

**Análise Multicritério para Seleção de Técnicas Compensatórias de Drenagem Urbana e Recomendação de sua Distribuição Espacial para a Cidade de Itajubá – MG**

**Marina Batalini de Macedo**

Professora Doutora, Universidade Federal de Itajubá, Brasil  
marinamacedo@unifei.edu.br  
ORCID iD: 0000-0003-2829-754X

**Ana Júlia Rodrigues**

Pesquisadora, Universidade Federal de Itajubá, Brasil  
anajuliarodrigues816@gmail.com  
ORCID iD: 0009-0004-3813-6285

Submissão: 01/11/2024

Aceite: 17/11/2024

MACEDO, Marina Batalini de; RODRIGUES, Ana Júlia. Análise Multicritério para Seleção de Técnicas Compensatórias de Drenagem Urbana e Recomendação de sua Distribuição Espacial para a Cidade de Itajubá – MG. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [S. l.], v. 12, n. 87, 2024. DOI: [10.17271/23188472128720245265](https://doi.org/10.17271/23188472128720245265)

Disponível em:

[https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/article/view/5265](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/5265)

Licença de Atribuição CC BY do Creative Commons

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## **Análise Multicritério para Seleção de Técnicas Compensatórias de Drenagem Urbana e Recomendação de sua Distribuição Espacial para a Cidade de Itajubá – MG**

### **RESUMO**

**Objetivo** - Este trabalho avaliou a aplicabilidade da integração de métodos de análise multicritério com ferramentas de Sistema de Informação Geográfica para identificar locais adequados para implantação de medidas de drenagem sustentável

**Metodologia** – Foi utilizado o método de análise multicritério *Analytical Hierarquic Problem* (AHP) com o software QGIS para as técnicas biorretenção, bacia de detenção, pavimento permeável, reservatório individual e telhado verde/armazenador, aplicando para um estudo de caso na cidade de Itajubá – MG.

**Originalidade/relevância** – Ainda há uma dificuldade por parte dos tomadores de decisão em identificar os melhores locais para implantação de técnicas de drenagem urbana sustentável, que respeitem as suas limitações técnicas e espaciais.

**Resultados** – Observou-se que bacias de detenção são mais adequadas para áreas periféricas e reservatório individual e telhado verde/armazenador para áreas urbanas. A biorretenção não teve grande adequação em áreas urbanas, devido à restrição de espaço. O critério de maior peso em geral foi “aporte de sólidos”, exceto para o telhado verde/armazenador, que priorizou a população residente.

**Contribuições sociais e ambientais** - O presente trabalho fornece uma metodologia consolidada para criação de mapas que podem ser utilizados pelos tomadores de decisão para efetuar a escolha dos locais mais propícios para a aplicação de técnicas de drenagem sustentável, contribuindo para redução de alagamentos e poluição difusa em centros urbanos.

**Palavras-Chave:** Drenagem sustentável. Desenvolvimento de baixo impacto. AHP.

## **Multicriteria Analysis for Selection of Sustainable Urban Drainage Techniques and Recommendation of their Spatial Allocation for the City of Itajubá – MG**

### **ABSTRACT**

**Objective** - This study evaluated the applicability of the integration of multicriteria analysis methods with Geographic Information System tools to identify suitable locations for the implementation of sustainable drainage measures.

**Methodology** – The Analytical Hierarchical Problem (AHP) multicriteria analysis method was used with the QGIS software for bioretention, detention basin, permeable pavement, individual reservoir and green/storage roof, applied to a case study in the city of Itajubá – MG.

**Originality/relevance** – Decision makers still have difficulty identifying the best locations for the implementation of sustainable urban drainage techniques, which respect their technical and spatial limitations, which is still a barrier to their large-scale application.

**Results** – It was observed that detention basins are more suitable for peripheral areas and individual reservoirs and green/storage roofs systems for urban areas. Bioretention was not very suitable for urban areas, due to space restrictions. The criterion with the greatest weight in general was “solid input”, except for the green/storage roof system, which prioritized the resident population.

**Social and environmental contributions** - This work provides a consolidated methodology for creating maps that can be used by decision makers to choose the most suitable locations for the application of sustainable urban drainage techniques, contributing to the reduction of flooding and diffuse pollution in urban centers.

**Keywords:** Sustainable urban drainage. Low-impact development. AHP.

## **Análisis Multicriterio para la Selección de Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible y Recomendación de su Distribución Espacial para la Ciudad de Itajubá – MG**

### **RESUMEN**

**Objetivo** - Este trabajo evaluó la aplicabilidad de integrar métodos de análisis multicriterio con herramientas del Sistema de Información Geográfica para identificar ubicaciones adecuadas para implementar medidas de drenaje sostenible.

**Metodología** – Se utilizó el método de análisis multicriterio del Analytical Hierarchical Problem (AHP) con el software QGIS para técnicas de biorretención, cuenca de detención, pavimento permeable, depósito individual y techo verde, aplicándolo a un estudio de caso en la ciudad de Itajubá – MG.

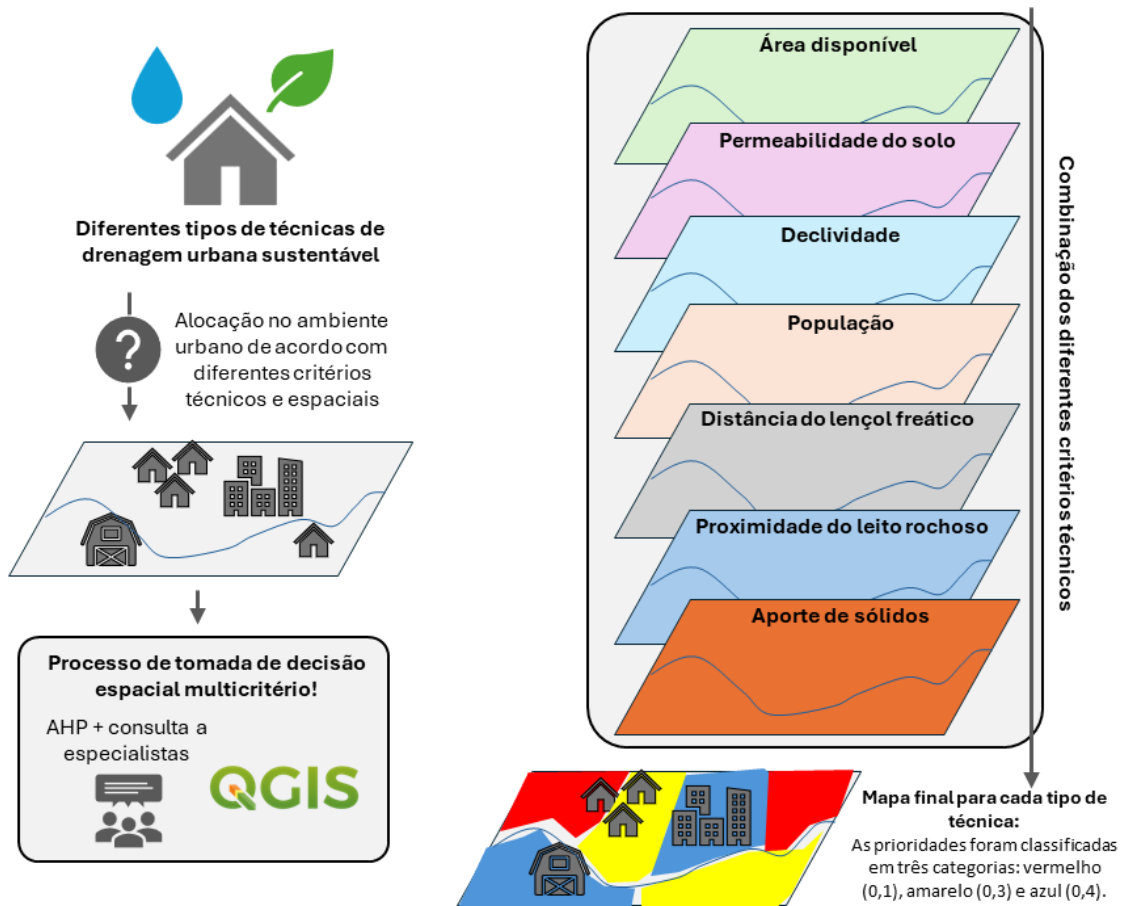
**Originalidad/relevancia** – Todavía existe dificultad por parte de los tomadores de decisiones para identificar los mejores lugares para implementar técnicas de drenaje urbano sostenible, que respeten sus limitaciones técnicas y espaciales, lo que sigue siendo una barrera para su aplicación a gran escala.

**Resultados** – Se observó que los cuenca de detención son más adecuados para áreas periféricas y los depósitos individuales y techos verdes para áreas urbanas. La biorretención no era particularmente adecuada en áreas urbanas debido a restricciones de espacio. El criterio más importante en general fue el de “insumos sólidos”, excepto para el techo verde, que priorizó a la población residente.

**Contribuciones sociales y ambientales** - Este trabajo proporciona una metodología consolidada para la creación de mapas que pueden ser utilizados por los tomadores de decisiones para elegir los lugares más adecuados para la aplicación de técnicas de drenaje sostenible, contribuyendo a la reducción de inundaciones y contaminación difusa en los centros urbanos.

**Palabras clave:** Drenaje urbano sostenible. Desarrollo de bajo impacto. AHP.

**RESUMO GRÁFICO**



## 1 INTRODUÇÃO

Os princípios do higienismo para a drenagem das águas recomendavam a rápida evacuação das áreas urbanas, através de condutos, preferencialmente subterrâneos, por gravidade (Baptista et al., 2015). Assim, foi possível prevenir doenças, bem como melhorar a circulação viária. Dessa forma, foram criados os sistemas clássicos de drenagem urbana, os quais são constituídos por dispositivos de microdrenagem, transportando a água das ruas por meio de sarjetas. Ao superar a capacidade de vazão, utiliza-se de bocas de lobo e condutos, normalmente enterrados, os quais levam ao deságue na macrodrenagem (canais abertos ou galerias). Podem ainda contar com bueiros, dissipadores de energia e estações elevatórias de águas pluviais. Contudo, a aplicação desse sistema de forma isolada, combinado ao aumento cada vez maior do perímetro urbano, não é o suficiente para lidar com algumas problemáticas do ciclo hidrológico urbano, como inundações e alagamentos, má qualidade da água causados pelo arraste de poluição difusa (Miguez et al., 2016), podendo inclusive agravar esses problemas devido ao aumento da eficiência hidráulica do terreno.

A partir das problemáticas citadas, foram pensadas outras formas de drenagem denominadas tecnologias alternativas, compensatórias ou sustentáveis, as quais buscam suprimir os efeitos da urbanização nos recursos hidrológicos com vantagens para a preservação do meio ambiente e da qualidade de vida (Macedo et al., 2022; El Hatab et al., 2020). Segundo Baptista et al. (2015), esse sistema é uma solução frente ao sistema clássico, pois considera os impactos da urbanização de forma global, tendo a bacia hidrográfica como base de estudo. A compensação é efetuada pelo controle da produção de excedentes de água decorrentes da impermeabilização e evitando-se a rápida transferência a jusante. Isso pode ser feito por meio de combinações de soluções tecnológicas que facilitam a infiltração de águas pluviais e o aumento do tempo de trânsito, com seu armazenamento temporário.

As técnicas compensatórias podem ser denominadas como estruturais ou não estruturais (Baptista et al., 2015; Miguez et al., 2016; Canholi, 2014). A primeira inclui as infraestruturas que podem ser aplicadas visando aumento da infiltração e evapotranspiração, detenção da água e seu tratamento. Essas podem ser classificadas como bacias de maior escala (bacias de detenção, biorretenção) obras lineares (trincheiras, valas e valetas e pavimentos permeáveis) ou obras pontuais (Poços de infiltração, telhados verdes e armazenadores, e técnicas adaptadas à parcela, como reservatórios de lote e biorretenções em escala reduzida) (Baptista et al., 2015). Já as não estruturais são relacionadas a educação ambiental, tratamento de fundo de vale, racionalização do uso do solo urbano, legislação e planejamento (Canholi, 2014).

Com relação às medidas estruturais, existem diferentes restrições técnicas que se apresentam para cada tipo de estrutura, limitando os locais em que elas podem ser aplicadas no território urbano. Por exemplo, as medidas de infiltração (como biorretenção, pavimentos permeáveis) são limitadas pela capacidade de infiltração do solo e pela distância de lençóis freáticos. Já as obras lineares (como trincheiras e pavimentos permeáveis) possuem grande limitação em relação à declividade do terreno (Baptista et al., 2015). Em vista disso, é necessário um estudo mais aprofundado das técnicas existentes para que seja possível escolher a mais adequada para os locais de interesse de aplicação.

Nesse sentido, Karami et al. (2022) desenvolveram uma abordagem multi-objetivo para escolha da melhor combinação de sistemas de drenagem urbana sustentável visando minimização de custos, do risco de inundação e da poluição difusa, associado ao modelo SWMM. Nazari et al. (2023) associaram modelos de decisão multicritério a dois modelos hidrológicos que permitem incluir medidas de drenagem sustentável, o SWMM e o SUSTAIN. No entanto, atualmente, existem diferentes modelos hidrológicos para explorar as diferentes aplicações e objetivos associados com a implementação dessas técnicas, no entanto, a aplicação e a própria escolha dos modelos é complexo e pode ser um dificultador no processo de tomada de decisão (El Hatab et al., 2020). Dessa forma, metodologias mais simples para facilitar o processo de tomada de decisão têm sido desenvolvidas.

Uma vez que diferentes técnicas compensatórias estruturais podem ser aplicadas no território urbano, tendo como melhor aptidão de cada uma os seus critérios e restrições técnicas, a escolha de qual técnica aplicar e em qual local pode ser entendido como um problema de decisão multicritério, aplicado para uma escala espacial. Exemplos de métodos multicritérios para tal propósito foram desenvolvidos por estudos na Espanha e no Irã para alocação espacial (Suárez-Inclán et al., 2022; Saadat Foomani & Malekmohammadi, 2020), na Colômbia para maximização de serviços ecossistêmicos (Uribe-Aguado et al., 2022), na China para diversos objetivos complementares (Yang & Zhang, 2021). Espera-se que metodologias estruturadas de análise multicritério pode ser aplicadas conjugadas a métodos de Sistema de Informações Geográficas (SIG) para auxiliar nesse processo de decisão de forma mais racional, objetiva e otimizada (El Hattab, 2020; Faroozesh et al., 2022; Amoushahi et al., 2022).

Dessa forma, esse estudo tem como objetivo avaliar a aplicabilidade do método de análise multicritério AHP conjugado ao *software QGIS* para identificar locais propícios para a implantação de cinco medidas de drenagem sustentável, sendo elas biorretenção; bacia de detenção; pavimento poroso e permeável; reservatório individual e telhado armazenador ou verde. Para tal, foi utilizado o município de Itajubá, em Minas Gerais, como estudo de caso, devido às suas características geográficas de variações significativas de declividade, solo e hidrologia serem um desafio para a aplicação das técnicas compensatórias.

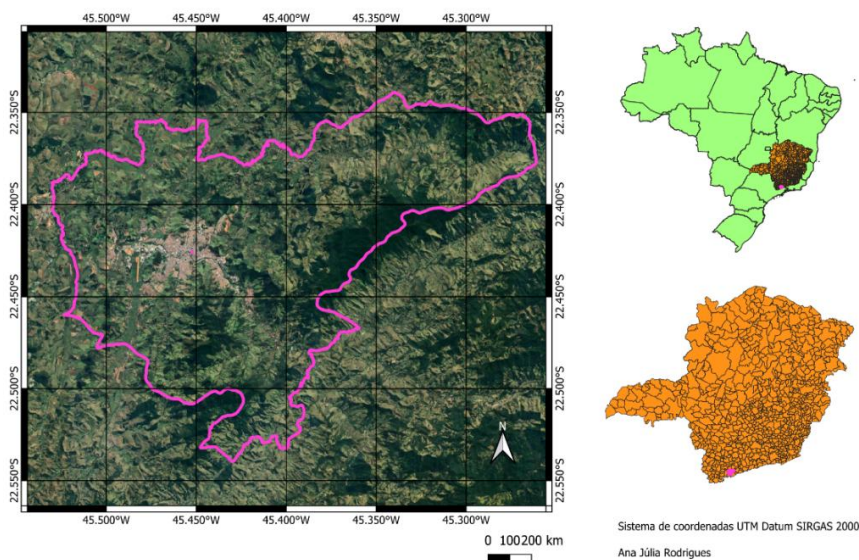
## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Área de Estudo**

A cidade de Itajubá localiza-se no sul de Minas Gerais, cuja latitude sul e longitude oeste Greenwich são, respectivamente, 22°30'30" e 45°27'20" (PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAJUBÁ, 2023) (Figura 1). De acordo com o IBGE (2023), o município possui área de 294,8 km<sup>2</sup> e a densidade demográfica de 315,7 hab/km<sup>2</sup>, população de 93.073 pelo levantamento de dados de 2022, com aproximadamente 91% vivendo em área urbana (GONÇALVES, 2019). A pluviosidade média anual é de 1.897 mm, com maiores precipitações históricas concentradas no mês de janeiro (média de 396 mm e temperaturas médias de 22.7 °C) e menores precipitações históricas usualmente no mês de agosto (média de 36 mm e temperaturas médias de 18.7 °C) (INMET, 2021).

As obras de drenagem nessa bacia urbana são de grande importância, devido ao histórico de inundação e alagamento do rio Sapucaí na cidade de Itajubá (e.g. inundação em 2000 ocupou uma área de aproximadamente 70% da área urbana do município – Vianna et al., 2001; Silva e Barbosa, 2007).

Figura 1 - Localização da área de Estudo, Itajubá – MG



Fonte: Os autores.

## 2.2 Tomada de decisão multicritério: método AHP

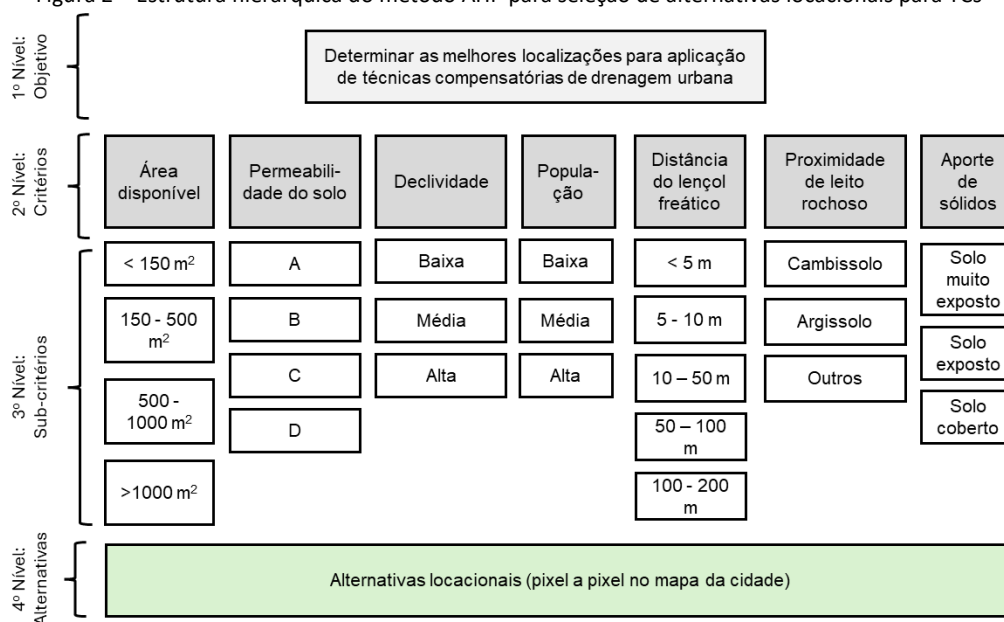
Uma vez que o processo de alocação de diferentes tipos de técnicas compensatórias (TCs) de drenagem urbana no território de um município é um processo de tomada de decisão que precisa atender múltiplos critérios técnicos, neste estudo foi estruturado um problema de análise multicritério utilizando o método *Analytical Hierarquic Problem* (AHP) integrado a sistemas SIG (El Hattab, 2020; Faroozesh et al., 2022; Amoushahi et al., 2022). O método AHP tem sido bastante utilizado como ferramenta para análise multicritério em drenagem urbana sustentável devido a sua facilidade de implantação, tal como em casos para seleção de biorretenção em loteamentos urbanos (Tameh et al., 2024) e infraestruturas verde e azul com melhor custo benefício (Tansar et al., 2023).

Foram avaliadas apenas técnicas compensatórias estruturais: biorretenção, bacia de detenção, pavimentos permeáveis, reservatório individual, telhado verde/armazenador. O método foi aplicado dentro do limite do município de Itajubá, devido ao histórico da cidade com inundações e dos desafios técnicos que ela apresenta em termos de relevo, tipo de solo e uso e ocupação do solo.

A estrutura hierárquica do problema é apresentada na Figura 2. Os critérios escolhidos foram: área disponível, permeabilidade do solo, declividade do terreno, população residente, nível do lençol freático ou distância de curso d'água, proximidade de leito rochoso, aporte de sólidos e tipo de uso e ocupação do solo, sendo este último limitado pelas opções: telhados, calçadas, vias locais e estacionamentos, vias rápidas e áreas livres.

Para a construção das matrizes de comparação par a par dos critérios foi feita uma elicitacão com especialistas da área de drenagem e hidrologia urbana. Nessa etapa, o intuito foi elencar os pesos a serem atribuídos para cada um dos critérios citados e para cada uma das técnicas compensatórias estruturais selecionadas. As perguntas realizadas aos especialistas são apresentadas no Quadro 1. Destaca-se aqui a escala de pesos utilizada neste estudo, variando de 1 a 5. Na aplicação original do método, Saaty (1991) propõe uma escala fundamental com pesos variando de 1 a 9, por entender que há um limite psicológico em que o ser humano pode julgar corretamente no máximo  $7 \pm 2$  pontos. No entanto, quando definidas, as classes dos subcritérios e percebendo que não havia variaçã para mais de 5 classes, nesse estudo optou-se por limitar a escala até um limite máximo de 5, para melhor julgamento por parte dos especialistas.

Figura 2 – Estrutura hierárquica do método AHP para seleçã de alternativas locais para TCs



Fonte: Os autores.

Quadro 1 - Questionário realizado com especialistas para definição de pesos quanto aos critérios elencados no método AHP e escala de avaliação

Pergunta: Qual o nível de importância do seguinte critério para restrição de aplicação da respectiva técnica compensatória?	Escala de avaliação
Quanto à área superficial disponível para a aplicação das técnicas.	Pouco importante (pode ser aplicado em áreas pequenas) = peso 1 a muito importante (necessário de áreas grandes) = peso 5
Quanto à permeabilidade do solo na área de implantação.	Pouco importante (não é necessário grandes permeabilidades do solo) = peso 1 a muito importante (é necessário solos com alta permeabilidade) = peso 5
Quanto à declividade do local na área de implantação.	Pouco importante (não é afetada por altas declividades) = peso 1 a muito importante (é necessário locais planos) = peso 5
Quanto à população residente na área de implantação.	Pouco importante (não é afetada pelo número de residentes) = peso 1 a muito importante (é influenciada pelo número de residentes) = peso 5
Quanto ao nível do lençol freático ou a distância do curso d'água na área de implantação.	Pouco importante (não é afetada pelo nível d'água ou localização do curso d'água / profundidade do lençol freático) = peso 1 a muito importante (é necessário estar em locais longe a cursos d'água - locais com maior profundidade do lençol freático) = peso 5
Quanto à proximidade do leito rochoso na área de implantação.	Pouco importante (não tem problema estar perto de leitos rochosos) = peso 1 a muito importante (não pode estar perto de leitos rochosos) = peso 5
Quanto ao aporte de sólidos na área de implantação.	Pouco importante (não há problema com acúmulo dos resíduos sólidos) = peso 1 a muito importante (Os resíduos sólidos tem forte influência na perda de performance) = peso 5

Fonte: Os autores.

### 2.3 Mapas temáticos do município de Itajubá

Foram elaborados mapas temáticos para cada um dos critérios elencados na Figura 2, a partir dos dados apresentados no Quadro 2. Após a definição final das prioridades relativas de cada subcritério, estes foram reclassificados e combinados para o cálculo da prioridade final de cada alternativa.

Quadro 2 – Dados utilizados para avaliação de cada critério e subcritério do método AHP

Critério	Dado utilizado	Banco de dados	Escala	Ano
Área superficial disponível	Mapa de uso e ocupação do solo	CBERS 04A	2x2m	2023
Permeabilidade do solo	Mapa de solos e reclassificação por grupo hidrológico	Mapa de solos Gonçalves (2021)	1:50.000	2021
Declividade	Modelo digital de elevação (MDE)	Topodata (SRTM tratado)	30x30m	2020
População residente	População total por setor censitário	IBGE	Setor Censitário	2010
Nível do lençol freático ou a distância do curso d'água	Modelo digital de elevação (MDE) para delimitação da bacia e rede hidrológica	Topodata (SRTM tratado)	30x30m	2020
Leito rochoso	Mapa de solos e reclassificação por tipo de solo	Mapa de solos Gonçalves (2021)	1:50.000	2021
Aporte de sólidos	Mapa de uso e ocupação do solo, para solo exposto	CBERS 04A	2x2m	2023

Fonte: Os autores



### 2.3.1 Mapa de solos

O mapa de solos foi utilizado para o critério de permeabilidade do solo. Para tal, o trabalho de Gonçalves (2019) foi utilizado como fonte de dados. No referido trabalho, foram mapeadas as classes de solos para o município de Itajubá com base no Modelo Digital de Solos (MDS), utilizando o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), que classificou os solos em 10 categorias distintas. Para este trabalho, essas classes foram consolidadas em 4 categorias, agrupadas de acordo com os grupos hidrológicos, de acordo com o método SCS-CN. A correspondência dos grupos hidrológicos para cada classe de solo foi feita com base no trabalho de Genovez *et al.* (2005), resultando na reclassificação apresentada no Quadro 3. Ressalta-se que não se encontrou a presença de solos pertencentes ao grupo C.

Outro critério avaliado com base no mapa de solos foi a proximidade do leito rochoso. Para tal, foi feita uma reclassificação em 3 categorias dos solos, cambissolo, argissolo e outros. Para este critério, a classe de cambissolos foi considerada como alta proximidade, uma vez que são solos mais novos e com menor profundidade, a classe argissolo foi classificada como média, por serem solos intermediários, e outros como baixa, por conter basicamente latossolos, sendo estes solos mais profundos (Van Lier, 2010).

Quadro 3 – Reclassificação dos solos de acordo com os grupos hidrológicos

Classe de solo	Grupo hidrológico
Latossolo Amarelo Relevo Suave Ondulado; Latossolo Vermelho-Amarelo Relevo Ondulado; Latossolo Vermelho Relevo Plano/Suave Ondulado; Latossolo Vermelho-Amarelo Relevo Suave Ondulado	Tipo A
Argissolo Vermelho-Amarelo Relevo Forte Ondulado; Argissolo Vermelho-Amarelo Relevo Ondulado; Argissolo Vermelho Relevo Ondulado; Argissolo Vermelho Relevo Forte Ondulado	Tipo B
Gleissolo Háplico Relevo Plano; Cambissolo Háplico Relevo Montanhoso	Tipo D

Fonte: Adaptado de Gonçalves (2019).

### 2.3.2 Mapa declividade

Para a construção do mapa de declividade, foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) obtido por meio do projeto TOPODATA do criado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2008). O MDE adquirido permite a extração de informações sobre declividade. A declividade deve ser expressa em percentual, conforme os critérios da EMBRAPA (HOTT *et al.*, 2006). Para cada um destes intervalos foram definidos valores de classes de 1 a 6, conforme apresentado no Quadro 4, para facilitar a visualização. Após revisão da classificação, foi decidido realizar uma nova classificação simplificada, agrupando as seis classes em três categorias: baixa, média e alta, conforme descrito na terceira coluna do Quadro 4.

Quadro 4 – Reclassificação das altitudes de acordo com EMBRAPA

Classe de acordo com EMBRAPA	Classes iniciais EMBRAPA	Reclassificação
Relevo plano = 0 a 3%	1	3 - Baixa
Suave ondulado = 3 a 8%	2	2 - Média
Ondulado = 8 a 20%	3	2 - Média
Fortemente ondulado = 20 a 45%	4	1 - Alta
Montanhoso = 45 a 75%	5	1 - Alta
Fortemente montanhoso > 75%	6	1 - Alta

Fonte: HOTT *et al* (2006).

### 2.3.4 Mapa hidrológico

Uma vez que não se encontrou dados relativos a águas subterrâneas e profundidade do lençol freático em dados abertos para a cidade de Itajubá, a avaliação desse critério foi feita considerando a influência dos rios sobre o lençol a partir da distância horizontal destes. Desta forma, com base no MDE previamente adquirido e nos dados dos rios de Itajubá, conforme descrito na dissertação de Gonçalves (2019), foi possível analisar a influência desses rios em uma faixa de distâncias delimitadas. A camada dos rios foi utilizada como entrada para criar *buffers* com distâncias de influência específicas de 5, 10, 20, 50, 100 e 200 metros. O *buffer* de 300 metros foi incluído para representar valores que excedem as distâncias escolhidas, permitindo uma avaliação mais abrangente das zonas de interferência entre as áreas influenciadas pelos rios.

### 2.3.5 Mapa de população residente

Este mapa proporciona uma visão detalhada da distribuição populacional do município, revelando como diferentes áreas podem impactar as análises técnicas realizadas. Utilizando a base de dados dos *setores censitários* disponíveis no site do IBGE (2023) referente ao ano de 2010, a população foi classificada em diferentes categorias: área rural, povoados e lugarejos (atribuído valor 1); área urbana de baixa densidade (atribuído valor 2); e área urbana de alta densidade (atribuído valor 3).

### 2.3.6 Mapa de uso e ocupação do solo e área total disponível

O mapa de uso e ocupação do solo foi realizado para identificar os locais onde cada tipo de técnica poderia ser aplicado, uma vez que há uma restrição em relação ao local onde cada uma se localiza. Por exemplo, os telhados verdes devem ser localizados em telhados, os pavimentos permeáveis em áreas de ruas ou passeios com velocidades reduzidas, biorretenções em áreas desocupadas. Dessa forma, foi necessário fazer uma classificação de uso e ocupação com base nas características adequadas para cada tipo de técnica. Assim, as classes definidas incluíram: vegetação rasteira (valor 1), solo exposto (valor 2), ruas (valor 3), telhados (valor 4), mata (valor 5) e água, sendo esta última apenas para evitar confusão dos pixels com outra classe, ao final da classificação essa classe obteve valor 0.

O procedimento utilizado para levantamento do mapa foi a classificação supervisionada. Para essa análise, foram utilizadas imagens do satélite CBERS 04A, nas bandas RGB combinadas com a banda pancromática (PAN), com uma resolução de 2 metros para a área de Itajubá no ano de 2023. O método de classificação supervisionada escolhido foi o *Orfeo Toolbox* (OTB) disponível no QGIS. Finalmente, para avaliar a aderência dos dados da classificação final, foi calculado o Índice Kappa, cujo cálculo resultou em um valor de 0,9117, indicando boa aderência. Estes mapas foram utilizados para a análise do aporte de sólidos, a partir da verificação da quantidade de solo exposto, e para a avaliação da área disponível para cada técnica.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

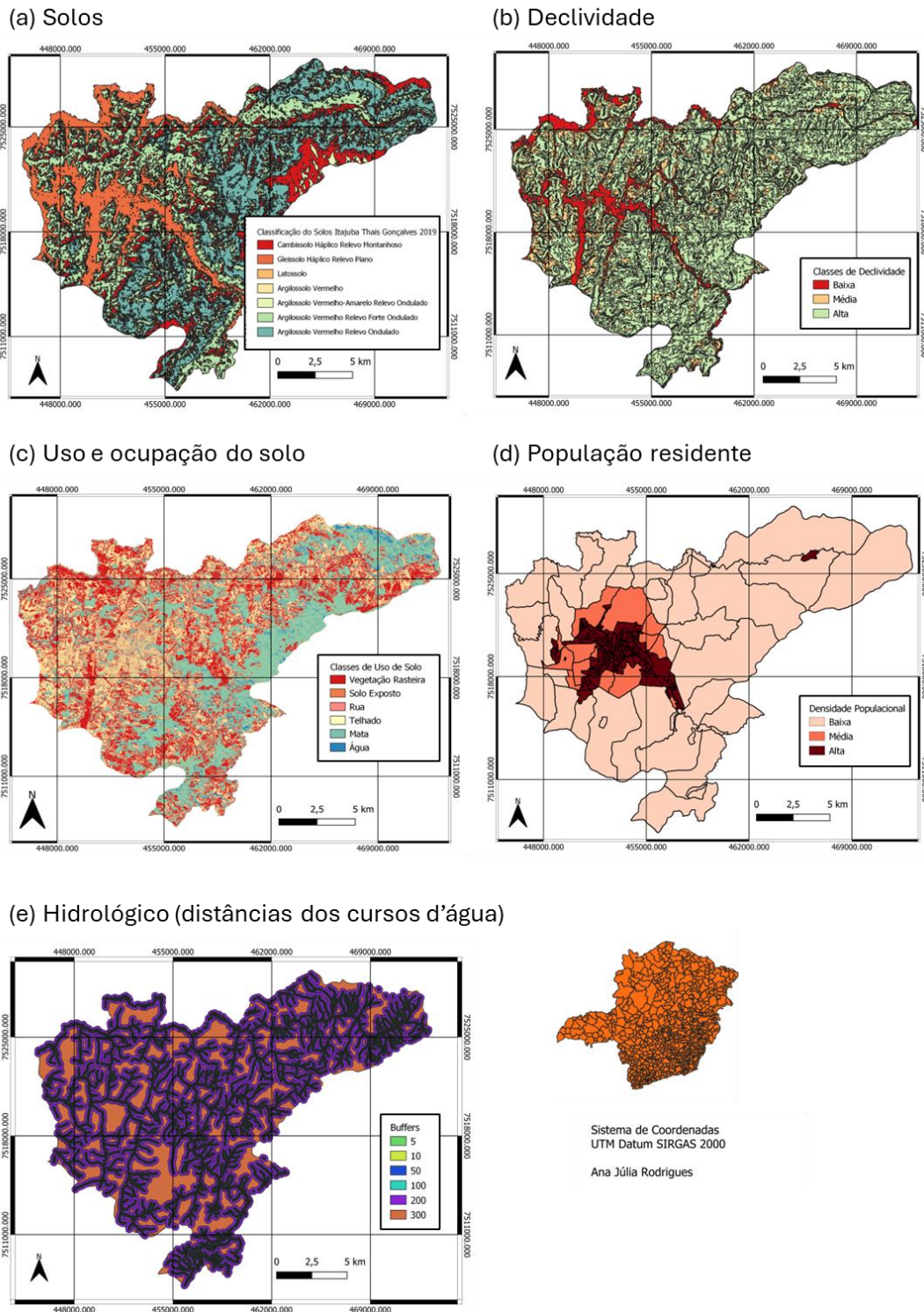
Os resultados serão apresentados para os mapas temáticos obtidos para o município de Itajubá, o levantamento de pesos com base na elicitação de especialistas e, por fim, os mapas finais de melhores localizações para as técnicas compensatórias.

#### **3.1 Mapas temáticos**

Com base nos resultados de Gonçalves (2019), na Figura 3a é possível identificar que a microbacia é composta pelos solos: Latossolos, Argissolos, Cambissolos e Gleissolos, com predominância dos Argissolos Vermelhos. Esses solos são típicos de relevo acidentado e montanhoso, características observáveis no município de Itajubá (Figura 3b). Contudo, a região de maior concentração urbana e de edificações fica localizada na porção mais oeste do município, nas áreas de várzea do rio Sapucaí, onde o tipo predominante de solo é o Gleissolo, compatível com seu relevo de menor declividade, como evidenciado no mapa da Figura 3b.

Com relação ao uso e ocupação do solo predominante no município, a classificação foi feita de forma a se determinar as áreas disponíveis para implantação das técnicas, assim, se incluiu as categorias de telhados, ruas e vegetação rasteira, para melhor discretização da área urbana. As áreas de telhados permitem a implantação de telhados verdes e reservatórios de lote, a área de ruas permite a implantação de pavimentos permeáveis e a área de vegetação rasteira permite a implantação de biorretenções e bacias de detenção.

Figura 3 – Mapas finais temáticos para cada critério elencado



Fonte: Os autores.

Nota-se que o uso e ocupação no município (Figura 3c) é caracterizado majoritariamente por vegetação rasteira, telhado e mata. A classificação adotada permitiu uma boa diferenciação na área mais urbanizada do município, com boa discretização para verificação

da aplicação das técnicas. No mais, é possível notar várias áreas de solo exposto nas áreas de vetores de expansão da área urbana (geralmente próximas a áreas de vegetação rasteira e telhados), que mostram a falta de gestão da conservação do solo no município, em sua política urbana.

Já a população (Figura 3d), um critério importante para estudo de área urbana ocupada, está majoritariamente concentrada na região central do município, enquanto as áreas mais periféricas exibem um padrão mais rural e menor densidade populacional. Nota-se que a maior densidade populacional também se encontra ao longo dos principais cursos d'água do município. Esse fator se apresenta relevante, visto que ao longo dos anos foram registrados diversos eventos de enchentes nessas áreas, atribuídos à inadequada capacidade de drenagem (tanto natural como artificial) para o volume atual de águas pluviais. Essa insuficiência na drenagem contribui para que, durante períodos de cheia, o excesso de água nos rios resulte em transbordamentos que afetam as edificações adjacentes, ocasionando em prejuízos e danos significativos para a população (Machado et al., 2005).

Por fim, na Figura 3e é apresentada a delimitação de faixas de distâncias dos cursos hídricos localizados no município para permitir uma avaliação implícita da distância do nível do lençol freático, uma vez que esta informação para o município não foi encontrada em bases de dados abertas.

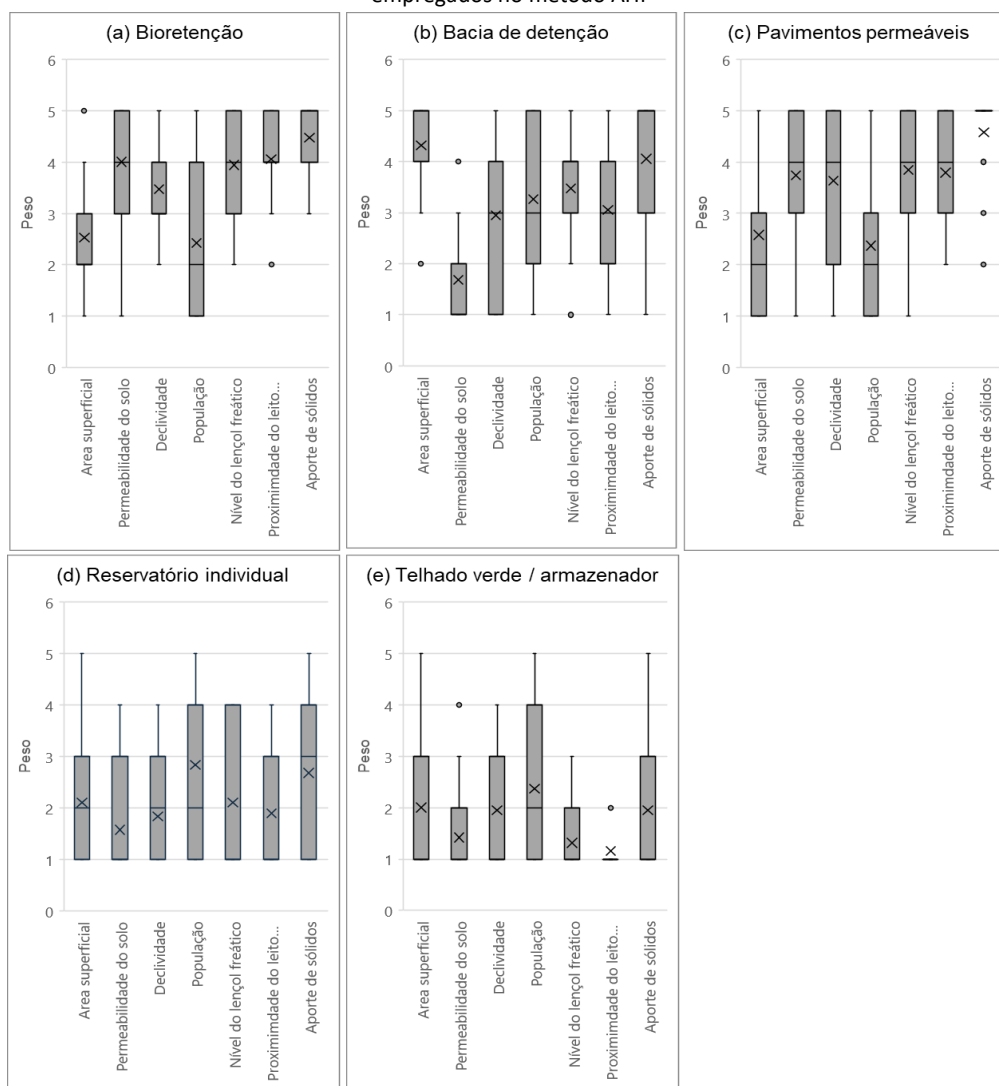
### 3.2 Atribuição de pesos para critérios por elicitação a especialistas

O questionário realizado com os pesquisadores e especialistas da área de drenagem urbana e similares contou com um total de 19 respostas. Foi possível observar variações nos perfis de respostas dos pesos atribuídos para cada critério por técnica (Figura 4).

Em geral, o critério população foi o que apresentou maior variação em relação a atribuição de pesos, sendo essa variação mais significativa para as técnicas de biorretenção, reservatório individual e telhado verde. No caso dos dois últimos, a população também foi o critério com maior média de peso, tendo valores de 2,8 e 2,4 respectivamente. Já para o pavimento permeável a para biorretenção, esse critério foi o que possui menor média de peso, tendo valores de 2,4 e 2,3, respectivamente. Apesar da grande variação na atribuição de pesos, os valores médios foram semelhantes em todas as técnicas, com exceção da bacia de detenção, que obteve peso médio de 3,3. A bacia de detenção se destaca com peso para esse critério por permitir tratar volumes de escoamento superficial muito maiores quando comparada às outras técnicas, sendo mais aplicável para populações maiores.

Quando avaliando as técnicas individualmente, percebe-se que o telhado verde e o reservatório individual são os que possuem menores valores médios atribuídos para todos os critérios, sendo todos menores do que três. Isso se explica devido à sua flexibilidade de aplicação e independência de valores físicos do ambiente, tal como permeabilidade do solo, proximidade do leito rochoso, ou nível do lençol freático, uma vez que são técnicas que vão, geralmente, acima do nível do terreno.

Figura 4 – Distribuição estatística dos pesos obtidos por especialistas para os diferentes subcritérios a serem empregados no método AHP



Fonte: Os autores.

O telhado verde apresentou média maior do que dois apenas para a população. O reservatório individual, por sua vez, apresentou pesos médios maiores do que dois para o critério área superficial, população, nível do lençol e aporte de sólidos. Essa diferença com relação aos telhados ocorre pois os reservatórios precisam de mais área superficial para sua construção ou alocação no terreno, podem ser enterrados (de forma que o nível do lençol possa afetar a sua alocação), e precisam de qualidade de água superior, com pouca quantidade de sólidos, no caso de serem conjugados a reuso da água.

Quanto à biorretenção e os pavimentos permeáveis, essas foram as duas técnicas com maiores pesos médios atribuídos para todos os critérios, em geral. Isso demonstra a dificuldade maior que pode se encontrar na aplicação dessas técnicas, por possuírem mais restrições técnicas de alocação espacial. Essas restrições estão relacionadas principalmente ao fato de seu mecanismo de funcionamento ser majoritariamente de infiltração, de forma que locais com baixa permeabilidade do solo, alta declividade e com proximidade ao leito rochoso terão

eficiências reduzidas, tanto do aspecto de retenção/detenção do escoamento superficial como de melhora da qualidade da água. No mais, por serem técnicas de infiltração, o aporte de sólidos, principalmente finos, contribui para a colmatação do sistema, reduzindo sua eficiência ao longo do tempo ou requerendo intervalos de manutenção mais frequentes, tornando-as mais custosas. Por outro lado, como são técnicas aplicadas frequentemente em escala de lote (controle na fonte) ou escala de rua (por quadra), não possui grandes limitações quanto a área superficial ou população.

Por fim, com relação à bacia de detenção, a maior limitação se apresenta com relação à disponibilidade de espaço para construção dessas técnicas, uma vez que são aplicadas em escala de bairro ou bacia. Isso se reflete nos maiores pesos médios para o critério de área superficial e população. O aporte de sólidos também recebeu pesos médios elevados (sendo o segundo maior para essa técnica), uma vez que os sedimentos presentes na bacia de detenção se acumulam e também podem levar a perda de volume efetivo, consequentemente, de eficiência, requerendo manutenção mais constante. Uma vez que não há processo de infiltração nas bacias de detenção, o critério de permeabilidade do solo obteve peso médio final baixo.

A variabilidade nas atribuições de pesos por parte dos especialistas reflete as diferentes percepções que eles possuem com relação às limitações técnicas, mas, principalmente, com relação à flexibilidade de suas aplicações para diferentes condições. Os telhados verdes e reservatórios individuais se mostraram como os mais flexíveis, enquanto a biorretenção e os pavimentos permeáveis menos flexíveis. No mais, as atribuições dos pesos médios refletem o grau de importância de cada critério, com base em seu princípio de funcionamento. Dessa forma, prosseguiu-se para a construção das matrizes de comparação dos critérios com base nos pesos médios obtidos por meio do questionário.

### 3.3. Melhores localizações das técnicas compensatórias no espaço urbano

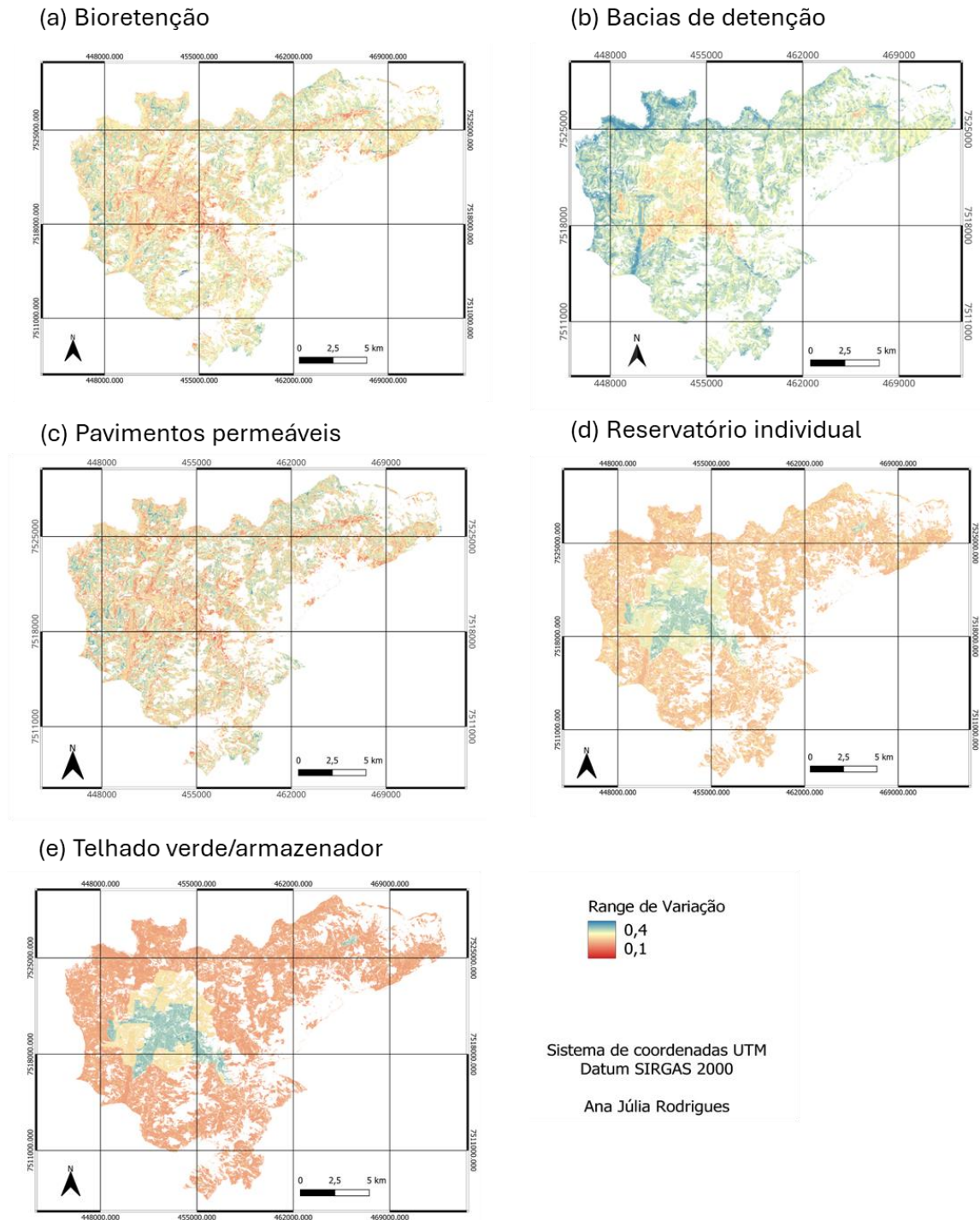
A partir dos resultados obtidos com os especialistas, foi possível operacionalizar a construção das matrizes de comparação para dar prosseguimento ao método AHP. As prioridades finais dos critérios elencados para cada técnica compensatória estudada estão apresentadas na Tabela 1. O resultado final da aplicação das prioridades relativas finais aos mapas temáticos por ferramenta SIG pode ser observado nos mapas da Figura 5, onde há 3 classes (vermelho - 0,1; amarelo - 0,3 e azul - 0,4), indicando o nível de prioridade da técnica no município estudado. É fundamental ressaltar que os locais marcados em branco nos mapas sinalizam áreas onde a técnica avaliada não deve ser implementada.

Tabela 1 - Tabela de prioridade relativa final

	Área disponível	Permeabilidade do solo	Declividade	População residente	Distância do lençol	Proximidade do leito rochoso	Aporte de sólidos
Biorretenção	0,08	0,17	0,13	0,08	0,17	0,17	0,21
Bacia de detenção	0,21	0,04	0,13	0,13	0,17	0,13	0,21
Pavimentos permeáveis	0,08	0,16	0,08	0,16	0,16	0,16	0,20
Reservatório individual	0,17	0,08	0,17	0,17	0,08	0,08	0,25
Telhado verde / armazenador	0,13	0,13	0,13	0,25	0,13	0,13	0,13

Fonte: Os autores.

Figura 5 – Mapas finais de localização das diferentes estruturas de técnicas compensatórias de drenagem urbana para a cidade de Itajubá - MG



Fonte: Os autores.

O critério de aporte de sólidos apresentou o maior peso na avaliação, sendo altamente determinante. Em contraste, para a técnica de telhado armazenador os pesos obtidos foram iguais em todos os critérios, exceto no que se refere à população residente, onde a densidade populacional se revelou o fator preponderante, indicando que áreas com maior densidade



populacional são mais adequadas para a aplicação dessa técnica. Tal fator pode ser explicado devido à necessidade de presença de edificações para a implantação dos telhados, assim como áreas muito adensadas possuem pouca disponibilidade espacial para outros tipos de técnicas compensatórias.

Os mapas que apresentam a maior definição dos locais adequados para a implementação das técnicas são os de bacias de detenção, reservatório individual e telhado verde. O mapa das bacias de detenção (Figura 5a) destaca-se pela localização preferencial nas áreas periféricas do município (zona periurbana e rural), enquanto os mapas de reservatório individual (Figura 5d) e telhado verde (Figura 5e) são mais indicados para áreas com maior população residente, conforme esperado devido ao peso maior dado a esse critério.

Contudo, para as técnicas de biorretenção (Figura 5a) e pavimentos permeáveis (Figura 5c), não se observa o mesmo padrão de definição nos mapas previamente mencionados. O mapa de biorretenção, especificamente, não é recomendado para áreas de maior densidade populacional, o que pode estar relacionado devido ao fato de haver menos áreas disponíveis. Com relação aos pavimentos permeáveis, esse foi o mapa que revelou o menor número de locais adequados para a implementação da técnica, uma vez que a combinação dos critérios selecionados não evidenciou áreas bem definidas. Esse resultado pode ser atribuído a combinação dos fatores da presença de muitas regiões na cidade de Itajubá com alto aporte de sólidos, alta declividade e baixa distância do lençol, que são restrições importantes para a aplicação dessa técnica.

Para uma visualização mais detalhada em relação a localização das técnicas no espaço urbano, a Figura 6 apresenta um recorte para duas áreas diferentes do município de Itajubá. O Recorte 1 configura uma região próxima ao rio Sapucaí e de urbanização consolidada, enquanto o Recorte 2 apresenta uma região em topo de morro onde há um novo loteamento no município, sendo uma área do vetor de expansão do perímetro urbano.

Na Figura 6 – Recorte 1, observa-se que as técnicas de telhado verde e reservatório individual podem ser implementadas em conjunto e em todo o recobrimento de edificações. Essas são técnicas recomendáveis para áreas consolidadas e com maior população residente, uma vez que não possuem grandes restrições de espaço e são dependentes de contextos residenciais. Com relação ao pavimento permeável, apesar do Recorte 1 ser uma área plana, a sua implantação fica restringida devido à proximidade com o rio, e portanto, pouca distância com o lençol freático, limitando a capacidade de infiltração e, portanto, sua aplicação. Assim, pela Figura 6, nota-se que a sua implantação é sugerida nos pavimentos das quadras mais distantes do rio. Para a técnica de biorretenção, a mesma limitação com relação à distância do lençol e capacidade de infiltração é observada. No entanto, uma vez que essa técnica requer mais restrição quanto à espaço livre do que os pavimentos permeáveis, sua aplicação é ainda mais limitada.

Já para o Recorte 2 (Figura 6), verifica-se que a técnica de biorretenção e de pavimentos permeáveis foram sugeridas para vários locais com vegetação rasteira e ruas já estabelecidas, uma vez que a região não apresenta limitações quanto à infiltração da água. Tais medidas podem ser amplamente utilizadas para auxiliar na retenção e realocação das águas pluviais, promovendo a reintegração delas ao lençol freático de forma mais limpa. A bacia de detenção também aparece como uma sugestão de utilização em uma área com menor ocupação

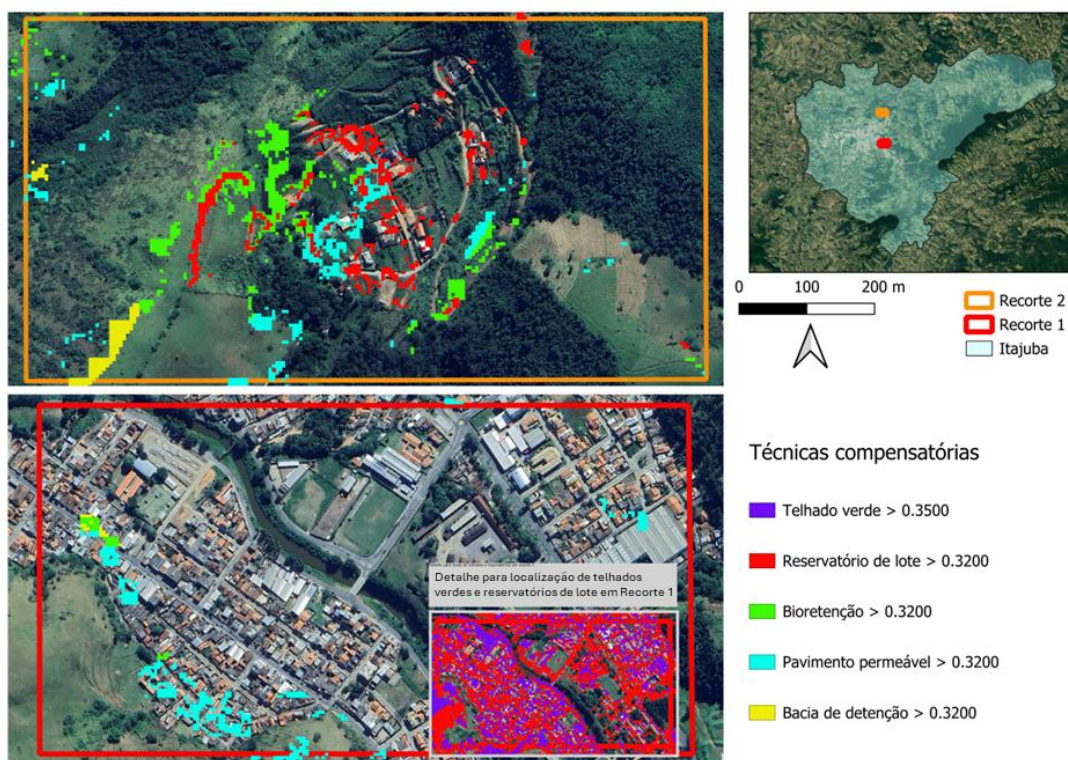
e mais a jusante da ocupação. Por fim, os telhados verdes não aparecem como sugestão, uma vez que a classificação de uso e ocupação do solo não permitiu a identificação de grandes quantidades de telhados na área e ser uma área de média densidade populacional. Apesar de tanto o telhado verde como o reservatório individual não apresentarem grande número de áreas com alta aptidão para instalação dessas técnicas no contexto atual (tal como acontece com o Recorte 1), recomenda-se que essas sejam consideradas junto à construção das novas edificações, incorporadas desde a sua concepção e construção.

O Recorte 2, por ser uma área ainda com pouca urbanização, a disponibilidade de espaço facilita a aplicação dessas estruturas de forma mais diversa e conjugada. Recomenda-se assim políticas públicas de regulação do espaço urbano para promover o uso em loteamentos localizados nos vetores de expansão da cidade (tais como IPTU verde, plano de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, plano diretor urbano).

Por fim, estes mapas podem servir como suporte para outras análises e estudos de planejamento urbano. Assim, é recomendável realizar trabalhos futuros para a análise e revisão desses locais, bem como para a modelagem hidrológica de diferentes cenários de utilização dessas técnicas, com base nos locais que podem ser aplicadas, para determinação da sua contribuição na redução dos danos e prejuízos da cidade com eventos de inundações e alagamentos.

Este trabalho pode ser conjugado a outros tipos de zoneamento para aplicação de drenagem sustentável, considerando condições mais detalhadas da capacidade de infiltração do solo, quando disponível (Failache et al., 2022). No mais, essa metodologia também pode ser utilizada para realizar a reabilitação de áreas com condições de drenagem deficientes em ambientes altamente urbanizados, identificando locais livres em prédios e residências, quando dados de informação geográfica mais detalhados estiverem disponíveis com maior resolução (Ji, 2023).

Figura 6 – Localização das técnicas compensatórias com maior aptidão para dois recortes da cidade de Itajubá. Recorte 1 – Área de urbanização consolidada e em local plano e recorte 2 – Área de expansão de urbanização em local declivoso



Fonte: Os autores

#### 4 CONCLUSÃO

O método AHP conjugado à ferramenta SIG se mostrou adequado para o problema de tomada de decisão multicritério de localização de técnicas compensatórias de drenagem urbana no território da cidade de Itajubá. Dessa forma, o presente trabalho fornece uma base de mapas, os quais podem ser utilizados pelos tomadores de decisão para efetuar a escolha dos locais mais propícios para a aplicação dessas técnicas.

A partir do emprego do método, observou-se que para as técnicas de biorretenção e pavimentos poroso e permeável não houveram locais tão bem definidos para sua aplicação, visto que o mapa final ficou mais disperso e contemplou mais locais impróprios. Já para as técnicas de reservatório individual e telhado armazenador, como era previsto, o centro urbano, onde há maior densidade de residências, são os locais mais propícios, enquanto os mais afastados, cuja vegetação é mais abundante, menos propícios. Por fim, a técnica de bacia de detenção é mais adequada para locais mais afastados do centro urbano, sendo os locais mais adequados aqueles próximos ao limite do município.

Sugere-se, em trabalhos futuros, a integração desses mapas e metodologia com a modelagem hidrológica da bacia, para observar o efeito geral que a aplicação das técnicas nos locais de maior aptidão apresenta para a atenuação de volumes de escoamento superficial, picos de vazão e, conseqüentemente, redução dos alagamentos e inundações no município.

## REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AMOUSHAH, S. et al. Localizing sustainable urban development (SUD): Application of an FDM-AHP approach for prioritizing urban sustainability indicators in Iran provinces. **Sustainable cities and society**, v. 77, p. 103592, 2022.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2015.

CANHOLI, A. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de textos, 2014.

EL HATTAB, M. H. et al. Applying the systems approach to decompose the SuDS decision-making process for appropriate hydrologic model selection. **Water**, v. 12, n. 3, p. 632, 2020.

FAILACHE, M. et al. Suitability Zoning for Sustainable Drainage Systems (SuDSs): Application in a Basin in Southern Brazil. **Sustainability**, v. 14, n. 5, p. 2577, 2022.

FOROOZESH, F. et al. Assessment of sustainable urban development based on a hybrid decision-making approach: Group fuzzy BWM, AHP, and TOPSIS–GIS. **Sustainable Cities and Society**, v. 76, p. 103402, 2022.

GENOVEZ, A. M.; NETO, F. L.; SARTORI, A. Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa da Chuva Excedente com o Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 10, n. 4, 2005.

GONÇALVES, T. G. **Mapeamento Digital de Solos: Predição de Classes e atributos para o Município de Itajubá, Minas Gerais**. Itajubá: Universidade Federal de Itajubá, 2019. Disponível em: <[https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1958/1/dissertacao\\_2019072.pdf](https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1958/1/dissertacao_2019072.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2023.

HOTT, M. C. et al. **Geração de Mapa de Declividades para o Estado Do Maranhão como Base para Zoneamento Ecológico-Econômico**. Aracaju, 2006. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/118154/1/4395.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2023  
IBGE. **Cidades: Itajubá (MG)**, 2023. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itajuba/panorama>>. Acesso em: 10 out. 2023.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil**. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais>>. Acesso em: Nov, 2021.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2008. **Topodata Banco de Dados Geomorfológicos do Brasil**. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>>. Acesso em: 10 out. 2023.

Jl, J. A Multicriteria Analysis Approach to Identify Suitable Areas for SuDS Retrofit: a Case Study in the City of Edinburgh. Dissertação de Mestrado. University of Edimburg. 2023.

KARAMI, M. et al. A multi-criteria risk-based approach for optimal planning of SuDS solutions in urban flood management. **Urban Water Journal**, v. 19, n. 10, p. 1066-1079, 2022.

MACEDO, M. et al. Low Impact Development practices in the context of United Nations Sustainable Development Goals: A new concept, lessons learned and challenges. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 52, n. 14, p. 2538-2581, 2022.

MACHADO, M. L. et al. Curvas de danos de inundação versus profundidade de submersão: desenvolvimento de metodologia. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 2, n. 1, p. 35-52, 2005.

MIGUEZ, M. G. Veról, A. P.; REZENDE, O. M. **Drenagem Urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade**. LTC, 2016.

NAZARI, A.; ROOZBAHANI, A.; HASHEMY SHAHDANY, S. M. Integrated SUSTAIN-SWMM-MCDM approach for optimal selection of LID practices in urban stormwater systems. **Water Resources Management**, v. 37, n. 9, p. 3769-3793, 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAJUBÁ. **Aspectos Físicos e Geográficos**. Disponível em: <<https://itajuba.mg.gov.br/cidade/aspectos-fisicos-e-geograficos/>>. Acesso em: 10 out. 2023.

SAADAT FOOMANI, M.; MALEKMOHAMMADI, B.. Site selection of sustainable urban drainage systems using fuzzy logic and multi-criteria decision-making. **Water and Environment Journal**, v. 34, n. 4, p. 584-599, 2020.

SAATY, T. L., **Método de Análise Hierárquica**, Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1991

SILVA, A. P. M., BARBOSA, A. A. **Validação da função mancha de inundação do SPRING**. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, v. 13, p. 5499-5505, 2007.

SUÁREZ-INCLÁN, A. M. et al. Development of a Multicriteria Scheme for the Identification of Strategic Areas for SUDS Implementation: A Case Study from Gijón, Spain. **Sustainability**, v. 14, n. 5, p. 2877, 2022.

TAMEH, S. N.; GNECCO, I.; PALLA, A.. Analytic hierarchy process in selecting Bioretention Cells in urban residential settlement: Analysing hydrologic and hydraulic metrics for sustainable stormwater management. **Journal of Environmental Management**, v. 371, p. 123142, 2024.

TANSAR, H.; DUAN, H.; MARK, O. A multi-objective decision-making framework for implementing green-grey infrastructures to enhance urban drainage system resilience. **Journal of Hydrology**, v. 620, p. 129381, 2023.

URIBE-AGUADO, J. et al. A SUDS Planning Decision Support Tool to Maximize Ecosystem Services. **Sustainability**, v. 14, n. 8, p. 4560, 2022.

VAN LIER, Q. de J. **Física do solo**. Viçosa: SBCS, 2010.

VIANNA, A. P. P., PINTO, E. J. A., OLIVEIRA, L. M., & PALMIER, L. R. **Mapeamento da Planície de Inundação do Município de Itajubá-MG**. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2001.

YANG, W.; ZHANG, J. Assessing the performance of gray and green strategies for sustainable urban drainage system development: A multi-criteria decision-making analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 293, p. 126191, 2021.

---

## DECLARAÇÕES

---

### CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

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

- **Concepção e Design do Estudo:** Marina Batalini de Macedo.
- **Curadoria de Dados:** Ana Júlia Rodrigues.
- **Análise Formal:** Ana Júlia Rodrigues e Marina Batalini de Macedo.
- **Aquisição de Financiamento:** Ana Júlia Rodrigues.
- **Investigação:** Ana Júlia Rodrigues.
- **Metodologia:** Ana Júlia Rodrigues e Marina Batalini de Macedo.
- **Redação - Rascunho Inicial:** Ana Júlia Rodrigues.
- **Redação - Revisão Crítica:** Marina Batalini de Macedo.
- **Revisão e Edição Final:** Ana Júlia Rodrigues e Marina Batalini de Macedo.
- **Supervisão:** Marina Batalini de Macedo.

---

### DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Nós, **Marina Batalini de Macedo** e **Ana Júlia Rodrigues**, declaramos que o manuscrito intitulado “**Análise Multicritério para Seleção de Técnicas Compensatórias de Drenagem Urbana e Recomendação de sua Distribuição Espacial para a Cidade de Itajubá – MG**”:

1. **Vínculos Financeiros:** Não possui/possui vínculos financeiros que possam influenciar os resultados ou interpretação do trabalho.
  2. **Relações Profissionais:** Não possui/possui relações profissionais que possam impactar na análise, interpretação ou apresentação dos resultados.
  3. **Conflitos Pessoais:** Não possui/possui conflitos de interesse pessoais relacionados ao conteúdo do manuscrito.
-