



AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE EM SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA VIA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO

Lineker Max Goulart Coelho, Technical University of Denmark, linco@dtu.dk

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a sustentabilidade de diferentes técnicas compensatórias considerando um modelo de análise multicritério aplicado a um estudo de caso específico. Os critérios utilizados na seleção foram definidos com base em estudos prévios e considerando aspectos ambientais, econômicos, sociais e técnicos. A metodologia multicritério foi aplicada a um estudo de caso com 5 cenários envolvendo diferentes técnicas compensatórias: sistema convencional, telhado verde, trincheira de infiltração, pavimento permeável e jardim de chuva. A metodologia consistiu nas seguintes etapas: escolha dos indicadores e do método multicritério, definição dos pesos dos indicadores, aplicação em estudo de caso e análise de resultados. Foram adotados 8 indicadores, 2 para cada aspecto e foi utilizado o método TOPSIS para a análise multicritério. O estudo em questão demonstrou a utilidade de uma metodologia de análise multicritério para consideração simultânea de critérios ambientais, econômicos, sociais e técnicos. Para o estudo de caso em questão a alternativa que alcançou a melhor classificação foi o jardim de chuva. Todavia os resultados não devem ser generalizados tendo em vista que diferentes técnicas compensatórias podem se apresentar mais adequadas em outros estudos de caso devido a diferentes características hidrológicas e sócio-econômicas regionais.

Palavras-chave: drenagem sustentável, técnica compensatória, multicritério.

1. Introdução

As técnicas compensatórias compreendem um conjunto de estruturas de drenagem voltadas ao amortecimento e retenção das vazões escoadas e da infiltração das águas (MIGUEZ *et al.*, 2015). Existem diversos tipos de estruturas ou técnicas compensatórias, tais como: cisternas e jardins de chuva, jardim rebaixado, pavimentos permeáveis, reservatórios individualizados, telhado verde, trincheiras e valas de infiltração (RODRIGUES E SANTINI Jr (2021). Neste sentido como existem grande diversidade de técnicas compensatórias que podem ser utilizadas e considerando que sendo que cada uma possui suas vantagens e desvantagens, a escolha de qual delas se adequa melhor a situação avaliada é uma tarefa árdua e complexa. Importante saber também que a escolha dentre as várias opções torna-se ainda mais complicada, pois envolve múltiplos fatores técnicos, sociais, ambientais e econômicos.

Com isso, nota-se que o desenvolvimento de ferramentas de apoio a tomada de decisão que estructure o processo de seleção de técnicas compensatórias a serem adotadas se apresenta como instrumento essencial para o suporte ao gerenciamento das águas pluviais. Os modelos de análise multicritério são um exemplo de uma abordagem possível e indicada, pois tratam-se



de uma abordagem consolidada que pode auxiliar tomadores de decisão a comparar soluções por meio de vários critérios (Kou et al., 2011).

De fato, em situações em que existem várias alternativas possíveis e cuja escolha depende de múltiplas variáveis, o emprego de modelos de tomada de decisão multicritério pode ser uma abordagem interessante e recomendada (TOPCU et al., 2021). As principais etapas para desenvolver um modelo multicritério são: definição do objetivo do modelo, seleção de indicadores, definição dos pesos dos indicadores e formulação matemática (CHANG e PIRES, 2015).

Particularmente no contexto de drenagem de águas pluviais, é possível citar alguns exemplos de estudos ligados a ferramentas de apoio a decisão. Castro (2002) sugeriu um lista de indicadores para avaliar sistemas de drenagem urbana. Analogamente, Moura (2004) propôs um modelo para comparar sistemas de drenagem pluvial. Já Kawahara (2018) implementou um método para avaliação multicritério voltado a análise de viabilidade do uso de diferentes técnicas compensatórias. Coelho e Henriques (2017) propuseram um modelo multicritério de apoio a comparação e seleção de técnicas compensatórias. A ferramenta em questão mostrou-se interessante e efetiva como ferramenta de apoio a tomada de decisão. Por outro lado, Oliveira (2018) desenvolveu uma abordagem para avaliar a multifuncionalidade e custos de técnicas compensatórias de drenagem na revitalização de áreas urbanas. Coelho (2023), por sua vez, concluiu que ainda que o modelo multicritério apresente uma estrutura adequada, é importante incluir indicadores que representem mais de um dos aspectos que compõem o conceito de sustentabilidade.

De fato, nota-se que a maioria dos modelos citados ainda que eficientes e aplicáveis ao seu objetivo específico (comparar, selecionar) eles não permitem uma análise abrangente que contemple vários aspectos de sustentabilidade, (aspectos econômicos, sociais e ambientais), ou não possuem uma abordagem multicritério integradora.

Sendo assim, a pergunta que gerou o presente estudo foi: Como definir uma estrutura multicriterial para dar suporte a comparação de técnicas compensatórias com vistas ao desenvolvimento sustentável?

Dessa forma, este trabalho tem por objetivo descrever uma metodologia multicritério integradora para avaliação de sustentabilidade de sistemas de drenagem baseados em técnicas compensatórias considerando aspectos ambientais, econômicos, sociais e ambientais.

2. Fundamentação teórica

Neves e Tucci (2012) ressaltam que o processo de urbanização pode afetar drasticamente o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica tendo em vista o desmatamento gerado, a impermeabilização das superfícies e a alteração do traçado dos cursos d'água. Somado a isso,

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

a ocupação não planejada dos fundos de vale resulta no aparecimento de regiões urbanas com elevado risco de alagamentos recorrentes.

Sendo assim a urbanização pode acarretar um aumento substancial do escoamento superficial em relação as condições naturais da bacia o que pode resultar no aumento da ocorrência e severidade de alagamentos e inundações (AZEVEDO et al. 2022). De fato, o crescimento acelerado das áreas urbanas ocorrido normalmente sem planejamento fez com que predominasse uma abordagem de manejo das águas pluviais baseada no afastamento e condução da água pluvial para jusante. Entretanto, com o passar do tempo a experiência revelou que esta lógica resultava em sistemas pouco sustentáveis com soluções imediatistas que resolviam o problema a montante, mas criavam ou pioravam problemas de manejo de águas pluviais nas porções a jusante da bacia, ou seja, tratava-se apenas de uma transferência do local do problema ao invés de uma solução propriamente dita.

Como alternativa a esta a abordagem surgiram as denominadas medidas de baixo impacto ou técnicas compensatórias, as quais, conforme Canholi (2015) tem por objetivo minimizar os efeitos da urbanização sobre os processos hidrológicos beneficiando a qualidade de vida da população e a preservação ambiental. As técnicas compensatórias, de acordo com Baptista et al. (2011), consistem em estratégias de controle capazes de propiciar o aumento das taxas de evapotranspiração, infiltração ou retenção de água, promovendo a desaceleração do escoamento superficial a jusante e beneficiando a qualidade da água escoada.

Conforme constado por Gonçalves et al. (2018), bacias de retenção, trincheiras de infiltração, dentre outras técnicas compensatórias combinadas em diferentes cenários permitem diminuir o volume de inundações em mais de 30%. Além disso, para Ottoni et al. (2018) as técnicas compensatórias por serem aplicadas preferencialmente em locais com disponibilidade de território ou em áreas verdes, também resultam em benefícios urbanos, funcionais e paisagísticos quando integradas a locais públicos, como ruas, passeios e praças. Sendo assim, o uso de áreas públicas com múltiplas funções é importante para o desenvolvimento sustentável das cidades e para a otimizar a implantação de diferentes tipos de equipamentos urbanos.

Entretanto, conforme mencionado definir a técnica compensatória mais adequada a um determinado contexto é uma atividade complexa a qual pode ser facilitada pelo uso de ferramentas de suporte a decisão. Os modelos multicritério, particularmente permitem extrair informações relevantes para o processo decisório incluindo diferentes indicadores de desempenho do sistema (TOPCU et al., 2021).

Dentre os modelos multicritério podemos destacar os métodos baseados em soluções compromissadas, os quais incluem as abordagens que comparam alternativas calculando a distância entre o desempenho destas e o de uma alternativa idealizada ou utópica. Estas distâncias podem ser calculadas com relação a pior solução possível, solução Nadir, ou a melhor solução possível, solução Ideal. O método mais comumente utilizado que pertence a este grupo



é denominado *Technique for Order Preference by Similarity* (TOPSIS), que foi desenvolvido por Hwang & Yoon (1981).

Neste método, que é baseado na Distância Euclidiana, a opção com melhor desempenho é aquela que apresenta a menor distância da solução Ideal ou a maior distância da solução Nadir dependendo da abordagem adotada. Essa metodologia foi escolhida por ser de fácil atendimento e por não requerer cálculos complexos em softwares específicos o que facilitar sua utilização (HUANG et al., 2011).

O método TOPSIS, apresenta 7 etapas de cálculo. Primeiramente constrói-se uma matriz em que as linhas representam cada indicador utilizado e as colunas correspondem as diferentes alternativas avaliadas. Então se constrói a matriz de decisão normalizada a partir da Equação 1.

$$r_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sum_{j=1}^J f_{ij}}; i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, J \quad (1)$$

Sendo n o número de indicadores, J o número de alternativas avaliadas, f_{ij} o valor do i -ésimo indicador para a j -ésima alternativa considerada e r_{ij} o valor do respectivo indicador normalizado.

Em seguida obtêm-se a matriz de decisão normalizada ponderada combinando-se os pesos de cada indicador com os valores da matriz obtida na etapa anterior, conforme Equação 2.

$$v_{ij} = w_i r_{ij}; i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, J \quad (2)$$

Em que w_i é o peso do i -ésimo indicador e v_{ij} é o valor do i -ésimo indicador normalizado e ponderado para a j -ésima alternativa. Então, determina-se a solução Ideal e a solução Nadir com base nos valores das alternativas analisadas ou utilizando os valores de referência (*benchmarks*). A partir destes valores limites calcula-se a distância entre o desempenho de cada alternativa avaliada e o desempenho das soluções Ideal e Nadir utilizando as Equações 3 e 4, respectivamente.

$$D_j^* = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^*)^2}, j = 1, \dots, J \quad (3)$$

$$D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^-)^2}, j = 1, \dots, J \quad (4)$$

Em que:

- v_i^* corresponde ao valor ideal do i -ésimo indicador normalizado e ponderado;
- v_i^- corresponde ao valor nadir do i -ésimo indicador normalizado e ponderado;



- D_j^* e D_j^- são respectivamente as distâncias da alternativa analisada à solução Ideal e Nadir.

Com base nestas distâncias determina-se a proximidade relativa entre o desempenho de uma alternativa e a solução Ideal com base na Equação 5.

$$C_j^* = \frac{D_j^-}{D_j^* + D_j^-}, j = 1, \dots, J \quad (5)$$

Por fim as alternativas são classificadas em ordem decrescente de C_j^* , ou seja, quanto maior o valor deste último melhor será a classificação da respectiva alternativa.

3. Metodologia

Este trabalho consiste em uma pesquisa quantitativa aplicada com proposição de uma modelo aplicado em um estudo de caso. As principais etapas metodológicas são apresentadas no diagrama da Figura 1.

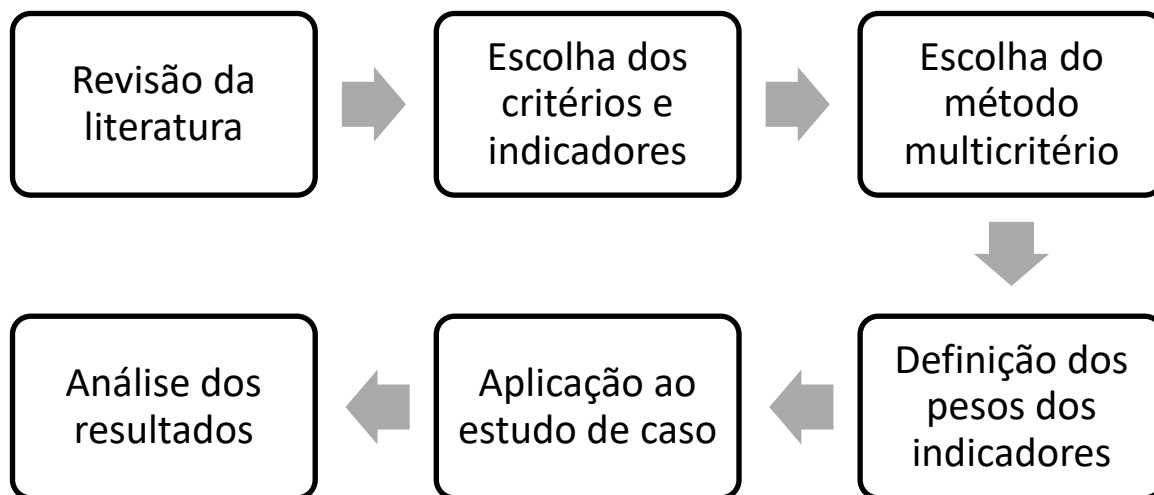


Figura 1 – Principais etapas do estudo em questão.

Tendo em vista as características apresentadas anteriormente foi adotado a método TOPSIS (Hwang & Yoon, 1981) para a análise multicritério, tendo como base as Equações 1 a 5 e os procedimentos apresentados na seção anterior.

Os critérios de avaliação dos cenários adotados neste estudo são apresentados no Quadro 1 e foram selecionados com base nos indicadores propostos em estudos anteriores (Brito, 2006) e Coelho e Henriques (2017).



Quadro 1 - Critérios de avaliação utilizados no modelo de análise multicritério.

Aspecto	Critério	Indicador	Código
Ambiental	Alterações no meio físico	Eficiência de retenção de sedimentos	A1
	Recarga de aquíferos	% passível de ser infiltrada	A2
Técnico	Aumento do tempo de pico	Tempo de pico	T1
	Redução da vazão de pico	Vazão de pico	T2
Social	Função social	% de área com uso múltiplo	S1
	Impacto paisagístico	% de áreas verdes/espelhos d'água	S2
Econômico	CAPEX	Custos de implantação	E1
	OPEX	Custos de operação	E2

Com relação aos pesos dos indicadores, visando uma abordagem de sustentabilidade na qual todos os aspectos são considerados igualmente importantes, não foram atribuídos pesos diferenciados entre indicadores, ou seja, todos indicadores possuem mesmo peso, porém esta premissa pode ser alterada pelo usuário da metodologia caso exista um argumento que suporte a diferenciação de pesos.

O estudo de caso consiste na avaliação de técnicas compensatórias na cidade de Fernandópolis, estado de São Paulo, na sub-bacia do Ribeirão Santa Rita a qual possui área total de cerca de 640 ha. Os dados do estudo de caso utilizados foram obtidos em Rodrigues e Santini Jr (2021) os quais compararam as seguintes técnicas compensatórias: jardins de chuva, pavimento permeável, telhado verde e trincheira de infiltração. Foram considerados 5 cenários, 4 para cada uma das técnicas compensatórias e um cenário de base considerando o sistema com drenagem urbana convencional existente baseado em rede de tubulações. Informações sobre as características gerais das infraestruturas de cada técnica compensatória considerada são apresentadas no Quadro 2 e detalhes adicionais estão disponíveis em Rodrigues e Santini Jr (2021).

Quadro 2 – Informações gerais das técnicas compensatórias e infraestrutura de cada cenário.

Cenário	Técnica utilizada	Descrição
1	Drenagem convencional	Sistema convencional de drenagem com rede de tubulações e canais
2	Trincheira de infiltração	0,5 m de profundidade, 100 m de comprimento e 0,8 m de largura
3	Jardim de chuva	1 m de profundidade, 25 m de comprimento e 0,4 m de largura
4	Telhado verde	150 mm de espessura
5	Pavimento permeável	150 mm de espessura

Fonte: Rodrigues e Santini Jr (2021)



A Tabela 1 apresenta os dados de caracterização das variáveis hidrológicas obtidos em Rodrigues e Santini Jr (2021), os quais são relevantes para determinar os indicadores de cada cenário. Os resultados referem-se a uma chuva de projeto com período de retorno de 5 anos e tempo de concentração de 60 min.

Tabela 1 - Dados de caracterização hidrológica para cada cenário avaliado.

Cenário	Vazão de pico (m ³ /s)	Tempo de pico (min)
1	25,18	106
2	16,69	120
3	17,35	120
4	22,11	106
5	17,28	120

Fonte: Rodrigues e Santini Jr (2021)

A Tabela 2 apresenta dados econômicos para as técnicas compensatórias consideradas nos cenários de comparação. Os dados econômicos foram obtidos em Moura (2004) e atualizados para 2023 utilizando o valor acumulado do Índice de Preços de Obras Públicas (IPOP), sendo ele 302,15%. É importante ressaltar que no caso dos custos mais importante do que o valor absoluto é a distinção relativa de custos entre cenários. Para o cenário 1, como trata-se de um sistema existente foi atribuído custo nulo, considerando que trata-se de um sistema existente e que ainda existirá mesmo concomitantemente com as técnicas compensatórias a serem implantadas. Para o telhado verde os custos foram definidos com base em valores de mercado. A Tabela 3 por sua vez, apresenta variáveis de caracterização operacional para as técnicas compensatórias consideradas nos cenários de comparação. Os valores relativos a capacidade de infiltração, potencial de uso múltiplo e existência de área verde foram definidos com base nas características de cada técnica compensatória conforme reportado na literatura.

Tabela 2 - Dados econômicos para as técnicas compensatórias consideradas nos cenários de comparação.

Técnica utilizada	Custos de implantação (R\$/ m ²)	Custos de operação (R\$/ m ²)
Drenagem convencional	0,00	0,00
Trincheira de infiltração	160,00	48,00
Jardim de chuva	69,00	30,00
Telhado verde	250,00	40,00
Pavimento permeável	80,00	3,00

Fonte: Adaptado de Moura (2004)

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Tabela 3 - Dados de caracterização operacional para as técnicas compensatórias consideradas nos cenários de comparação.

Técnica utilizada	% retenção de sedimentos	Volume de água infiltrada (%)	Área com uso múltiplo (%)	Área verde espelho/d'água (%)
Drenagem convencional	0	0	0	0
Trincheira de infiltração	50	50	0	100
Jardim de chuva	90	100	50	100
Telhado verde	0	0	0	100
Pavimento permeável	50	50	100	0

4. Resultados

A Figura 2 apresenta um diagrama de radar com os valores normalizados dos indicadores para os 5 cenários avaliados. É possível como cada cenário apresenta padrões visualmente bem distintos ao se expor os diferentes indicadores no mesmo gráfico o que demonstra como é essencial a utilização de metodologias integradoras para dar suporte a comparações considerando ao mesmo tempo diferentes aspectos, o que reafirma a importância do estudo em questão ao fornecer um instrumento de auxílio a comparação multicritério destes cenários.

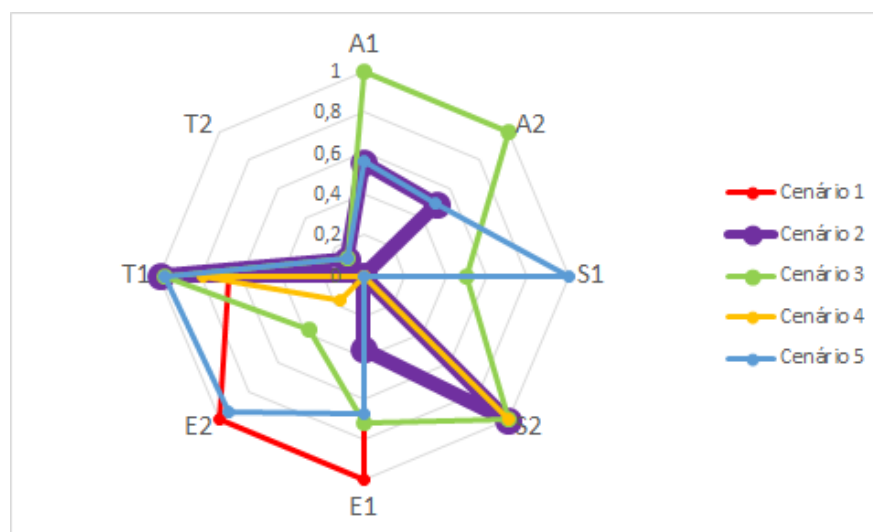


Figura 2 – Diagrama de radar com os valores dos indicadores normalizados para cada cenário avaliado.



Já a Tabela 4 apresenta os resultados do modelo TOPSIS para cada cenário e também a classificação destes. Nota-se que em primeiro e segundo lugar tem-se as alternativas que utilizam jardim de chuva (cenário 3) e pavimento permeável (cenário 5). Isso provavelmente está relacionado aos critérios T1 e T2, os quais refletem o aumento do tempo de pico proporcionado por estas alternativas, bem como pela contribuição em outros aspectos S1 e S2 e E1 e E2. De fato, do ponto de vista ambiental estas alternativas promovem a infiltração da água de chuva. Além disso, estes sistemas permitem uso múltiplo, mantendo um custo de implantação e operação relativamente baixo comparado as demais alternativas. O jardim de chuva ainda se destaca sobre o pavimento permeável por agregar valor paisagístico a região aumentando as áreas verdes (indicador S2).

Quanto a alternativa ou cenário que ficou na última colocação tem-se o telhado verde, o que era esperado, pois do ponto de vista de custo acaba sendo uma alternativa cara, comparada as demais e que não apresenta uma alteração significativa em termos de tempo de pico e vazão de pico comparado ao sistema convencional.

Tabela 4 – Resultados do método TOPSIS e classificação dos cenários avaliados.

Cenários	Técnica utilizada	Resultado C*	Classificação
1	Drenagem convencional	0,40	3º
2	Trincheira de infiltração	0,40	3º
3	Jardim de chuva	0,69	1º
4	Telhado verde	0,27	4º
5	Pavimento permeável	0,60	2º

É importante ressaltar que os resultados apresentados e a classificação obtida são aplicáveis apenas ao estudo de caso considerado e não devem ser extrapolados como solução geral em outros contextos, pois cada situação apresenta características próprias que afetam o resultado final devendo o modelo multicritério ser aplicado a cada situação específica. Todavia, mais importante do que o resultado específico deste estudo de caso é a metodologia apresentada para a avaliação de sustentabilidade tendo como base abordagem multicritério estruturada com os indicadores sugeridos utilizando o método TOPSIS para integrar os resultados.

5. Conclusões

O presente estudo desenvolveu uma abordagem de tomada de decisão multicritério para comparar diferentes técnicas compensatórias considerando características locais e aspectos, técnicos, econômicos, ambientais e sociais. O estudo em questão demonstrou a utilidade de uma metodologia de análise multicritério para consideração simultânea de critérios ambientais, econômicos, sociais e técnicos. O modelo em questão demonstrou ser interessante por associar ao mesmo tempo uma abordagem multi aspecto para análise de sustentabilidade associado a um modelo integrador (TOPSIS) de fácil entendimento.



Para o estudo de caso em questão a alternativa que alcançou a melhor classificação foi a utilização do jardim de chuva e a pior o telhado verde. Todavia os resultados não devem ser generalizados tendo em vista que diferentes técnicas compensatórias podem se apresentar mais adequadas em outros estudos de caso devido a diferentes características hidrológicas e sócio-econômicas regionais.

De modo a dar continuidade a esta pesquisa recomenda-se a realização de estudos adicionais para avaliar o desempenho da abordagem decisória elaborada incluindo outros tipos de técnicas compensatórias, bem como a inclusão de indicadores adicionais. Recomenda-se ainda estudos voltados a: definir os valores estimados para os indicadores, considerar pesos diferenciados para os indicadores e incluir uma análise de sensibilidade e incerteza.

6. Referências bibliográficas

- AZEVEDO, F. S., SILVA, G. J. A. D., SILVEIRA, J. A. R. D., & BARROS FILHO, M. N. M. (2022). Simulação hidrológica de biorretenção: análise de eficiência de técnicas compensatórias para mitigar impactos da urbanização. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 27, 1077-1088.
- BAPTISTA, M. B., NASCIMENTO, N. O.; BARRAUD, S. (2011). “Técnicas compensatórias em drenagem urbana”. 2a ed., ABRH, Porto Alegre - RS, 318 p.
- BAHIENSE, J. M. Avaliação de técnicas compensatórias em drenagem urbana baseadas no conceito de desenvolvimento de baixo impacto, com o apoio de modelagem matemática. Dissertação (mestrado) – UFRJ. Rio de Janeiro. 2013, 135 p.
- BRITO, D. S. Metodologia para definição de sistemas de drenagem. UNB, Dissertação de Mestrado, 2006, 131p.
- CANHOLI, A. P. Drenagem urbana e controle de enchentes. Ed. Oficina de Textos, 2ª ed., 2015, 384p.
- CASTRO, L. D. (2002). Proposição de indicadores para a avaliação de sistemas de drenagem urbana. Sc. Report. Universidade Federal de Minas Gerais.
- COELHO, L. M. G. HENRIQUES, R. S. (2017). Proposta de modelo de análise multicritério aplicada ao apoio a seleção de técnicas compensatórias. XI Encontro Nacional de Águas Urbanas, Belo Horizonte.
- COELHO, L. M. G: (2023) Proposal of a multicriteria decision making method to support the selection of nature-based solutions addressing rainwater management. IEES, Crete, 2023.
- CUNHA, S. F., SILVA, F. E. O., MOTA, T. U., & PINHEIRO, M. C. (2015). “Avaliação da acurácia dos métodos do SCS para cálculo da precipitação efetiva e hidrogramas de cheia”. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 20(4), 837-848.
- GONÇALVES, M. L. R., ZISCHG, J., RAU, S., SITZMANN, M., RAUCH, W.; KLEIDORFER, M. (2018). “Modeling the effects of introducing low impact development in a tropical city: a case study from Joinville, Brazil”. *Sustainability*, 10(728).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

HWANG, C. L.; YOON, K. Multi attribute decision making: methods and applications, New York, USA: Springer-Verlag, pp. 37-48, 1981.

HUANG, I. B.; KEISLER, J.; LINKOV, I. Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: Ten years of applications and trends. *Science of the total environment*, 409, 3578-3594, 2011.

KAWAHARA, P. M. (2018). Proposição de método de concepção e avaliação da viabilidade de técnicas compensatórias baseado em adaptação de análise multicritério.

KOU, G.; MIETTINEN, K.; & SHI, Y. Multiple criteria decision making: challenges and advancements. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 18(1-2), 1-4, 2011.

MIGUEZ, M. G. VEROL, A. P. REZENDE, O. M. *Drenagem Urbana*, Ed. Elsevier, 2015, 584p.

MOURA, P. M. (2004). Contribuição para a avaliação global de sistemas de drenagem urbana. Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MOURA, P. M.; BAPTISTA, M. B.; BARRAUD, S. (2009). Avaliação multicritério de sistemas de drenagem urbana. *Rega*, v. 6, n. 1, p. 31–42.

NEVES, M. G. F. P.; TUCCI, C. E. M. (2012). “*Gestão da drenagem urbana*”. v. 13, p. 43–53.

OLIVEIRA, A. P. D. (2018). Avaliação da multifuncionalidade e de custos de técnicas compensatórias de drenagem na revitalização de áreas urbanas em Guarulhos, SP.

OTTONI, A. B., ROSIN, J. A. R. G.; FOLONI, F. M. (2018). *Drenagem urbana: soluções alternativas sustentáveis*. 1a ed., ANAP, Tupã - SP, 118 p.

RODRIGUES, G. C., & SANTINI, M. A. (2021). Avaliação do emprego de técnicas compensatórias na sub-bacia urbana Ribeirão do Santa Rita do município de Fernandópolis, São Paulo. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 26, 231-237.

ZHOU, P.; FAN, L. W.; & ZHOU, D. Q. Data aggregation in constructing composite indicators: A perspective of information loss. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 360-365, 2010.