

tadas por Vasconcelos e Barbassa (2021) para a transposição das suas principais barreiras ao SUSM, identificadas por Vasconcelos et al. (2022) e, a partir disso, identificar oportunidades de ação para o avanço do SUSM no país. Com esse propósito, as barreiras ao SUSM no Brasil foram correlacionadas com as estratégias de solução passíveis de serem adotadas para a sua transposição. Posteriormente, foi investigado o conhecimento dos profissionais de prefeituras sobre essas estratégias e a sua percepção com relação a sua aplicabilidade prática nos municípios em que trabalham. Para tanto, foram realizadas entrevistas com profissionais de carreira especialistas em drenagem de prefeituras brasileiras com experiência prévia na aplicação do SUSM, de modo a considerar a sua vivência profissional e, a partir dela, identificar as melhores oportunidades de ação para avanço de SUSM no país.

2 METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida pela realização das etapas apresentadas na Fig. 1.

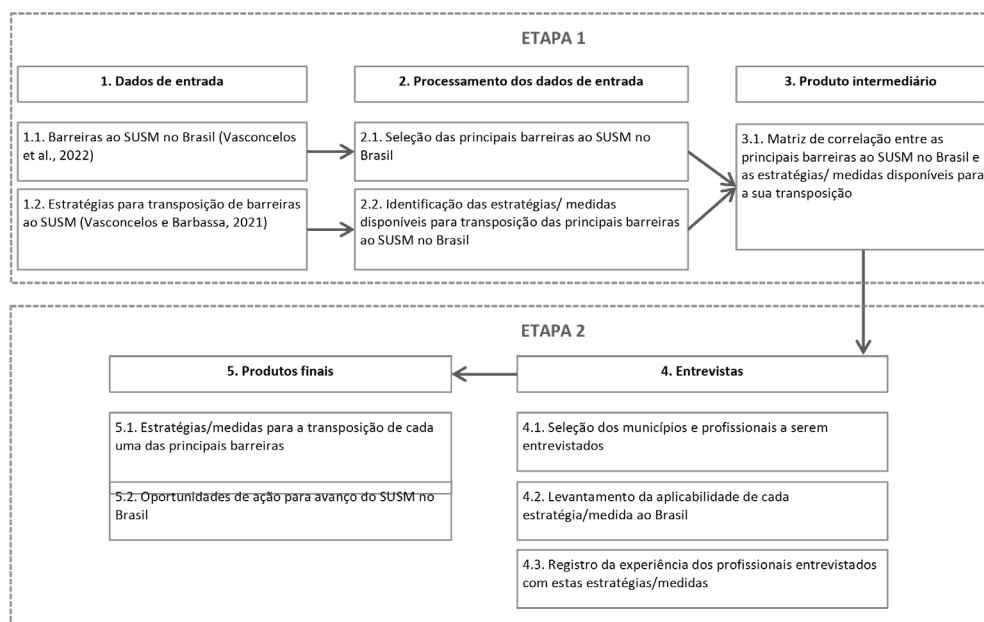


Figura 1 - Fluxograma da metodologia de pesquisa

Fonte: Elaborada pelos autores.

2.1 Etapa 1: Dados de entrada para as entrevistas

A busca por soluções para o avanço do SUSM no Brasil passa, necessariamente, pelo conhecimento das barreiras existentes para a sua ampla adoção e das estratégias de solução e medidas de implantação (chamadas neste artigo de estratégias/medidas) disponíveis para a sua transposição. As estratégias de solução consistem em propostas mais amplas, que contemplam diversas medidas de implantação para a sua aplicação, as quais são escolhidas para resolver problemas específicos. A Etapa 1 da metodologia tratou da coleta dessas informações.

As barreiras para a adoção do SUSM no Brasil foram levantadas por Vasconcelos et al. (2022) por meio de questionários *online* com os diferentes grupos de atores envolvidos na gestão das águas pluviais urbanas (profissionais de instituições públicas e privadas, professores universitários e população). Nessa pesquisa foram identificadas 31 barreiras potenciais (Anexo A), das quais 20 foram confirmadas para o Brasil e cinco foram consideradas muito importantes (reconhecidas como barreiras por mais de 80% dos respondentes): “Falta planejamento em longo prazo” e “Resistência à mudança”, relacionadas à visão estratégica; “Faltam incentivos”, relacionada às leis e regulamentações; “Falta divulgação e conhecimento”, relacionada ao engajamento da comunidade; e “Faltam padrões de projeto e de manutenção”, relacionada ao conhecimento sobre SUSM. Os autores também observaram que as barreiras se relacionam entre si, de modo que a transposição de uma barreira pode colaborar com a superação de outras. Dessa forma, mesmo que menos importantes, segundo a classificação adotada por Vasconcelos et al. (2022), barreiras que se relacionem com um maior número de outras barreiras também foram consideradas prioritárias para serem transpostas por

este estudo. Esta inter-relação foi avaliada pelos pesquisadores com base nas definições originais das barreiras e nas relações apontadas pelos estudos usados para o seu levantamento. Por exemplo, a barreira “Faltam padrões de projeto e de manutenção” está relacionada a barreiras como “Drenagem urbana não é uma prioridade”, “Resistência à mudança” e “Profissionais não capacitados”. Neste sentido, uma matriz de correlação entre as barreiras foi organizada, a qual resultou em um gráfico de quantidade de barreiras relacionadas com cada uma das barreiras (Anexo A). Desta forma, as barreiras “Falta de capacidade ou experiência” e “Legislação inadequada”, que se relacionam com todas as outras barreiras investigadas, foram adicionadas a lista de principais barreiras ao SUSM para o Brasil. Assim, a lista de principais barreiras ao SUSM no Brasil que foi considerada neste trabalho foi composta por sete barreiras.

As estratégias/medidas disponíveis para superação de barreiras e adoção efetiva de SUSM foram levantadas por Vasconcelos e Barbassa (2021). As estratégias de solução para transposição das principais barreiras ao SUSM no Brasil são apresentadas no Anexo B. A escolha das medidas de implantação para superação de cada barreira foi realizada com base nas descrições das estratégias/medidas apresentada por Vasconcelos e Barbassa (2021). Foram avaliadas oito estratégias de solução e 80 medidas de implantação. Cada estratégia/medida foi ainda classificada como essencial (E) ou complementar (C), dependendo da sua importância para a transposição da barreira em questão. Assim, a partir do processamento dos dados de entrada, obteve-se outra matriz, que correlaciona as principais barreiras ao SUSM no Brasil e as estratégias/medidas disponíveis para a sua transposição, a qual compôs o cerne das entrevistas.

2.2 Etapa 2: Entrevistas

Com as principais barreiras ao SUSM no Brasil e estratégias/medidas disponíveis para a sua transposição identificadas, foram realizadas entrevistas presenciais com profissionais de algumas prefeituras brasileiras. Foram selecionadas prefeituras, majoritariamente capitais de estados do Sul e Sudeste do país, que já tenham alguma experiência com a adoção de SUSM, a saber: Belo Horizonte - MG, Curitiba - PR, Porto Alegre - RS, Rio de Janeiro - RJ, São Carlos - SP, e São Paulo - SP. Os profissionais a serem entrevistados foram indicados pelos próprios órgãos em que atuam, com base em seu histórico de atuação profissional, após contato telefônico ou por correio eletrônico, e não possuíam nenhum tipo de vínculo prévio com os pesquisadores ou com a pesquisa. Foram entrevistados nove profissionais técnicos de carreira que trabalhavam nas secretarias responsáveis pelos projetos e obras de drenagem urbana do município. Todos os entrevistados foram submetidos às mesmas questões, de modo que as respostas pudessem ser comparadas. Apesar de o recorte de profissionais entrevistados se justificar para atender ao objetivo deste trabalho, ele não contempla a grande variabilidade de condições de drenagem existente nas diferentes regiões do Brasil. Portanto, a aplicabilidade dos resultados desta pesquisa para outras cidades deve ser avaliada por especialistas em drenagem da região em questão.

As entrevistas iniciaram-se pela apresentação da pesquisa e de seus responsáveis, das etapas já realizadas e dos objetivos da entrevista. Os profissionais não possuíam conhecimento prévio da pesquisa. A partir de então, foram apresentadas e indagadas, uma a uma, as estratégias/medidas disponíveis para a superação das principais barreiras ao SUSM no Brasil. Os profissionais entrevistados receberam a matriz de correlação entre as barreiras investigadas e as estratégias disponíveis para que pudessem acompanhar melhor

a entrevista. As perguntas realizadas para cada estratégia/medida foram:

1. “Você já ouviu falar desta estratégia/medida?”, em que o entrevistado respondia “Sim” ou “Não”;
2. “Na sua opinião, qual é a dificuldade de implantação desta estratégia/medida para este município?”, onde as opções de resposta eram “Fácil” (F), “Média” (M), “Difícil” (D), “Inviável” (Inv) ou “Inadequada” (Inad).

Os comentários que acompanharam as respostas, que consistiam na experiência prática do profissional em questão com a estratégia/medida, também foram registrados, assim como outras sugestões – além das originalmente investigadas – para a transposição das barreiras e avanço do SUSM.

O processamento dos resultados das entrevistas visou avaliar as estratégias/medidas mais favoráveis para a transposição de cada uma das principais barreiras ao SUSM do Brasil, de acordo com a experiência dos profissionais entrevistados. O cálculo dos percentuais foi realizado com base em seis respostas (uma para cada município), visto que os profissionais de uma mesma cidade foram entrevistados conjuntamente, gerando apenas uma resposta, que representaria melhor a situação do município. Assim, avaliou-se, inicialmente, a familiaridade dos profissionais entrevistados com SUSM (pergunta 1). A estratégia/medida foi considerada amplamente conhecida pelos entrevistados se obteve mais de 83% de respostas afirmativas, ou seja, se fosse conhecida em pelo menos cinco dos seis municípios pesquisados. A partir de então, classificou-se, com base nas respostas à pergunta 2, cada uma das estratégias/medidas de acordo com a sua dificuldade de implantação. Essa classificação se deu de acordo com os critérios apresentados na Tabela 1, que considerou como linha de corte dois terços das respostas, acumulando as respostas mais fáceis ou iguais a determinado nível. Estratégias/medidas avaliadas como

“Inviável” ou “Inadequada” não foram consideradas compatíveis com o contexto brasileiro e, portanto, foram excluídas das recomendações.

Entretanto, em caso de aproveitamento dos resultados desta pesquisa para outros municípios, sugere-se a sua reavaliação.

Tabela 1 - Critérios para classificação de dificuldade de implantação de cada estratégia/medida

	F	M	D	Inv	Inad
Estratégia/medida	%F > 66%	(%F + %M) > 66%	(%F + %M + %D) > 66%	%Inv > 50%	%Inad > 50%

Fonte: Elaborada pelos autores.

Com base nas dificuldades de implantação obtidas para cada estratégia/medida, foi possível avaliar quais delas seriam mais viáveis, de acordo com a experiência dos profissionais entrevistados, de serem adotadas para a transposição de cada uma das principais barreiras. Estas foram consideradas as estratégias/medidas recomendadas para a superação da barreira em questão. No entanto, assim como as barreiras possuem relação entre si, as suas soluções também devem ser analisadas de forma integrada, para que se tenham maiores chances de sucesso (Brown & Farrelly, 2009). Desta forma, além das estratégias/medidas consideradas de mais fácil adoção, também foram recomendadas estratégias/medidas de média dificuldade de adoção, que colaborassem diretamente com a efetividade da adoção de outras estratégias/medidas recomendadas, de acordo com as inter-relações apresentadas por Vasconcelos e Barbassa (2021).

Após a seleção das estratégias/medidas recomendadas para a superação das principais barreiras, estas foram analisadas de forma integrada, com o objetivo de identificar as melhores oportunidades de ação no sentido de avançar na adoção de SUSM no Brasil, com base na experiência dos municípios pesquisados. Foram consideradas como melhores oportunidades de ação as estratégias/medidas que, dentre as recomendadas para superação de alguma das principais barreiras, colaborariam com mais de uma das barreiras avaliadas a serem transpostas.

3 APLICABILIDADE DAS ESTRATÉGIAS AO BRASIL

As entrevistas presenciais foram realizadas em fevereiro e março de 2020 com nove técnicos de carreira das áreas de projetos e obras públicas das prefeituras. Os resultados completos das entrevistas, assim como a aplicabilidade de cada uma das estratégias/medidas para transposição das principais barreiras, são apresentados no Anexo C.

Em uma primeira análise, observa-se que 73,8% das estratégias/medidas avaliadas eram amplamente conhecidas pelos entrevistados. Medidas mais inovadoras, ainda teóricas e não adotadas em maior escala eram as menos conhecidas. É o caso de:

- a) “1.3.2. Manejo adaptativo” (*adaptative management*) (Chaffin et al., 2016), que consiste na adoção de projetos piloto estratégicos e monitorados e aperfeiçoamento das técnicas adotadas, para serem convertidas em políticas mais amplas;
- b) “3.4.3. *Open co-governance*” (Qiao et al., 2018), que é uma forma de governança onde atores públicos e privados atuam conjuntamente na tomada de decisões e coparticipam na implementação das ações definidas; e
- c) “6.1. Pesquisa sobre atitudes públicas sobre manejo de águas pluviais e sobre estruturas de SUSM implantadas” para embasar iniciativas

de conscientização da população sobre o tema (Goulden et al., 2018).

De modo geral, os entrevistados manifestaram interesse em saber mais sobre essas novas estratégias, demonstrando uma busca individual por aprimorar o conhecimento sobre SUSM.

Além disso, 3,7% das estratégias/medidas foram consideradas de fácil implantação, 43,8% de média, e 52,5% de difícil implantação. Nenhuma estratégia/medida foi considerada inadequada ou inviável. As estratégias/medidas mais conhecidas e com as quais os entrevistados já tinham mais experiência (municípios já haviam adotado alguma iniciativa semelhante) foram consideradas, em geral, de mais fácil implantação. Essa observação enfatiza a importância da divulgação e capacitação em SUSM. A partir da opinião dos entrevistados sobre a aplicabilidade das estratégias/medidas (Anexo C), foram discutidas formas para transposição das principais barreiras ao SUSM no Brasil, apresentadas nos subitens a seguir.

3.1 Transposição da barreira “Faltam padrões de projeto e de manutenção”

Para a transposição da barreira “Faltam padrões de projeto e de manutenção” de estruturas de SUSM recomenda-se a adoção de 25 estratégias/medidas essenciais e 14 complementares (Anexo C). Os padrões de projeto e de manutenção são estabelecidos por meio da normatização (estratégia 4), a qual depende diretamente da geração de informações (estratégia 1). Desta forma, a maioria das medidas a serem adotadas para transposição desta barreira está associada a essas duas estratégias.

As medidas relacionadas à estratégia de geração de informações foram, em sua maioria, consideradas de difícil adoção (Anexo C). Apenas as medidas “1.3. Projetos piloto” e “1.3.1. Adoção de

estratégias de SUSM em construções públicas” foram avaliadas como de média dificuldade de implantação. Ambas foram consideradas complementares para a superação dessa barreira; no entanto, apesar de serem uma forma menos direta de obter informações específicas sobre SUSM, podem colaborar significativamente com a geração de informação local e divulgação de SUSM se bem monitoradas e documentadas. Os profissionais entrevistados relataram dificuldade prática de utilização de projetos piloto, especialmente de obter financiamento, por não se tratar de uma atividade fim. Além disso, não faz parte da cultura das prefeituras pesquisadas a construção e o monitoramento de estruturas, o que faz com que alguns projetos pilotos já implantados – como cisternas em escolas, jardins de chuva em praças, trincheiras de infiltração e *wetlands* em Belo Horizonte – não sejam monitorados. Por outro lado, Curitiba estava, à época das entrevistas, com um projeto piloto de secagem *in loco* do material dragado das lagoas dos parques, para facilitar a sua destinação final.

Com relação às medidas vinculadas à normatização, houve uma medida essencial que foi considerada de fácil implantação: “4.3. Controle de quantidade de água de escoamento superficial”. Esse resultado reflete a experiência dos municípios pesquisados que já possuem algum tipo de legislação em vigor para controle de escoamento superficial (ver, por exemplo, Belo Horizonte, 2020; Curitiba, 2007; Porto Alegre, 2014) e, portanto, conseguem visualizar mais facilmente a adoção desta medida. Isso fica evidente ao se comparar a percepção dos entrevistados sobre a dificuldade de implantação das medidas de controle de quantidade e de qualidade da água, visto que as medidas de controle de qualidade (“4.2. Controle de qualidade da água de escoamento superficial” e “4.2.1. Retenção das chuvas frequentes”) foram consideradas de difícil adoção. Os entrevistados argumentaram que não adianta controlar a poluição difusa enquanto houver

problemas de falta de esgotamento sanitário e de resíduos sólidos nos corpos hídricos, realidade relatada por todos os municípios pesquisados. No entanto, o controle de qualidade da água de escoamento superficial pode ser integrado nas estruturas de controle de quantidade de água, por meio de interceptação permanente (Sage et al., 2015) dos primeiros milímetros de chuva (medida 4.2.1).

Outras medidas essenciais relacionadas à normatização do SUSM que foram consideradas de média dificuldade de adoção foram a “4.1. Manual de drenagem urbana que contemple SUSM” e “4.1.1. Estabelecer claramente os objetivos de SUSM”, as quais estão intimamente ligadas e compõem a base da normatização. Neste sentido, os entrevistados relataram que a elaboração do manual em si não seria de muita dificuldade, por não depender de grande investimento financeiro. No entanto, requer o envolvimento coordenado de vários setores, e, conseqüentemente, o comprometimento dos gestores com SUSM, o que é difícil de se conseguir atualmente. Após a elaboração do manual, outros desafios subsequentes foram citados, como a incorporação política, a resistência de adoção por parte dos empreendedores e do próprio poder público municipal, os quais estão relacionados à superação da barreira “Resistência à mudança”.

A partir do andamento das medidas recomendadas, outras serão necessárias e, para tanto, pode-se consultar, no Anexo C, as medidas relacionadas a elas e que seriam requeridas para cada caso específico.

3.2 Transposição da barreira “Falta de capacidade ou experiência”

Para a superação da “Falta de capacidade ou experiência” dos profissionais que lidam com drenagem urbana e, conseqüentemente, com SUSM, recomenda-se a adoção de 36 estratégias/medi-

das essenciais e 19 complementares (Anexo C). A principal estratégia vinculada à superação dessa barreira é a “2. Capacitação”. Ao se avaliarem as medidas vinculadas a essa estratégia, os entrevistados relataram observar maior dificuldade em reunir equipes institucionais capacitadas em SUSM do que de profissionais privados. No âmbito institucional, foi relatada falta de verba para capacitação e dificuldade de manter na instituição o pessoal capacitado, devido à rotatividade de técnicos, em especial quando o mercado de engenharia está aquecido.

Nesse contexto, podem-se priorizar as medidas “2.1. Incluir SUSM nos cursos de formação profissional superior” e “2.2. Treinamento de profissionais da área técnica para SUSM”, as quais foram consideradas de média dificuldade de adoção. A inclusão de SUSM nas diretrizes curriculares da engenharia e a criação de demanda de mercado podem colaborar com esse avanço. As medidas de capacitação aliadas à normatização, requerida para a superação da barreira “Faltam padrões de projeto e de manutenção”, e a existência de leis sobre SUSM, devem, ainda, fomentar a capacitação das equipes institucionais. Além disso, um dos entrevistados pontuou que a adoção de SUSM não depende apenas dos projetistas e de sua capacitação, mas também da legislação e de demandas de clientes, aspectos tratados pelas barreiras “Legislação inadequada”, “Resistência à mudança” e “Falta divulgação e conhecimento”.

3.3 Transposição da barreira “Legislação inadequada”

Para a transposição da barreira “Legislação inadequada” sobre SUSM, a qual está relacionada a todas as outras barreiras (Anexo A), seria útil a adoção de 36 estratégias/medidas essenciais e 35 complementares (Anexo C). Isso significa que mais de 80% das estratégias/medidas levantadas colaborariam com a sua superação, o que indica

a sua complexidade. Entretanto, a estratégia “5. Legislação” é a mais diretamente relacionada e, portanto, foi analisada mais profundamente.

Duas medidas da estratégia 5 foram consideradas de fácil implantação e, portanto, devem ser priorizadas: “5.3. Leis que obrigam a adoção de SUSM em novos empreendimentos e reformas e manutenção de condições de pré-desenvolvimento” e “5.3.2. Contemplar especificidades do governo local sobre projeto e manutenção”. Assim como a medida “4.3. Controle de quantidade de água de escoamento superficial”, a medida 5.3 também já possui iniciativas em todos os municípios pesquisados, o que diminui a sua percepção de dificuldade de adoção. Nos casos dos municípios pesquisados, as leis variam com relação a sua aplicabilidade, mas podem ser usadas como base para serem aprimoradas. Com relação à universalização da obrigatoriedade de adoção de SUSM, o município de Belo Horizonte (2020) é o mais avançado e pode ser usado como referência. No entanto, a medida não resolve o problema das áreas já urbanizadas e com excesso de escoamento superficial, que talvez possa ser amenizado por meio da superação da barreira “Faltam incentivos”.

Com relação à medida “5.3.2. Contemplar especificidades do governo local sobre projeto e manutenção”, apesar de ter sido considerada de fácil implantação, nenhum dos municípios pesquisados tem procedimentos claros de como executá-la, que poderiam servir de referência. Em Porto Alegre, foi relatado que a integração necessária para conhecer as especificidades locais ocorria melhor na época do Departamento de Esgotos Pluviais (DEP - extinto em 2017), o qual contemplava todos os setores relacionados à drenagem sob uma mesma diretoria e facilitava o fluxo de informações. Atualmente, existem comissões multidisciplinares de várias secretarias e setores para discutir os projetos, as quais não integram os setores tão bem quanto o DEP,

mas facilitam o diálogo. Independentemente do fórum, o diálogo entre os setores, incluindo o de planejamento, é fundamental. Outro aspecto relatado nas entrevistas e que dificulta a implantação dessa medida é a percepção, por parte dos entrevistados, de que a drenagem urbana ainda não é considerada importante.

Para aprimorar as leis existentes de modo a contemplar melhor os potenciais benefícios do SUSM, algumas medidas que tratam da adequação da legislação existente e que foram consideradas de média dificuldade de implantação também poderiam ser adotadas: “5.1. Implementar a legislação existente”, “5.1.1. Regulamentação adequada para que a legislação seja colocada em prática”, “5.1.2. Regulamentação baseada em critérios hidrológicos”, “5.2. Incorporar SUSM nas leis pertinentes já existentes”, “5.2.1. Revisar legislação existente para corrigir conflitos com relação à adoção de SUSM” e “5.2.2. Manual de drenagem urbana que contemple SUSM vinculado aos planos diretores”. Para avançar nesse sentido, os gestores precisam ter conhecimento e reconhecer a importância da adoção de SUSM. Os entrevistados também enfatizaram a dificuldade prática de implementação das leis existentes, o que pode ser amenizado pela medida “5.1.1. Regulamentação adequada para que a legislação seja colocada em prática”. Entretanto, foi relatado que falta tempo para a equipe técnica institucional regulamentar as leis, o que poderia ser contornado com a contratação de mais profissionais ou de consultorias para esse propósito.

Com relação à medida “5.1.2. Regulamentação baseada em critérios hidrológicos”, eles são contemplados atualmente de duas formas: i. Por meio do conhecimento das restrições da macrodrenagem, resultados dos planos diretores de drenagem, utilizadas para planejamento de projetos estruturais nas bacias; ii. Nas regulamentações para controle de escoamentos na fonte, onde o dimensionamento das estruturas reque-

ridas e a sua vazão de saída são norteadas pelas condições hidrológicas de antes da ocupação. Em alguns casos, como em Curitiba, o volume de escoamento superficial a ser reservado foi calculado para reter o volume extra a ser gerado pela impermeabilização da área ocupada (Curitiba, 2007). Em Porto Alegre, as leis atuais são baseadas na curva intensidade-duração-frequência menos favorável do município e nos coeficientes de escoamento superficial estabelecidos pelo plano diretor de drenagem (Porto Alegre, 2014).

Os aspectos supracitados de regulamentação inadequada se enquadram nos conflitos das leis existentes para adoção de SUSM (combatidos pela medida “5.2.1. Revisar legislação existente para corrigir conflitos com relação à adoção de SUSM”). Outro exemplo é a cobrança do IPTU progressivo em Curitiba para terrenos sem construções, mesmo que a sua vegetação seja preservada (Curitiba, 2017). Essa medida faz sentido no contexto do combate à ociosidade dos espaços urbanos e especulação imobiliária. Entretanto, é desfavorável para o SUSM, haja vista que esses terrenos poderiam colaborar para o incremento da infiltração em áreas urbanas. Observa-se ainda a questão já relatada da abrangência limitada das leis de controle de quantidade de água de escoamento superficial existentes, tanto no que tange às áreas em que são aplicáveis como ao fato de não contemplarem a qualidade da água.

Nesse sentido, além de dirimir conflitos na legislação atual, seria importante a adoção da medida “5.2. Incorporar SUSM nas leis pertinentes já existentes”. Essa medida consiste na avaliação de oportunidades de inclusão de SUSM nas leis atuais e requer a integração entre setores das prefeituras e o foco nas suas diversas necessidades. Um exemplo relativamente simples que poderia ser adotado é a transformação das áreas de jardins da cidade em estruturas de infiltração (canteiros centrais, rotatórias, faixas vegetadas das calçadas, jardins dentro dos lotes etc), que

se tornariam estruturas multifuncionais e aproveitariam as escassas áreas disponíveis nas áreas urbanas em prol do SUSM. Ao se analisar a cidade com esse olhar, certamente outras oportunidades surgirão.

Para finalizar as medidas propostas para superação da barreira “Legislação inadequada”, o manual de drenagem, que já foi recomendado para a superação da barreira sobre padrões de projeto e manutenção, precisaria ser regulamentado como parte integrante do plano diretor de drenagem ou similar (“5.2.2. Manual de drenagem urbana que contemple SUSM vinculado aos planos diretores”), respaldando tecnicamente os projetistas e o poder público na adoção de SUSM.

3.4 Transposição da barreira “Faltam incentivos”

Para a superação da barreira “Faltam incentivos” recomendam-se 11 estratégias/medidas essenciais e 13 complementares (Anexo C). As principais medidas relacionadas a incentivos estão associadas à legislação (estratégia 5) e são “5.7. Incentivos à adoção de SUSM na fase inicial, seguidos por obrigatoriedade de adoção”, “5.7.1. Incentivos econômicos” e “5.7.2. Prêmios e programas de reconhecimento”, todas consideradas de média dificuldade de implantação. A medida 5.7 foi considerada por diversos entrevistados uma boa alternativa, especialmente os incentivos econômicos (medida 5.7.1) e para áreas já urbanizadas. No entanto, os entrevistados demonstraram preocupação com relação a sua regulamentação e com a eventual perda de arrecadação pelo município, o que poderia gerar resistência por parte dos gestores municipais à proposição dessa medida.

Com relação aos prêmios e programas de reconhecimento (medida 5.7.2), é necessário evidenciar as orientações relacionadas ao SUSM e os benefícios associados a sua adesão, além de

ampla divulgação, para que haja interesse dos empreendedores. Alguns dos municípios pesquisados já possuem iniciativas neste sentido (Belo Horizonte, 2012; Belo Horizonte, 2019; Rio de Janeiro, 2012). No entanto, ainda não foi observado impacto dessas iniciativas na adoção de SUSM, o que poderia ser potencializado com a adoção da medida “6.3. Divulgação de SUSM”, também de média dificuldade de adoção. Propostas de incentivos para resolver casos críticos específicos também podem ser avaliadas.

3.5 Transposição da barreira “Falta planejamento em longo prazo”

Para a transposição da barreira “Falta planejamento em longo prazo” recomenda-se a adoção de 32 estratégias/medidas essenciais e 15 complementares (Anexo C). Pode-se dizer que o planejamento urbano e a forma como ele é comumente conduzido no Brasil é uma questão política, sendo que a falta de continuidade administrativa e visão estratégica dificultam a sua implantação. Essas também foram consideradas barreiras ao SUSM para o Brasil por Vasconcelos et al. (2022), mas apesar de diretamente relacionadas ao planejamento de longo prazo e a sua execução, não foram consideradas entre as mais importantes.

As medidas mais importantes para a superação dessa barreira estão relacionadas à estratégia “5. Legislação”. A maioria dessas medidas foi considerada pelos entrevistados difícil de ser implantada, o que reforça o hiato entre a necessidade de planejamento de longo prazo e a prática atual. Dessa forma, foram priorizadas as medidas de média dificuldade de adoção como um ponto de partida para a superação dessa barreira, a saber: “5.5. Manejo de águas pluviais integrado ao planejamento urbano e em escala de bacia”, “5.5.1.2. Uso de modelagem hidrológica para planejamento integrado” e “5.5.2. Regulação de uso e ocupação do solo que garanta a adoção de SUSM”.

Para implantar a medida 5.5, é necessário que os planos diretores urbano e de drenagem sejam vinculados e se retroalimentem. Uma forma de realizar essa integração é por meio da medida 5.5.2, que consiste na incorporação de SUSM nas leis urbanísticas que regulamentam os padrões de uso e ocupação do solo. Isso já está em prática, de alguma forma, em Porto Alegre, onde as leis sobre controle de escoamento superficial são baseadas nos coeficientes de escoamento superficial estabelecidos pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana. À época das entrevistas, as orientações do Plano Diretor de Drenagem Urbana estavam sendo utilizadas para a revisão em andamento do Plano Diretor Ambiental e Urbano do município. Belo Horizonte também segue nessa linha.

Outra forma de possibilitar essa integração é por meio da medida “5.5.1.2. Uso de modelagem hidrológica para planejamento integrado”, a qual já foi amplamente utilizada na elaboração dos planos diretores de drenagem e, segundo os entrevistados, requer comprometimento político para o seu uso constante e efetivo na gestão das águas urbanas. Um aspecto a ser melhorado nas modelagens já realizadas, segundo os profissionais entrevistados, está relacionado a sua calibração, a qual não foi realizada em nenhum dos municípios investigados, por falta de dados de monitoramento. Além da disponibilidade de dados para a calibração, a qualidade dos resultados da modelagem também depende de outros fatores, que devem ser considerados ao se adotar essa medida, como a escolha de um modelo, calibrado e validado, apto a fazer previsões confiáveis, principalmente de eventos extremos.

É importante ponderar que apenas a adoção dessas medidas não seria capaz de superar a barreira em questão, mas poderia colaborar com a mudança de paradigma: de uma visão mais imediatista e local para um planejamento mais amplo, essencial ao avanço do SUSM.

3.6 Transposição da barreira “Resistência à mudança”

Para diminuir a “Resistência à mudança” de paradigma da drenagem urbana convencional para o SUSM recomenda-se a adoção de 37 estratégias/medidas essenciais e 23 complementares (Anexo C). Elas permeiam todas as estratégias apresentadas, devido à complexidade do tema. Assim, as ações para superar essa barreira devem ser integradas e conduzidas em diferentes frentes. As primeiras estratégias/medidas que poderiam ser adotadas, de fácil ou média dificuldade de implantação, são: “1.3. Projetos piloto”, “2. Capacitação”, “5.2.1. Revisar legislação existente para corrigir conflitos com relação à adoção de SUSM”, “5.2.2. Manual de drenagem urbana que contemple SUSM vinculado aos planos diretores”, “5.3. Leis que obrigam adoção de SUSM em novos empreendimentos e reformas e manutenção de condições pré-desenvolvimento”, “5.5.2. Regulação de uso e ocupação do solo que garanta adoção de SUSM”, “5.7. Incentivos à adoção de SUSM na fase inicial, seguidos por obrigatoriedade de adoção”, “6.3. Divulgação de SUSM” e “6.4. Estruturas multifuncionais”. No entanto, apenas a medida 6.4 ainda não havia sido recomendada para a superação das principais barreiras ao SUSM no Brasil, de modo que o trabalho focado na transposição das outras barreiras também resultaria na diminuição da resistência à mudança.

Com relação à medida “6.4. Estruturas multifuncionais”, Belo Horizonte e Curitiba têm alguns reservatórios de detenção em áreas de parque ou com uso concomitante com outras funções, como áreas de lazer. Entretanto, os entrevistados relataram como dificuldade para a adoção de estruturas multifuncionais a falta de informação sobre o seu funcionamento após a implantação. Um exemplo é a questão de segurança e saúde pública em locais que funcionem como reservatórios e áreas de lazer. A falta de informações dificulta a tomada de decisão e a adoção dessas estruturas, dado que o

poder público geralmente não está disposto a assumir tais riscos. A medida “1.3. Projetos piloto”, já recomendada para a transposição da barreira “Faltam padrões de projeto e de manutenção”, poderia colaborar neste sentido.

O município de Porto Alegre avaliava, à época das entrevistas, a possibilidade de integrar aos reservatórios de detenção um pequeno sistema de coleta e tratamento da vazão em tempo seco (esgoto não coletado pelo sistema de esgotamento sanitário), o que seria uma função secundária do reservatório. A coleta e o tratamento da vazão em tempo seco afluente aos reservatórios de detenção – ou mesmo aos corpos hídricos, como em vários locais no município do Rio de Janeiro (Dias e Rosso, 2011) – pode ser uma boa medida para complementar a coleta do esgoto sanitário nos municípios e contribuir com a melhoria da qualidade da água.

3.7 Transposição da barreira “Falta divulgação e conhecimento”

Para a transposição da barreira “Falta divulgação e conhecimento” recomendam-se 22 estratégias/medidas essenciais e 14 complementares (Anexo C). Essa barreira trata especificamente do conhecimento da comunidade sobre SUSM, o que a relaciona com a estratégia “6. Engajamento da comunidade”. Dessa forma, as medidas que poderiam ser adotadas como ponto de partida são: “6.2. Programas de educação e conscientização da população sobre SUSM”, “6.3. Divulgação de SUSM”, “6.4. Estruturas multifuncionais”, todas consideradas de média dificuldade de implantação. Os entrevistados veem a conscientização (medida 6.2) como necessária para a mudança de paradigma e para o comprometimento social, e alguns deles sugeriram que ela fosse realizada por meio das escolas. Em Porto Alegre, à época do DEP, havia programas de educação ambiental e assessoria comunitária com este objetivo, que foram extintos juntamente com o órgão.

Além dessas medidas, a estratégia “8. Fiscalização”, também de média dificuldade de adoção, poderia ser implantada, de modo a reforçar as ações educativas. Para isso, seriam necessários uma equipe, insumos e treinamento direcionados. Segundo os profissionais, a fiscalização consiste em uma despesa contínua com um resultado que não é imediato. Além disso, foram citadas a falta de estrutura do município para fiscalização e a falta de consciência da necessidade de planejar e garantir a manutenção ao longo do tempo. Por isso, normalmente, são priorizadas as obras que dão resultados assim que inauguradas e a fiscalização ocorre apenas motivada por solicitação ou denúncia específica.

4 OPORTUNIDADES PARA EXPANSÃO DE SUSM NO BRASIL

Ao se avaliar de forma integrada as 26 estratégias/medidas recomendadas para a superação das principais barreiras, sumarizadas na Tabela 2, observa-se que 2 delas colaborariam com a superação de 3 das 7 barreiras, e 9 ajudariam na transposição de 2 barreiras. Se fossem adotadas as 2 estratégias/medidas que colaborariam com 3 barreiras, todas as barreiras principais, exceto “Faltam padrões de projeto e de manutenção” e “Falta planejamento em longo prazo”, seriam beneficiadas. No entanto, se as 11 estratégias/medidas que colaborariam com mais de uma barreira fossem implementadas, todas as barreiras principais receberiam alguma colaboração. Ademais, neste cenário, a “Resistência à mudança” teria todas as suas soluções recomendadas adotadas, o que consistiria em um avanço importan-

te para a mudança de paradigma. Assim, considera-se a adoção dessas 11 estratégias/medidas como oportunidades de ação para o avanço de SUSM no Brasil. A sua descrição mais detalhada e exemplos de adoção exitosa dessas estratégias, conduzidas em outros países, podem ser encontrados em Vasconcelos e Barbassa (2021).

É interessante ressaltar que a maioria dos municípios consultados na entrevista, com exceção de São Carlos, consiste em capitais de estados do Sul e Sudeste do país. Por serem capitais, têm maior potencial de influenciar e ajudar outras cidades do mesmo estado, e podem servir como referência em função da maior proximidade entre as equipes técnicas e políticas.

Outro aspecto que deve ser destacado é a importância do Ministério Público (MP) na mobilização dos municípios em direção ao SUSM, normalmente motivado pela cobrança da sociedade. Isso não ocorre necessariamente porque os técnicos dos municípios não queiram adotar estratégias de SUSM, mas, muitas vezes, pelo fato dos obstáculos serem maiores do que a sua capacidade de atuação. A intervenção do MP viabiliza a adoção de SUSM em função de dois aspectos: i. Em termos financeiros, pois, devido à escassez de dinheiro, o atendimento às demandas do MP é priorizado pelos gestores e técnicos; ii. Na escolha de alternativas mais adequadas, haja vista o maior peso atribuído à sustentabilidade ambiental ou aos aspectos sociais, em vez da priorização do menor custo e drenagem convencional. Isso reforça a importância da participação ativa e organizada da comunidade na cobrança do poder público.

Tabela 2 - Estratégias de solução e medidas de implantação recomendadas para expansão de SUSM no Brasil

	Barreiras para as quais as estratégias/medidas foram sugeridas						
	Faltam padrões de projeto e de manutenção	Falta de capacidade ou experiência	Legislação inadequada	Faltam incentivos	Falta planejamento em longo prazo	Resistência à mudança	Falta divulgação e conhecimento
1.3. Projetos piloto	X					X	
1.3.1. Adoção de estratégias de SUSM em construções públicas	X						
2. Capacitação		X				X	
2.1. Incluir SUSM nos cursos de formação profissional superior		X					
2.2. Treinamento de profissionais da área técnica para SUSM		X					
4.1. Manual de drenagem urbana que contemple SUSM	X	X					
4.1.1. Estabelecer claramente os objetivos do SUSM	X	X					
4.2.1. Retenção das chuvas frequentes	X						
4.3. Controle de quantidade de água de escoamento superficial	X						
5.1. Implementar a legislação existente			X				
5.1.1. Regulamentação adequada para que a legislação seja colocada em prática			X				
5.1.2. Regulamentação baseada em critérios hidrológicos			X				
5.2. Incorporar SUSM nas leis pertinentes já existentes			X				
5.2.1. Revisar legislação existente para corrigir conflitos com relação à adoção de SUSM			X			X	
5.2.2. Manual de drenagem urbana que contemple SUSM vinculado aos planos diretores			X			X	
5.3. Leis que obrigam adoção de SUSM em novos empreendimentos e reformas e manutenção de condições pré-desenvolvimento		X	X			X	
5.3.2. Contemplar especificidades do governo local sobre projeto e manutenção			X				
5.5. Manejo de águas pluviais integrado ao planejamento urbano e em escala de bacia					X		
5.5.1.2. Uso de modelagem hidrológica para planejamento integrado					X		
5.5.2. Regulação de uso e ocupação do solo que garanta adoção de SUSM					X	X	
5.7. Incentivos à adoção de SUSM na fase inicial, seguidos por obrigatoriedade de adoção				X		X	
5.7.1. Incentivos econômicos				X			
5.7.2. Prêmios e programas de reconhecimento				X			
6.2. Programas de educação e conscientização da população sobre SUSM							X
6.3. Divulgação de SUSM				X		X	X
6.4. Estruturas multifuncionais						X	X
8. Fiscalização							X

* Destacadas em negrito estratégias/medidas que colaboram com mais de uma barreira

Fonte: Elaborada pelos autores.

5 CONCLUSÕES

A pesquisa visou identificar soluções viáveis ao Brasil para a superação das principais barreiras e ampliação da adoção de SUSM com base na expertise de profissionais de prefeituras com experiência no assunto. Os municípios pesquisados possuíam diferentes experiências, mas algumas ações similares, como “Controle de quantidade de água de escoamento superficial” e “Leis que obrigam a adoção de SUSM em novos empreendimentos e reformas e manutenção de condições de pré-desenvolvimento”. Medidas já adotadas fo-

ram consideradas mais fáceis, o que leva à conclusão de que a experiência influencia a percepção de viabilidade da medida e, portanto, a resistência a sua adoção. Nesse sentido, recomenda-se o uso das experiências exitosas por meio, por exemplo, da criação de uma rede de colaboração que fomente o diálogo entre esses municípios. Além disso, o fato de serem, em sua maioria, capitais de estados, pode facilitar a propagação da sua experiência para os municípios do interior.

Com relação ao aproveitamento das experiências positivas dos municípios pesquisados, algumas se

destacam: a recente universalização da obrigatoriedade de adoção de SUSM em Belo Horizonte; o DEP em Porto Alegre; e a recente busca pela integração entre planejamento urbano e manejo de águas pluviais em Belo Horizonte e Porto Alegre. Ademais, um olhar para a cidade com foco no aproveitamento de oportunidades para a adoção de SUSM também colaboraria com o seu avanço em áreas já urbanizadas e considerando as especificidades locais.

De forma mais ampla, esta pesquisa apontou 11 estratégias/medidas como oportunidades de ação para o avanço de SUSM no Brasil. A adoção destas contemplaria todas as estratégias/medidas recomendadas para a transposição da barreira “Resistência à mudança”, essencial para a mudança de paradigma no manejo das águas pluviais urbanas. Entretanto, sugere-se iniciar o processo de adoção das estratégias/medidas pelas que colaborariam com a transposição de um maior número de barreiras, haja vista que tanto as barreiras como as soluções se inter-relacionam e, portanto, colaboram com o avanço do SUSM como um todo. Neste sentido, as medidas “Leis que obrigam adoção de SUSM em novos empreendimentos e reformas e manutenção de condições pré-desenvolvimento” e “Divulgação de SUSM” colaborariam com a transposição de três barreiras cada uma e seriam, portanto, mais benéficas de serem inicialmente adotadas.

A adoção das estratégias/medidas em etapas e seu monitoramento contribuiriam com o conhecimento sobre SUSM no Brasil. Além disso, essa lógica também pode fomentar o diálogo e a interação entre os setores e atores envolvidos com o manejo das águas pluviais urbanas, fator importante para a efetividade do SUSM. Para o avanço de SUSM no país, é necessário que mais estudos sobre o tema sejam realizados, em especial sobre a documentação e compartilhamento dos esforços empreendidos em municípios brasileiros. É importante pontuar que o recorte de municípios pesquisados pode não representar adequadamente as especificidades locais. Neste sentido,

sugere-se que em trabalhos futuros sejam abordados o cenário e as especificidades do SUSM em outras cidades, ampliando a abrangência de contextos estudados. Além disso, a metodologia de análise de estratégias/medidas apresentada por este artigo pode ser adotada por quaisquer municípios para otimizar os esforços de adoção de SUSM. Independentemente do local, para uso dos resultados desta pesquisa, é necessário avaliar a situação atual e a validade das barreiras indicadas, assim como a aplicabilidade das estratégias/medidas passíveis de serem adotadas.

6 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

7 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Conceitualização: Vasconcelos AF e Barbassa AP; **Metodologia:** Vasconcelos AF e Barbassa AP; **Investigação:** Vasconcelos AF; **Redação - Primeira versão:** Vasconcelos AF; **Redação - Revisão & Edição:** Vasconcelos AF, Santos MFN e Barbassa AP; **Aquisição de Financiamento:** Vasconcelos AF e Barbassa AP; **Recursos:** Vasconcelos AF, Santos MFN e Barbassa AP; **Supervisão:** Barbassa AP

8 REFERÊNCIAS

- BALLARD, B.W. et al., 2015. **The SuDS Manual**. CIRIA. Disponível em: <https://www.ciria.org/ItemDetail?iProductCode=C753F&Category=FREEPUBS> Acesso em 12 Mar. 2018.
- BELO HORIZONTE. **Portaria SMMA nº 06, de 2 de maio de 2012**. Dispõe sobre o Regulamento do Programa de Certificação em Sustentabilidade Ambiental – “Selo BH Sustentável” da Secretaria Municipal de Meio Ambiente.
- BELO HORIZONTE. **Lei nº 11.181, de 8 de agosto de 2019**. Aprova o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte e dá outras providências.

- BELO HORIZONTE. **Decreto nº 17.273, de 4 de fevereiro de 2020.** Regulamenta os Títulos V a IX da Lei nº 11.181, de 8 de agosto de 2019, sobre parcelamento do solo, ocupação do solo, uso do solo, áreas de interesse ambiental e patrimônio cultural e urbano no Município, e dá outras providências.
- BRASIL, 2011. **Atlas de saneamento 2011.** Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=280933> Acesso em 20 Ago. 2020.
- BRASIL, 2021. **Diagnóstico Temático: Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas.** Disponível em: http://snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ap/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AP_SNIS_2021.pdf Acesso em 8 Mar. 2022.
- BROWN, R.R.; FARRELLY, M.A. Delivering sustainable urban water management: a review of the hurdles we face. **Water Science and Technology**, v. 59, n. 5, p. 839-846, 2009. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.028>
- CHAFFIN, B.C. et al. A tale of two rain gardens: Barriers and bridges to adaptive management of urban stormwater in Cleveland, Ohio. **Journal of Environmental Management**, 183, p. 431-441, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.06.025>
- CHANG, N. et al. Global policy analysis of low impact development for stormwater management in urban regions. **Land Use Policy**, v. 70, p. 368-383, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.11.024>
- CRUZ, M.A.S.; SOUZA, C.F.; TUCCI, C.E.M., 2007. Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. São Paulo: ABRH. **Anais...**
- CURITIBA. **Decreto nº 176, de 20 de março de 2007.** Dispõe sobre os critérios para implantação dos mecanismos de contenção e cheias.
- CURITIBA. **Decreto nº 2.256, de 27 de dezembro de 2017.** Aprova o regulamento do Imposto Predial e Territorial Urbano – IPTU, estabelecendo os critérios de cálculo do valor dos imóveis do Município de Curitiba.
- DHAKAL, K.P.; CHEVALIER, L.R. Managing urban stormwater for urban sustainability: Barriers and policy solutions for green infrastructure application. **Journal of Environmental Management**, v. 203, p. 171-181, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.07.065>
- DIAS, A.P.; ROSSO, T.C.A. Análise dos elementos atípicos do sistema de esgoto – separador absoluto – na Cidade do Rio de Janeiro. **Engevista**, v. 13, n. 3, p. 177-192, Dez. 2011.
- FLETCHER, T.D. et al. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more—The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. **Urban Water Journal**, v. 12, n. 7, p. 525-542, 2015. <http://dx.doi.org/10.1080/1573062X.2014.916314>
- GOULDEN, S. et al. From conventional drainage to sustainable stormwater management: Beyond the technical challenges. **Journal of Environmental Management**, v. 219, p. 37-45, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.04.066>
- JIANG, Y.; ZEVENBERGEN, C.; FU, D. Understanding the challenges for the governance of China's "sponge cities" initiative to sustainably manage urban stormwater and flooding. **Natural Hazards**, v. 89, p. 521-529, 2017. <https://doi.org/10.1007/s11069-017-2977-1>
- LI, C. et al. Can stormwater control measures restore altered urban flow regimes at the catchment scale? **Journal of Hydrology**, v. 549, p. 631-653, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.03.037>
- LOPERFIDO, J.V. et al. Effects of distributed and centralized stormwater best management practices and land cover on urban stream hydrology at the catchment scale. **Journal of Hydrology**, v. 519, p. 2584-2595, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.07.007>
- PARKINSON, J. et al., 2003. **Drenagem Urbana Sustentável—Relatório do Workshop em Goiânia—GO.** Disponível em: http://semarh.se.gov.br/wp-content/uploads/2017/02/drenagem_urbana_no_brasil-workshop_relatorio081003.pdf Acesso em 8 Jan. 2019.
- PORTO ALEGRE. **Decreto nº 18.611, de 9 de abril de 2014.** Regulamenta o controle da drenagem urbana e revoga os itens 4.8.6, 4.8.7 e 4.8.9 do Decreto nº 14.786, de 30 de dezembro de 2004 – Caderno de Encargos do DEP – e o Decreto nº 15.371, de 17 de novembro de 2006.
- QIAO, X.; KRISTOFFERSSON, A.; RANDRUP, T.B. Challenges to implementing urban sustainable stormwater management from a governance perspective: A literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 196, p. 943-952, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.049>
- RASHETNIA, S.; SHARMA, A.; LADSON, A.R.; BROWNE, D.; YAGHOUBI, E. A scoping review on Water Sensitive Urban Design aims and achievements. **Urban Water Journal**, publicado online em 28 de fevereiro de 2022. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2022.2044494>
- RIO DE JANEIRO (Município). **Decreto nº 35.745, de 06 de junho de 2012.** Cria a qualificação QUALIVERDE e estabelece critérios para sua obtenção.
- SAGE, J.; BERTHIER, E.; GROMAIRE, M.C. Stormwater management criteria for on-site pollution control: A comparative assessment of international practices. **Environmental Management**, v. 56, p. 66-80, 2015. <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0485-1>
- SOUZA, V.C.B. Gestão da drenagem urbana no Brasil: desafios para a sustentabilidade. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, v. 1, n. 1, p. 57-72, 2013.
- STOVIN, V.; ASHLEY, R. SuDS/BMPs/WSUD/SCMs: convergence to a blue-green infrastructure. **Urban Water Journal**, v. 16, n. 6, p. 403, 2019. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2019.1685229>
- VASCONCELOS, A.F. et al. Barriers to sustainable urban stormwater management in developing countries: The case of Brazil. **Land**

Use Policy, v. 112, 105821, 2022 . <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105821>

VASCONCELOS, A.F.; BARBASSA, A.P. Sustainable urban stormwater management in developing countries: integrating strategies to overcome Brazilian barriers. **Urban Water Journal**, publicado online em 25 de agosto de 2021. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2021.1969415>

YING, J.; ZHANG, X.; ZHANG, Y.; BILAN, S. Green infrastructure: systematic literature review. **Urban Water Journal**, publicado online em 13 de abril de 2021. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2021.1893202>

ZIMMER, C.A. et al. Low-Impact-Development Practices for Stormwater: Implications for Urban Hydrology. **Canadian Water Resources Journal**, v. 32, n. 3, p. 193-212, 2007.

ANEXO A

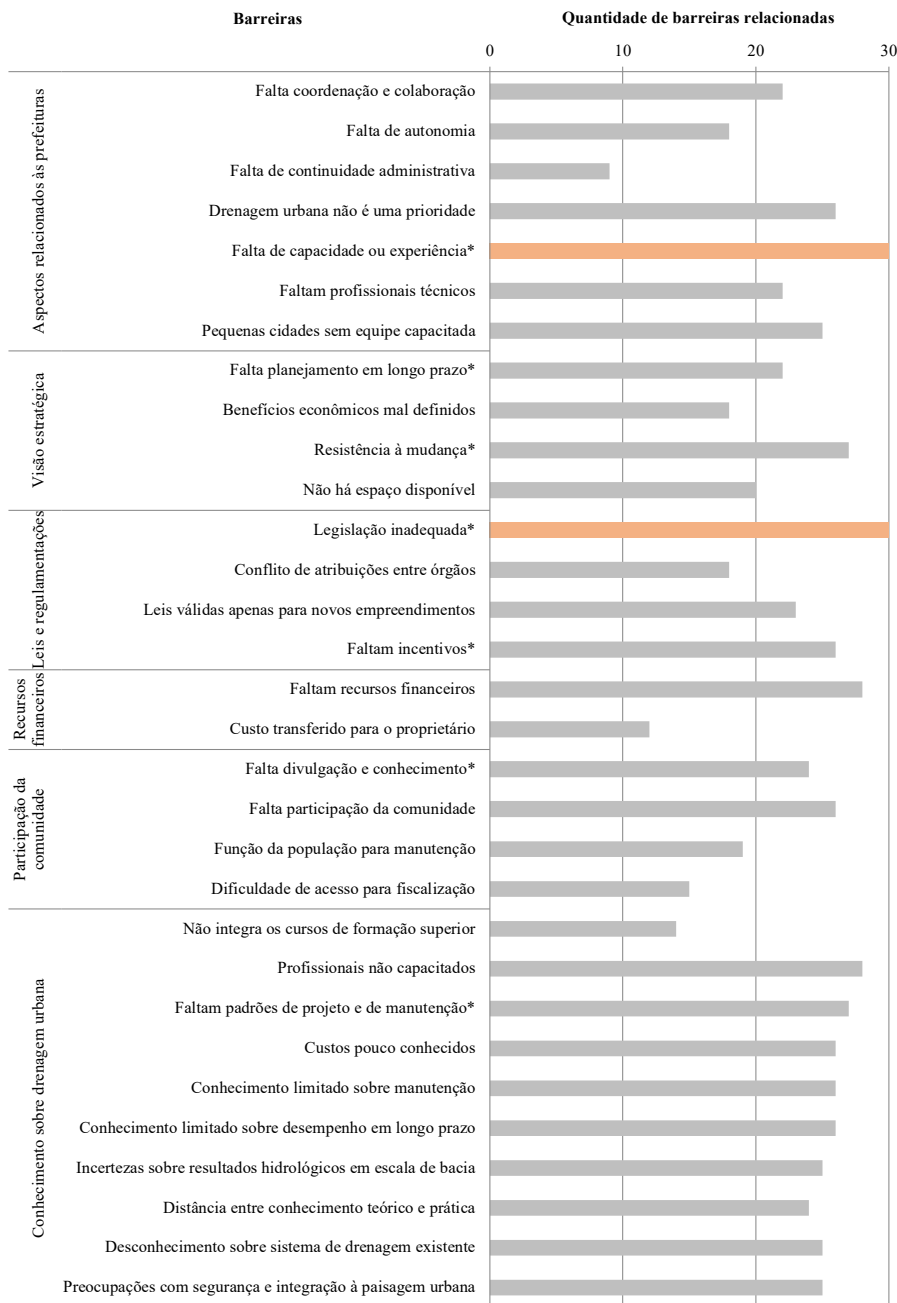


Figura 1ª - Inter-relação entre as barreiras (quantidades) e principais barreiras ao SUSM no Brasil (identificadas com um asterisco) (adaptado de Vasconcelos et al., 2022)

ANEXO B

Tabela 1B - Matriz de correlação entre as principais barreiras ao SUSM no Brasil e as estratégias de solução

Principais barreiras ao SUSM no Brasil	Estratégias de solução							
	1. Geração de informações	2. Capacitação	3. Ferramentas de suporte à decisão	4. Normatização	5. Legislação	6. Engajamento da comunidade	7. Financiamento	8. Fiscalização
1. Faltam padrões de projeto e de manutenção	X	X	X	X	X		X	
2. Falta de capacidade ou experiência	X	X	X	X	X		X	
3. Legislação inadequada	X	X	X	X	X		X	X
4. Faltam incentivos	X		X		X	X	X	X
5. Falta planejamento em longo prazo	X	X	X	X	X		X	
6. Resistência à mudança	X	X	X	X	X	X	X	X
7. Falta divulgação e conhecimento	X	X		X	X	X	X	X
8. Fiscalização							X	

Fonte: adaptado de Vasconcelos e Barbassa, 2021.

ANEXO C

A Tabela 1C apresenta os resultados das entrevistas. As células coloridas categorizam as estratégias/medidas da seguinte forma: azul – amplamente conhecidas; verde – fácil implantação; amarela – média dificuldade de implantação; vermelha – difícil implantação.

Tabela 1C - Aplicabilidade e percepção dos técnicos entrevistados sobre as estratégias/medidas para o município em que trabalham

Estratégias de solução e medidas de implantação	Estratégias de solução							Já ouviu falar? (%)	Dificuldade de implantação (%)				
	1	2	3	4	5	6	7		F	M	D	Inad	Inv
1. Geração de informações	E	E	C	E	E	E	E						
1.1. Conhecimento do sistema existente	E	E	C		E	E		100,0	16,7	33,3	50,0	0,0	0,0
1.1.1. Cadastro das estruturas existentes	E		C					100,0	16,7	33,3	50,0	0,0	0,0
1.1.2. Monitoramento	E		C		C			100,0	16,7	33,3	50,0	0,0	0,0
1.2. Pesquisa e disponibilização de conhecimento local e confiável sobre SUSM	E	E	E		C	E	E	66,7	50,0	0,0	50,0	0,0	0,0
1.2.1. Pesquisa sobre custos e benefícios	E			E	E	E		83,3	33,3	16,7	50,0	0,0	0,0
1.2.2. Pesquisa sobre desempenho em longo prazo	E				E	E		66,7	16,7	16,7	66,7	0,0	0,0
1.2.3. Pesquisas sobre manutenção	E				E	E		83,3	33,3	16,7	50,0	0,0	0,0
1.3. Projetos piloto	C	E	C		C	E	C	83,3	0,0	83,3	0,0	0,0	16,7
1.3.1. Adoção de estratégias de SUSM em construções públicas	C	C			C	C	C	83,3	16,7	50,0	33,3	0,0	0,0
1.3.2. Manejo adaptativo, com adoção de projetos piloto estratégicos e monitorados e aperfeiçoamento das técnicas adotadas, até virarem políticas mais amplas	C	C	C		C	C	C	16,7	0,0	40,0	60,0	0,0	0,0
2. Capacitação	E	E	E		E	E	E	100,0	16,7	66,7	16,7	0,0	0,0
2.1. Incluir SUSM nos cursos de formação profissional superior		E			E	E		50,0	16,7	66,7	16,7	0,0	0,0
2.2. Treinamento de profissionais da área técnica para SUSM	E	E			E	E	E	100,0	50,0	16,7	33,3	0,0	0,0
2.3. Equipes institucionais capacitadas em SUSM	E	E	E		E	E	E	83,3	0,0	50,0	50,0	0,0	0,0
2.3.1. Especialista em drenagem no setor responsável		E	E			E		100,0	33,3	0,0	66,7	0,0	0,0
2.3.2. Equipes profissionais multidisciplinares		E	C			C		100,0	0,0	50,0	50,0	0,0	0,0
2.3.3. Apoio externo às equipes de pequenas cidades		C	C			C		66,7	33,3	16,7	50,0	0,0	0,0

continua...

Tabela 1C - continuação...

Estratégias de solução e medidas de implantação	Estratégias de solução							Já ouviu falar? (%)	Dificuldade de implantação (%)					
	1	2	3	4	5	6	7		F	M	D	Inad	Inv	
3. Ferramentas de suporte à decisão	C	E	C	C	C	E								
3.1. Indicadores de sustentabilidade para o manejo de águas pluviais urbanas	C	C	C		C			66,7	16,7	66,7	16,7	0,0	0,0	
3.2. Modelagem em escala de bacia	E	C	C		E			100,0	50,0	33,3	16,7	0,0	0,0	
3.3. Avaliação e aproveitamento da aptidão de cada espaço para SUSM	E	C						66,7	0,0	50,0	50,0	0,0	0,0	
3.4. Diálogo entre os grupos de atores		E	E		E	E	E							
3.4.1. Participação da comunidade na escolha de iniciativas a serem adotadas		C	C	C	C	E	C	100,0	0,0	16,7	66,7	0,0	16,7	
3.4.2. Consideração das necessidades dos incorporadores para adoção de SUSM		C	C	C		C		83,3	16,7	50,0	33,3	0,0	0,0	
3.4.3. Open co-governance, uma forma de governança onde atores públicos e privados, como empresas e ONGs, atuam conjuntamente na tomada de decisões e coparticipam na implementação das ações definidas		C	C		C	C	C	16,7	0,0	16,7	83,3	0,0	0,0	
4. Normatização	E	E	E		E	E	E							
4.1. Manual de drenagem urbana que contemple SUSM	E	E	E		E	E	E	100,0	16,7	66,7	16,7	0,0	0,0	
4.1.1. Estabelecer claramente os objetivos do SUSM	E	E	E		E	E	E	83,3	16,7	50,0	33,3	0,0	0,0	
4.2. Controle de qualidade da água de escoamento superficial	E	E	E					100,0	0,0	0,0	83,3	0,0	16,7	
4.2.1. Retenção das chuvas frequentes	E	E	E					83,3	16,7	33,3	33,3	0,0	16,7	
4.3. Controle de quantidade de água de escoamento superficial	E	E	E					100,0	66,7	33,3	0,0	0,0	0,0	
4.3.1. Preservação da vazão de pré-ocupação	E	E	E					83,3	50,0	16,7	33,3	0,0	0,0	
4.3.2. Recuperação da vegetação em áreas estratégicas	C	C	E					100,0	33,3	16,7	50,0	0,0	0,0	
4.4. Procedimentos e rotina de manutenção		E	C			C		100,0	0,0	50,0	50,0	0,0	0,0	
4.5. Otimização		C	C			C		66,7	33,3	16,7	50,0	0,0	0,0	
4.5.1. Considerar facilidade de manutenção nos critérios de projeto														
4.4. Procedimentos e rotina de manutenção	E	E	E		E	E	E	100,0	20,0	40,0	40,0	0,0	0,0	
4.5. Otimização	C	C	C			C								
4.5.1. Considerar facilidade de manutenção nos critérios de projeto	C	C	C			C		100,0	33,3	50,0	16,7	0,0	0,0	
4.5.2. Considerar segurança, estética e integração à cidade no projeto	C	E	C			C		100,0	50,0	33,3	16,7	0,0	0,0	
4.6. Visão ampla	C	C	C			C								
4.6.1. Abordagem integrada (considera aspectos hidráulicos, hidrológicos, ambientais, sanitários, paisagísticos etc)	C	E	C			C		100,0	50,0	33,3	16,7	0,0	0,0	
4.6.2. Renaturalização de rios	C	C						100,0	0,0	16,7	83,3	0,0	0,0	
4.6.3. Prever a possibilidade de falha no projeto e projetar redundância para as estruturas mais sensíveis e com maior potencial de impacto em caso de falha	C	C						50,0	0,0	66,7	16,7	16,7	0,0	
5. Legislação	E	E	E	E	E	E	E							
5.1. Implementar a legislação existente			E					100,0	16,7	66,7	16,7	0,0	0,0	
5.1.1. Regulamentação adequada para que a legislação seja colocada em prática		E	E			E		100,0	33,3	50,0	16,7	0,0	0,0	
5.1.2. Regulamentação baseada em critérios hidrológicos		E	E		C			100,0	50,0	33,3	16,7	0,0	0,0	
5.2. Incorporar SUSM nas leis pertinentes já existentes		E	E		E	E	E	100,0	16,7	50,0	33,3	0,0	0,0	
5.2.1. Revisar legislação existente para corrigir conflitos com relação à adoção de SUSM		E	E		E	E		83,3	0,0	66,7	33,3	0,0	0,0	
5.2.2. Manual de drenagem urbana que contemple SUSM vinculado aos planos diretores		E	E		E	E	E	100,0	16,7	66,7	16,7	0,0	0,0	
5.3. Leis que obrigam adoção de SUSM em novos empreendimentos e reformas e manutenção de condições pré-desenvolvimento		E	E	E	E	E	E	100,0	66,7	33,3	0,0	0,0	0,0	
5.3.1. Legislação deve ser flexível, para contemplar projetos simples e que contemplem processos ecológicos de acordo com os interesses dos grupos de atores			C			C		83,3	33,3	0,0	66,7	0,0	0,0	
5.3.2. Contemplar especificidades do governo local sobre projeto e manutenção	C	C	E			C		83,3	66,7	0,0	33,3	0,0	0,0	
5.3.3. Requerer SUSM em reformas			C	C	C	C		100,0	33,3	16,7	50,0	0,0	0,0	
5.3.4. Garantir políticas de longo prazo			E	E	E	E		100,0	0,0	33,3	66,7	0,0	0,0	
5.3.5. Garantir compartilhamento de responsabilidade justo entre os geradores de escoamento superficial	E	E	E	E	E	E	C	83,3	16,7	16,7	66,7	0,0	0,0	

continua...

Tabela 1C - continuação...

Estratégias de solução e medidas de implantação	Estratégias de solução							Já ouviu falar? (%)	Dificuldade de implantação (%)				
	1	2	3	4	5	6	7		F	M	D	Inad	Inv
5.4. Integração entre legislação e programa de investimento			E	E	E	E		83,3	16,7	50,0	33,3	0,0	0,0
5.4.1. Fonte estável de recursos em longo prazo			E	E	E	E		100,0	0,0	33,3	66,7	0,0	0,0
5.5. Manejo de águas pluviais integrado ao planejamento urbano e em escala de bacia			E		E			100,0	16,7	66,7	16,7	0,0	0,0
5.5.1. Evitar a transferência de impactos para jusante, na escala de municípios	E	E	E		E			100,0	0,0	0,0	66,7	33,3	0,0
5.5.1.1. Distrito de drenagem (interseção entre o município e os limites da bacia) para gestão integrada na bacia			C					50,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
5.5.1.2. Uso de modelagem hidrológica para planejamento integrado		C	C		C			100,0	16,7	50,0	33,3	0,0	0,0
5.5.2. Regulação de uso e ocupação do solo que garanta adoção de SUSM		E	E		E	E		100,0	33,3	50,0	16,7	0,0	0,0
5.5.2.1. Planejamento de áreas a serem mantidas verdes		C	C		E			100,0	16,7	33,3	50,0	0,0	0,0
5.5.2.2. Desenvolvimento das cidades baseado em critérios hidrológicos		C	C		E			83,3	0,0	33,3	66,7	0,0	0,0
5.5.2.3. Integrar o setor de águas pluviais com os demais atuantes no espaço urbano		E	E					100,0	16,7	50,0	33,3	0,0	0,0
5.5.3. Gestão integrada nos diferentes níveis governamentais		E	E					33,3	0,0	16,7	83,3	0,0	0,0
5.6. Planejamento e apoio à manutenção		E	E		E	E	E	66,7	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
5.6.1. Plano de manutenção e inspeção, que assegure a responsabilidade do proprietário de manter as estruturas funcionando e o poder público de fazer inspeções de seu adequado funcionamento			E		E			66,7	0,0	33,3	66,7	0,0	0,0
5.6.2. Programa de apoio à manutenção, com disponibilização de informações, lembretes e instruções			C	C	C	E	E	33,3	0,0	33,3	66,7	0,0	0,0
5.7. Incentivos à adoção de SUSM na fase inicial, seguidos por obrigatoriedade de adoção			E	E		C	C	66,7	16,7	50,0	33,3	0,0	0,0
5.7.1. Incentivos econômicos			C	C		C	C	100,0	16,7	50,0	33,3	0,0	0,0
5.7.2. Prêmios e programas de reconhecimento			C	C		C	C	66,7	33,3	50,0	16,7	0,0	0,0
6. Engajamento da comunidade				C		E	E	100,0	0,0	40,0	60,0	0,0	0,0
6.1. Pesquisa sobre atitudes públicas sobre manejo de águas pluviais e sobre estruturas de SUSM implantadas						C	C	20,0	0,0	40,0	60,0	0,0	0,0
6.2. Programas de educação e conscientização da população sobre SUSM				C		E	E	100,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
6.2.1. Capacitar a comunidade para participar das tomadas de decisão						C	C	80,0	0,0	40,0	60,0	0,0	0,0
6.2.2. Capacitação da comunidade para inspecionar o bom funcionamento das estruturas de SUSM						C	C	60,0	0,0	60,0	40,0	0,0	0,0
6.3. Divulgação de SUSM				E		E	E	83,3	33,3	50,0	16,7	0,0	0,0
6.4. Estruturas multifuncionais				C		C	C	100,0	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0
6.4.1. Focar nas necessidades de vários setores						C		83,3	0,0	50,0	50,0	0,0	0,0
7. Financiamento	E	E	E	E	E	C	E						
7.1. Cobrança de taxas dos proprietários			C	C			C	83,3	0,0	33,3	33,3	33,3	0,0
7.2. Uso de recursos do fundo municipal			C					100,0	40,0	40,0	20,0	0,0	0,0
7.3. Verba disponibilizada pelos governos federal e estadual para agências regionais responsáveis por infraestrutura e saneamento			C					83,3	0,0	50,0	50,0	0,0	0,0
7.4. Mecanismos de financiamento público, por meio de empréstimos de bancos de fomento			C		C			100,0	0,0	66,7	33,3	0,0	0,0
7.5. Financiamento privado, como o de empresas a quem interesse a adoção de SUSM para o bom funcionamento de suas atividades			C		C			33,3	0,0	16,7	83,3	0,0	0,0
8. Fiscalização			C	C		E	E	83,3	0,0	66,7	33,3	0,0	0,0
8.1. Punição em caso de violação das estratégias de SUSM			C	C		E	E	66,7	0,0	16,7	66,7	16,7	0,0

*1: Faltam padrões de projeto e de manutenção; 2: Falta de capacidade ou experiência; 3: Legislação inadequada; 4: Faltam incentivos; 5: Falta planejamento em longo prazo; 6: Resistência à mudança; 7: Falta divulgação e conhecimento; E: essencial; C: complementar.

Fonte: Elaborada pelos autores.