



Rodrigo Silvano Silva Rodrigues

Proposta de avaliação para adequação técnica em projetos de grandes obras de drenagem urbana

TESE DE DOUTORADO

Instituto de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Dissertação orientada pelo Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes

Belém – Pará – Brasil

2024

RODRIGO SILVANO SILVA RODRIGUES

Proposta de avaliação para adequação técnica em projetos de grandes obras de drenagem urbana

Tese de doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC-ITEC), da Universidade Federal do Pará (UFPA), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil – Área de Concentração: Engenharia Hídrica.

Orientador: Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes

Belém – Pará – Brasil

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586p Silvano Silva Rodrigues, Rodrigo.
Proposta de avaliação para adequação técnica em projetos de
grandes obras de drenagem urbana / Rodrigo Silvano Silva
Rodrigues. — 2024.
315 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de
Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil,
Belém, 2024.

1. Infraestrutura urbana. 2. Metodologia de avaliação. 3.
Gestão de águas pluviais. 4. Tomada de decisão. 5. Projetos de
engenharia. I. Título.

CDD 620

PROPOSTA DE AVALIAÇÃO PARA ADEQUAÇÃO TÉCNICA EM PROJETOS DE GRANDES OBRAS DE DRENAGEM URBANA

AUTOR:

RODRIGO SILVANO SILVA RODRIGUES

TESE SUBMETIDA À BANCA EXAMINADORA
APROVADA PELO COLEGIADO DO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL DO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PARÁ, COMO REQUISITO PARA
OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM
ENGENHARIA CIVIL NA ÁREA DE RECURSOS
HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL.

APROVADO EM: 26 / 01 / 2024.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes
Orientador (UFPA)

Profa. Dra. Érika da Justa Teixeira Rocha
Membro Externo (IFCE)

Prof. Dr. Marco Valério de Albuquerque Vinagre
Membro Externo (UNAMA)

Profa. Dra. Germana Menescal Bittencourt
Membro Externo (UFPA)

Profa. Dra. Luiza Carla Girard Mendes Teixeira
Membro Interno (UFPA)

Visto:

Prof. Dr. Dênio Ramam Carvalho de Oliveira
Coordenador do PPGEC / ITEC / UFPA

*Dedico essa jornada a DEUS. Sem Ele
nada seria possível.*

*Aos meus pais, orientadores, familiares,
amigos e amigas, por terem acreditado em
mim mesmo quando eu mesmo já não
acreditava.*

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos que começam com uma história. Quando cheguei ao segundo ano do ensino médio, eu tinha o sonho de ser professor, inspirado nos bons professores que até ali pude conhecer. Um professor de geografia, em uma aula, pela primeira vez chamou minha atenção para geografia física falando sobre as condições de saneamento da população. No ano de 2006 eu visitei a Feira do Vestibular da UFPA. Sai de lá com novas perspectivas, com o sonho se moldando a ser engenheiro sanitário. Coisa de jovens, os sonhos vão mudando, se ajustando.

Do meu primeiro dia de aula na UFPA, começou a se moldar um novo sonho. Eu comecei a estar próximo de pessoas sem igual: Professora Ludetana Araujo, Professor José Almir, Professora Valdívia Norat, Professor Paulo Norat, Professora Ana Rosa Prado. Aí eu percebi que eu podia juntar os meus sonhos: ser engenheiro e, também ser professor. Foi aí que comprehendi o caminho que precisava ser percorrido. Precisava ir além da graduação: fazer mestrado, doutorado, como os grandes professores que ali me inspiravam. Esse caminho foi pavimentado por cada professor que me aceitou como monitor e pelos meus orientadores de IC, Professor Lindemberg Fernandes e Professora Germana Menescal.

Me formei, precisei sair para trabalhar, mas voltei ao mestrado, convivi com mais grandes inspirações, como a Professora Luiza Girad e o Professor Francisco Pessoa. Com muita dedicação e luta (minha e de pessoas ao meu lado), me formei mestre. Quase que junto a isso, passei em um concurso para Professor substituto da nossa FAESA.

Ali eu vivi o meu sonho. Profissionalmente nunca fui tão feliz. Ainda não descobri na minha vida uma realização maior do que ser reconhecido e respeitado como Professor de tantos excelentes engenheiros e engenheiras que ajudei a formar. Dois anos maravilhosos.

Junto a formação de mestre e ao concurso de Professor, veio a entrada no doutorado. E meu doutorado foi excelente em tudo, apesar da dificuldade em firmar um tema. Veio a pandemia. Chegou ao fim meu contrato como Professor substituto. Surgiu um grande desafio na minha vida profissional como engenheiro e gestor.

“Grande desafio” talvez seja insuficiente para mensurar. Sem perceber já estava me dedicando integralmente ao trabalho e por diversos momentos pensei em desistir do doutorado. Precisei entender que existem coisas que qualquer pessoa pode fazer e que erramos quando nos devotamos a essas coisas ao invés daquilo que só nós podemos fazer.

Quando juntei forças para seguir, parecia difícil demais e desistir era previsível. Mas “eles” não permitiram. Eu sou grato a Deus por colocar pessoas na minha vida que foram capazes de não permitir que eu “joguesse a toalha”, mesmo quando o peso estava insuportável. Fechamos um tema. Ganhei forças. Qualifiquei. Não sei como contar que daí a diante tudo fluiu tão suave, prazeroso e engrandecedor.

Universidade Federal do Pará: graduação, mestrado, doutorado, contrato como Professor substituto, me deste tudo. Te amo como além de quem ama um lugar. Te carrego no meu coração.

A todos especialistas que dedicaram seu tempo por minha pesquisa, gratidão eterna. Aos membros das bancas de qualificação e de defesa, pela seriedade e disposição em contribuir com melhorias na pesquisa.

Meus orientadores, Germana e Lindemberg, não existem palavras capazes de expressar minha gratidão por tanto e por tudo que vocês confiaram a mim. Me acolheram sempre que precisei, foram duros quando precisaram ser. Foi a partir das escolhas que vocês fizeram, em não permitir minha desistência, que tudo se tornou possível.

Meus pais, Zeca e Fátima, que tantas vezes me ouviram dizer que queria ser doutor, que me ouviram falar em desistir e mesmo assim nunca deixaram de me incentivar, obrigado por tudo.

Meu irmão Admilson, obrigado por ser acolhimento e luz na minha vida.

Minha namorada, meu amor, Rafaella, obrigado por estar ao meu lado e escolher estar ao meu lado todos os dias. E sua família, por me acolher tão bem.

Meus familiares amados, minha irmã, minhas tias, minha madrinha, que mesmo em outras cidades sempre trazem carinho a minha vida. Flávia, Cristina, Fernanda, Ana Luiza e André Luiz, obrigado por sempre demonstrarem que eu tenho apoio e suporte para tudo que for preciso. Meus filhos pets (Ralf Jr., Gamora, Itachi, Tigresa, Branquinha e Boruto) e meu irmão pet (Bob); como se vive sem todo esse amor?!

Ana Kely, um presente que a UFPA colocou na minha vida, obrigado por tudo.

Meus alunos e alunas, pessoas queridas, que extrapolaram as salas de aula e entraram na minha vida trazendo luz e amizade, gratidão.

Denise Raissa e Rodrigo D’Oliveira, vocês foram alicerce dessa conquista, muito obrigado.

Sanny Assis, desculpa ter dado tanto trabalho e muito obrigado por sempre estar disposta a ajudar, em teu nome agradeço ao PPGEC por tudo que me foi oferecido em tantos anos de estudos e pesquisas.

Meus companheiros e companheiras de pós-graduação, Diêgo Crispim, Paulo Eduardo, Artur Sales, David Figueiredo, Maria de Nazaré, Rafaela Silveira, gratidão e felicidade pela oportunidade de ter podido conviver com todos vocês e compartilhar tantos momentos juntos.

Meus amigos de esportes, obrigado por quebrar minhas rotinas, dividir momentos de alegria e me ajudar a renovar forças diante dos desafios do dia-a-dia.

A todos os bons colegas de trabalho que tive nos últimos anos, obrigado por compartilharem comigo conquistas, respeito, valores éticos e morais. Liderá-los me engradeceu muito além do profissional, mais como ser humano.

Todos os grandes mestres, Professores e Professoras que alicerçaram toda minha jornada até aqui, muito obrigado por formarem muito além de diplomas, por todos os valores compartilhados.

Chegaram a me dizer que eu não conseguiria, pois “muitos não conseguem”. Em algum momento (que já passou) cheguei a me dedicar em provar que estavam errados. Mas, o tempo me mostrou que toda minha dedicação é por aqueles que nunca duvidaram. Àqueles que me fortaleceram: dedico essa vitória a todos vocês.

RESUMO

O gerenciamento em obras de drenagem lida cotidianamente com entraves técnicos que afetam diretamente fatores como qualidade, eficiência, cronograma e custo, entre outros, em cenários normativos descentralizados e locais. Este estudo visa propor uma metodologia para avaliação da adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana, com intuito de criar uma ferramenta capaz de nortear tomadores de decisões. Por meio de avaliação da literatura observou-se as principais dimensões e parâmetros técnicos que compõe o desenvolvimento desses projetos, relacionados à viabilidade, licenças, custos, controle de alagamentos e integração de tecnologias alternativas. Assim, foram determinados 26 parâmetros, divididos em quatro dimensões (Viabilidade técnica; Licenciamento e custo do projeto; Eficácia no controle de alagamentos; e Tecnologias e soluções alternativas). A literatura aponta para o detalhamento destes elementos em diversos parâmetros que foram submetidos a opinião de especialistas, por meio do Método Delphi associado a análise multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP), para se obter uma compreensão mais aprofundada e detalhada sobre seus impactos ao desenvolvimento tecnicamente adequado de projetos de grandes obras de drenagem urbana, diante de duas propostas de coleta de dados. Diante dessas informações, foram estabelecidas relações de significância e interação para estruturação dos dados para criação de uma formulação matemática capaz de gerar valor e classificar a adequação técnica para projetos de grandes obras de drenagem urbana, e orientar tomadores de decisões sobre quais elementos direcionar seus investimentos para melhor desenvolvimento técnico do projeto. Este processo foi automatizado através da criação de um site. Os resultados alcançados reforçam a importância de considerar uma abordagem complexa para a gestão das águas pluviais urbanas. Eles destacam a necessidade de avaliações técnicas mais abrangentes, levando em conta não apenas os aspectos hidrológicos e hidráulicos. Os parâmetros considerados mais importantes são “Prevenção de alagamentos”, “Melhoria do escoamento das águas pluviais”, “Projeto técnico”, “Redução do tempo de alagamento”, “Estudos de viabilidade”, “Compatibilidade com a infraestrutura existente”, “Impacto ambiental”, “Redução do volume de água acumulada”, “Capacidade de operação e manutenção” e “Custo de construção”. A pesquisa enfatiza a relevância da inovação tecnológica e do alinhamento com políticas e normativas locais para a eficácia desses projetos. Esses resultados, aliados à metodologia proposta, visam orientar profissionais na implementação de projetos de drenagem urbana, contribuindo significativamente para a melhoria da qualidade de vida nas áreas urbanas.

Palavras-chave: Infraestrutura urbana, metodologia de avaliação, gestão de águas pluviais, tomada de decisão, projetos de engenharia.

ABSTRACT

The management of drainage works faces technical obstacles that affect quality, efficiency, schedule, and cost. The aim is to create a tool that can guide decision-makers in decentralized and local regulatory scenarios. This study proposes a methodology for evaluating the technical suitability of large-scale urban drainage projects. After evaluating the literature, we identified the main dimensions and technical parameters that contribute to the development of these projects. These parameters include feasibility, licensing, costs, flood control, and the integration of alternative technologies. We identified 26 parameters, which we divided into four dimensions: technical feasibility, licensing and project cost, effectiveness in flood control, and alternative technologies and solutions. The literature categorises these elements into various parameters. These parameters were then submitted to expert opinion using the Delphi Method associated with the multi-criteria analysis Analytic Hierarchy Process (AHP). This was done to obtain a more in-depth and detailed understanding of their impacts on the technically appropriate development of large urban drainage projects. The study focuses on major urban drainage projects and considers two data collection proposals. Based on this information, significant relationships and interactions were identified to structure the data and create a mathematical formulation that can generate value and classify large urban drainage projects. This will guide decision-makers on which elements to invest in for the best technical development of the project. The process has been automated through the development of a website. The findings emphasise the significance of adopting a multifaceted approach to managing urban stormwater. They underscore the necessity of conducting thorough technical evaluations that consider not only hydrological and hydraulic factors. The most important parameters considered are prevention of flooding, improvement of stormwater runoff, technical design, reduction of flooding time, feasibility studies, compatibility with existing infrastructure, environmental impact, reduction of accumulated water volume, operation and maintenance capacity, and construction cost. The research highlights the significance of technological innovation and adherence to local policies and regulations for the effectiveness of such projects. These findings, along with the suggested methodology, aim to assist professionals in executing urban drainage projects, thereby significantly enhancing the quality of life in urban areas.

Keywords: Urban infrastructure, evaluation methodology, stormwater management, decision-making, engineering projects.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1. Estruturação metodológica da pesquisa..... | 55 |
| Figura 2. Critérios para concordância/discordância das respostas para o Método 2..... | 80 |
| Figura 3. Gráficos de dispersão das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância dos 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica”..... | 127 |
| Figura 4. Box-plots dos 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica” para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1). ... | 130 |
| Figura 5. Gráficos de dispersão das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância dos 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”. | 135 |
| Figura 6. Box-plots dos 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1)..... | 138 |
| Figura 7. Gráficos de dispersão das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância dos 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”..... | 142 |
| Figura 8. Box-plots dos 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1). | 144 |
| Figura 9. Gráficos de dispersão das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância dos 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”..... | 148 |
| Figura 10. Box-plots dos 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1). | 151 |
| Figura 11. Gráficos de dispersão das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância das 4 dimensões estudadas..... | 155 |
| Figura 12. Box-plots das 4 dimensões estudadas para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1)..... | 157 |
| Figura 13. Layout da interface do site AAT-GEAU | 207 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1. Padrão de estruturação de matrizes de julgamento..... | 41 |
| Tabela 2. Índice de consistência aleatória (RI)..... | 44 |
| Tabela 3. Síntese estatística das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância dos 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica”..... | 129 |
| Tabela 4. Síntese estatística das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância dos 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”..... | 137 |
| Tabela 5. Síntese estatística das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância dos 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”..... | 143 |
| Tabela 6. Síntese estatística das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância dos 7 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”..... | 150 |
| Tabela 7. Síntese estatística das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância das 4 dimensões..... | 156 |
| Tabela 8. Pesos atribuídos aos parâmetros estudados da dimensão “Viabilidade técnica” – Método 1..... | 162 |
| Tabela 9. Pesos atribuídos aos parâmetros estudados da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” – Método 1..... | 162 |
| Tabela 10. Pesos atribuídos aos parâmetros estudados da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” – Método 1..... | 163 |
| Tabela 11. Pesos atribuídos aos parâmetros estudados da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” – Método 1..... | 164 |
| Tabela 12. Pesos atribuídos às dimensões estudadas – Método 1..... | 164 |
| Tabela 13. Escala de influência das dimensões a estrutura de avaliação de projetos de grandes obras de drenagem – Método 1..... | 165 |
| Tabela 14. Análise numérica dos valores alcançados para os 26 parâmetros como possíveis resultados de avaliação de um projeto – Método 1..... | 165 |
| Tabela 15. Escala de importância dos parâmetros à estrutura de avaliação de projetos de grandes obras de drenagem, considerando a influência das suas respectivas dimensões – Método 1..... | 166 |
| Tabela 16. Respostas alcançadas junto aos especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência dos 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica”..... | 171 |
| Tabela 17. Concordância ou discordância das respostas alcançadas junto aos especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência dos 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica”..... | 172 |
| Tabela 18. Respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência dos 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”..... | 174 |
| Tabela 19. Concordância ou discordância das respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência dos 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”..... | 175 |
| Tabela 20. Respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência dos 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”..... | 176 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 21. Concordância ou discordância das respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência dos 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”..... | 177 |
| Tabela 22. Respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência dos 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”..... | 179 |
| Tabela 23. Concordância ou discordância das respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência dos 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”..... | 180 |
| Tabela 24. Respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência das 4 dimensões estudadas. | 182 |
| Tabela 25. Concordância ou discordância das respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência das 4 dimensões estudadas..... | 182 |
| Tabela 26. Pesos atribuídos aos parâmetros estudados da dimensão “Viabilidade técnica” – Método 2..... | 184 |
| Tabela 27. Resumo dos resultados da aplicação dos métodos Delphi e AHP para avaliar a relevância dos 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica” – Método 2..... | 187 |
| Tabela 28. Pesos atribuídos aos parâmetros estudados da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” – Método 2. | 187 |
| Tabela 29. Resumo dos resultados da aplicação dos métodos Delphi e AHP para avaliar a relevância dos 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” – Método 2..... | 190 |
| Tabela 30. Pesos atribuídos aos parâmetros estudados da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” – Método 2. | 190 |
| Tabela 31. Resumo dos resultados da aplicação dos métodos Delphi e AHP para avaliar a relevância dos 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” – Método 2..... | 192 |
| Tabela 32. Pesos atribuídos aos parâmetros estudados da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” – Método 2..... | 192 |
| Tabela 33. Resumo dos resultados da aplicação dos métodos Delphi e AHP para avaliar a relevância dos 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” – Método 2..... | 195 |
| Tabela 34. Pesos atribuídos às dimensões estudadas – Método 2. | 195 |
| Tabela 35. Resumo dos resultados da aplicação dos métodos Delphi e AHP para avaliar a relevância dos 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” – Método 2..... | 197 |
| Tabela 36. Análise numérica dos valores alcançados para os 26 parâmetros como possíveis resultados de avaliação de um projeto – Método 2..... | 198 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1. Categorias para classificação de grandes obras em organizações internacionais..... | 30 |
| Quadro 2. Escala de fundamental de Saaty..... | 41 |
| Quadro 3. Sínteses dos indicadores de drenagem urbana levantados na literatura..... | 45 |
| Quadro 4. Síntese dos resultados alcançados por Francisco et al. (2022) para indicadores que refletem os desafios para a melhoria da drenagem urbana..... | 51 |
| Quadro 5. Síntese dos resultados alcançados por Lacerda (2021) para um índice de desempenho do serviço de drenagem de águas pluviais..... | 53 |
| Quadro 6. Relação entre objetivos da pesquisa e seus produtos gerados..... | 56 |
| Quadro 7. Síntese da identificação de dimensões e parâmetros da metodologia..... | 58 |
| Quadro 8. Objetivos e fundamentações para parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica”..... | 60 |
| Quadro 9. Objetivos e fundamentações para os parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”..... | 62 |
| Quadro 10. Objetivos e fundamentações para os parâmetros da dimensão “Eficácia no Controle de Alagamentos”..... | 67 |
| Quadro 11. Objetivos e fundamentações para os parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”..... | 69 |
| Quadro 12. Exemplo hipotético da estruturação dos dados utilizando o Método 2..... | 77 |
| Quadro 13. Parâmetros e suas respectivas perguntas-síntese..... | 83 |
| Quadro 14. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Viabilidade técnica”..... | 89 |
| Quadro 15. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Projeto técnico”..... | 90 |
| Quadro 16. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Tecnologias e métodos utilizados”..... | 91 |
| Quadro 17. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Compatibilidade com a infraestrutura existente”..... | 91 |
| Quadro 18. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Impacto ambiental”..... | 92 |
| Quadro 19. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Cronograma e prazos”..... | 93 |
| Quadro 20. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Capacidade de operação e manutenção”..... | 94 |
| Quadro 21. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Licenciamento e autorizações”..... | 95 |
| Quadro 22. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Custo de construção”..... | 96 |
| Quadro 23. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Custo de operação e manutenção”..... | 97 |
| Quadro 24. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Custo de desapropriação”..... | 98 |
| Quadro 25. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Custo de remediação ambiental”..... | 98 |
| Quadro 26. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Custo de monitoramento e controle”..... | 99 |

| | |
|---|-----|
| Quadro 27. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Custo de contingências e incertezas”..... | 100 |
| Quadro 28. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Redução do tempo de alagamento” | 101 |
| Quadro 29. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Redução do volume de água acumulada”..... | 102 |
| Quadro 30. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Prevenção de alagamentos” | 102 |
| Quadro 31. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Melhoria do escoamento das águas pluviais”..... | 103 |
| Quadro 32. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Gestão sustentável da água”..... | 104 |
| Quadro 33. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Sustentabilidade energética”..... | 105 |
| Quadro 34. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Sistemas de drenagem sustentável” | 106 |
| Quadro 35. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Preservação de áreas naturais”..... | 107 |
| Quadro 36. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Tratamento de águas pluviais urbanas” | 108 |
| Quadro 37. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento”..... | 108 |
| Quadro 38. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Incremento de novos materiais” | 109 |
| Quadro 39. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Inovações em gestão de resíduos” | 110 |
| Quadro 40. Sugestões apontadas por especialistas na coleta de dados pelos Métodos 1 e 2 | 113 |
| Quadro 41. Comentários realizados por especialistas na coleta de dados pelo Métodos 1 e 2 | 122 |
| Quadro 42. Mapa de cores para o ordenamento da importância entre os 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica”, para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1)..... | 131 |
| Quadro 43. Mapa de cores para o ordenamento da importância entre os 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”, para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1)..... | 139 |
| Quadro 44. Mapa de cores para o ordenamento da importância entre os 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”, para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1)..... | 145 |
| Quadro 45. Mapa de cores para o ordenamento da importância entre os 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”, para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1)..... | 152 |
| Quadro 46. Mapa de cores para o ordenamento da importância entre as 4 dimensões estudadas, para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1). | 158 |
| Quadro 47. Resultado da análise multicritério AHP para os parâmetros 7 estudados da dimensão “Viabilidade técnica” – Método 2..... | 185 |
| Quadro 48. Resultado da análise multicritério AHP para os parâmetros 7 estudados da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” – Método 2..... | 188 |

| | |
|---|-----|
| Quadro 49. Resultado da análise multicritério AHP para os parâmetros 4 estudados da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” – Método 2..... | 191 |
| Quadro 50. Resultado da análise multicritério AHP para os parâmetros 8 estudados da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” – Método 2 | 193 |
| Quadro 51. Resultado da análise multicritério AHP para as 4 dimensões estudadas – Método 2..... | 196 |
| Quadro 52. Escala de influência das dimensões a estrutura de avaliação de projetos de grandes obras de drenagem – Método 2 | 197 |
| Quadro 53. Escala de influência dos parâmetros à estrutura de avaliação de projetos de grandes obras de drenagem, considerando a influência das suas respectivas dimensões – Método 2..... | 199 |
| Quadro 54. Ordem de importância com escala de cores com referência do Método 1 para o Método 2..... | 211 |
| Quadro 55. Notas atribuídas aos 26 parâmetros na aplicação da proposta metodológica de avaliação da adequação técnica a um estudo de caso real. | 217 |
| Quadro 56. Resultados da aplicação da proposta metodológica de avaliação da adequação técnica a um estudo de caso real..... | 218 |
| Quadro 57. Discriminação dos valores para as dimensões nos resultados da aplicação da proposta metodológica de avaliação da adequação técnica a um estudo de caso real. | 219 |
| Quadro 58. Destaque as notas atribuídas aos 10 parâmetros mais importantes (Método 1) e aos parâmetros com nota inferior a 7, considerando o projeto readequado. | 221 |
| Quadro 59. Resultados da aplicação da proposta metodológica de avaliação da adequação técnica às melhorias no projeto readequado pelos resultados do Método 1. | 221 |
| Quadro 60. Destaque as notas atribuídas aos 10 parâmetros mais importantes (Método 2) e aos parâmetros com nota inferior a 7, considerando o projeto readequado. | 222 |
| Quadro 61. Resultados da aplicação da proposta metodológica de avaliação da adequação técnica a melhorias no projeto readequado pelos resultados do Método 2. 223 | |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------|---|
| ABENC | Associação Brasileira de Engenheiros Civis |
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ADB | <i>Asian Development Bank</i> |
| AHP | Análise Hierárquica de Processos |
| APA | <i>American Psychological Association</i> |
| ASCE | <i>American Society of Civil Engineers</i> |
| BID | Banco Interamericano de Desenvolvimento |
| BIRD | Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento |
| BM | Banco Mundial |
| CDI | Cooperação Internacional para o Desenvolvimento |
| CEP | Comitê de Ética em Pesquisa |
| CIRIA | <i>Construction Industry Research and Information Association</i> |
| CONEP | Comissão Nacional de Ética em Pesquisa |
| CREA | Conselho Regional de Engenharia e Agronomia |
| EPA | Environmental Protection Agency |
| FEMA | <i>Federal Emergency Management Agency</i> |
| FMI | Fundo Monetário Internacional |
| IACCM | <i>International Association of Construction Managers</i> |
| IAEE | <i>International Association of Cost Engineering</i> |
| IBAPE | Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia |
| ICE | <i>Institution of Civil Engineers</i> |
| IRA | <i>Inter-rater Agreement</i> |
| IVC | Índice de Validade de Conteúdo |
| NBR | Norma Brasileira |
| NRC | <i>National Research Council</i> |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| PMI | <i>Project Management Institute</i> |
| SEC | <i>Stanford Engineering and Construction Corporation</i> |
| SIG | Sistemas de Informações Geográficas |
| UE | União Européia |
| UFPA | Universidade Federal do Pará |
| UNECE | <i>United Nations Economic Commission for Europe</i> |
| WEF | <i>World Economic Forum</i> |

SUMÁRIO

| | | |
|---------|---|----|
| 1. | INTRODUÇÃO..... | 20 |
| 2. | JUSTIFICATIVA | 23 |
| 3. | QUESTÕES DE PESQUISA E HIPÓTESES..... | 26 |
| 4. | OBJETIVOS..... | 27 |
| 4.1. | OBJETIVO GERAL..... | 27 |
| 4.2. | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 27 |
| 5. | REFERENCIAL TEÓRICO..... | 28 |
| 5.1. | O QUE É UMA GRANDE OBRA?..... | 28 |
| 5.2. | DESAFIOS HIDROLÓGICOS URBANOS E NECESSIDADE DE SANEAMENTO | 33 |
| 5.3. | CRESCIMENTO URBANO E DEMANDAS DE INFRAESTRUTURA | 35 |
| 5.4. | ÓRGÃOS MULTILATERAIS EM PROJETOS DE INFRAESTRUTURA NA REGIÃO AMAZÔNICA | 36 |
| 5.5. | DESENVOLVIMENTO DA ANÁLISE MULTICRITÉRIO..... | 38 |
| 5.5.1. | MÉTODO DELPHI..... | 38 |
| 5.5.2. | MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSOS (AHP)... | 40 |
| 5.6. | INDICADORES FORMULADOS PARA SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA | 45 |
| 6. | METODOLOGIA..... | 55 |
| 6.1. | IDENTIFICAÇÃO DE DIMENSÕES E PARÂMETROS DO ESTUDO..... | 57 |
| 6.2. | CONSULTA AOS ESPECIALISTAS | 73 |
| 6.2.1. | MÉTODO 1 (PREENCHIMENTO DA “PLANILHA INTERATIVA” AHP)..... | 74 |
| 6.2.2. | MÉTODO 2 (ATRIBUIÇÃO DE PESOS E “ABORDAGEM ESTENDIDA” AHP) | 76 |
| 6.2.3. | PERGUNTAS-SÍNTESE PARA A ANÁLISE DO PARÂMETRO SOBRE PROJETOS | 82 |
| 6.2.4. | CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DOS ESPECIALISTAS..... | 85 |
| 6.2.5. | QUANTIDADE DE ESPECIALISTAS CONSULTADOS | 86 |
| 6.2.6. | ANÁLISE ESTATÍSTICA E DE SENSIBILIDADE | 86 |
| 6.3. | DESENVOLVIMENTO E TESTE DA METODOLOGIA | 87 |
| 6.4. | CRITÉRIOS PARA ATRIBUIÇÃO DE NOTAS NO PROCESSO DE AVALIAÇÃO..... | 88 |
| 6.4.1. | "ESTUDO DE VIABILIDADE" | 89 |
| 6.4.2. | "PROJETO TÉCNICO" | 90 |
| 6.4.3. | "TECNOLOGIAS E MÉTODOS UTILIZADOS" | 90 |
| 6.4.4. | "COMPATIBILIDADE COM A INFRAESTRUTURA EXISTENTE" | 91 |
| 6.4.5. | "IMPACTO AMBIENTAL" | 92 |
| 6.4.6. | "CRONOGRAMA E PRAZOS" | 93 |
| 6.4.7. | "CAPACIDADE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO" | 94 |
| 6.4.8. | "LICENCIAMENTO E AUTORIZAÇÕES" | 94 |
| 6.4.9. | "CUSTO DE CONSTRUÇÃO" | 95 |
| 6.4.10. | "CUSTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO" | 96 |
| 6.4.11. | "CUSTO DE DESAPROPRIAÇÃO"..... | 97 |
| 6.4.12. | "CUSTO DE REMEDIAÇÃO AMBIENTAL" | 98 |
| 6.4.13. | "CUSTO DE MONITORAMENTO E CONTROLE" | 99 |

| | |
|--|-----|
| 6.4.14. "CUSTO DE CONTINGÊNCIAS E INCERTEZAS" | 100 |
| 6.4.15. "REDUÇÃO DO TEMPO DE ALAGAMENTO" | 101 |
| 6.4.16. "REDUÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA ACUMULADA" | 101 |
| 6.4.17. "PREVENÇÃO DE ALAGAMENTOS" | 102 |
| 6.4.18. "MELHORIA DO ESCOAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS" | 103 |
| 6.4.19. "GESTÃO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA" | 104 |
| 6.4.20. "SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA" | 105 |
| 6.4.21. "SISTEMAS DE DRENAGEM SUSTENTÁVEL" | 105 |
| 6.4.22. "PRESERVAÇÃO DE ÁREAS NATURAIS" | 106 |
| 6.4.23. "TRATAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS" | 107 |
| 6.4.24. "TECNOLOGIAS AVANÇADAS E SISTEMAS DE GERENCIAMENTO" | 108 |
| 6.4.25. "INCREMENTO DE NOVOS MATERIAIS" | 109 |
| 6.4.26. "INOVAÇÕES EM GESTÃO DE RESÍDUOS" | 110 |
| 6.5. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS | 110 |
| 6.6. LIMITAÇÕES DA METODOLOGIA..... | 111 |
| 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 112 |
| 7.1. TESTES-PILOTO (MÉTODOS 1 E 2)..... | 112 |
| 7.2. IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS TÉCNICOS (MÉTODOS 1 E 2)..... | 112 |
| 7.3. MÉTODO 1 PARA COLETA DE DADOS | 123 |
| 7.3.1. PARÂMETROS DA DIMENSÃO “VIABILIDADE TÉCNICA”..... | 127 |
| 7.3.2. PARÂMETROS DA DIMENSÃO “LICENCIAMENTO E CUSTO DO PROJETO” | 134 |
| 7.3.3. PARÂMETROS DA DIMENSÃO “EFICÁCIA NO CONTROLE DE ALAGAMENTOS” | 141 |
| 7.3.4. PARÂMETROS DA DIMENSÃO “TECNOLOGIAS E SOLUÇÕES ALTERNATIVAS” | 148 |
| 7.3.5. DIMENSÕES | 155 |
| 7.4. IMPORTÂNCIA DOS ELEMENTOS TÉCNICOS (MÉTODO 1) | 161 |
| 7.4.1. PARÂMETROS DA DIMENSÃO “VIABILIDADE TÉCNICA”..... | 161 |
| 7.4.2. PARÂMETROS DA DIMENSÃO “LICENCIAMENTO E CUSTO DO PROJETO” | 162 |
| 7.4.3. PARÂMETROS DA DIMENSÃO “EFICÁCIA NO CONTROLE DE ALAGAMENTOS” | 163 |
| 7.4.4. PARÂMETROS DA DIMENSÃO “TECNOLOGIAS E SOLUÇÕES ALTERNATIVAS” | 163 |
| 7.4.5. DIMENSÕES | 164 |
| 7.4.6. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE..... | 165 |
| 7.5. MÉTODO 2 PARA COLETA DE DADOS | 169 |
| 7.5.1. PARÂMETROS DA DIMENSÃO “VIABILIDADE TÉCNICA”..... | 170 |
| 7.5.2. PARÂMETROS DA DIMENSÃO “LICENCIAMENTO E CUSTO DO PROJETO” | 173 |
| 7.5.3. PARÂMETROS DA DIMENSÃO “EFICÁCIA NO CONTROLE DE ALAGAMENTOS” | 176 |
| 7.5.4. PARÂMETROS DA DIMENSÃO “TECNOLOGIAS E SOLUÇÕES ALTERNATIVAS” | 178 |
| 7.5.5. DIMENSÕES | 181 |
| 7.6. RELEVÂNCIA DOS ELEMENTOS TÉCNICOS (MÉTODO 2)..... | 184 |
| 7.6.1. PARÂMETROS DA DIMENSÃO “VIABILIDADE TÉCNICA”..... | 184 |

| | |
|--|-----|
| 7.6.2. PARÂMETROS DA DIMENSÃO “LICENCIAMENTO E CUSTO DO PROJETO” | 187 |
| 7.6.3. PARÂMETROS DA DIMENSÃO “EFICÁCIA NO CONTROLE DE ALAGAMENTOS” | 190 |
| 7.6.4. PARÂMETROS DA DIMENSÃO “TECNOLOGIAS E SOLUÇÕES ALTERNATIVAS” | 192 |
| 7.6.5. DIMENSÕES | 195 |
| 7.6.6. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE | 197 |
| 7.7. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE ALÉM DA MATEMÁTICA | 202 |
| 7.8. ESTRUTURA MATEMÁTICA ALCANÇADA (MÉTODOS 1 E 2).. | 204 |
| 7.9. AUTOMAÇÃO DE UMA FERRAMENTA DE ANÁLISE | 205 |
| 7.9.1. PROCEDIMENTO PARA CRIAÇÃO DO SITE | 207 |
| 7.9.1.1. GLOSSÁRIO SOBRE ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS | 208 |
| 7.10. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE DADOS OBTIDOS PELOS MÉTODOS 1 E 2 | 210 |
| 7.11. DISCUSSÃO PARA MAIOR EFICIÊNCIA NA APLICAÇÃO DA PROPOSTA METODOLÓGICA | 215 |
| 7.12. APLICAÇÃO EM CASO REAL | 216 |
| 7.12.1. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DA ADEQUAÇÃO TÉCNICA DO PROJETO | 218 |
| 7.12.1.1. COMO MELHORAR A ADEQUAÇÃO TÉCNICA DESTE PROJETO? | 220 |
| 7.13. PRODUÇÃO ACADÊMICA | 225 |
| 7.13.1. "ÓRGÃOS MULTILATERAIS E O DESENVOLVIMENTO DA INFRAESTRUTURA URBANA NA AMAZÔNIA" | 225 |
| 7.13.2. "ELEMENTOS TÉCNICOS RELACIONADOS AOS PROJETOS DE GRANDES OBRAS DE DRENAGEM URBANA" | 226 |
| 8. CONCLUSÕES | 227 |
| 9. PROPOSIÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS | 233 |
| 10. FONTES DE FINANCIAMENTO | 234 |
| REFERÊNCIAS | 235 |
| APÊNDICE A – APROVAÇÃO NO COMITÊ DE ÉTICA | 255 |
| APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO E ITENS DA “PLANILHA INTERATIVA” PARA COLETA DE DADOS | 260 |
| APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO INTEGRADO AO “QUESTIONÁRIO ONLINE” NA PLATAFORMA GOOGLE FORMS (QUESTIONÁRIO ONLINE COMPLETO) ... | 268 |
| APÊNDICE D – ANÁLISES E JUSTIFICATIVAS PARA ATRIBUIÇÃO DE NOTAS NA APLICAÇÃO EM CASO REAL | 292 |

1. INTRODUÇÃO

A gestão adequada da drenagem urbana é uma questão de importância crescente no cenário contemporâneo, à medida que as cidades enfrentam desafios relacionados a inundações recorrentes e problemas de infraestrutura. A urbanização acelerada tem levado a mudanças no ambiente construído, iniciada em uma proporção crescente de áreas impermeáveis, dificultando a absorção natural das águas pluviais (HU; FAN; ZHANG, 2020). Consequentemente, a capacidade das cidades de lidar com eventos de chuva intensa é cada vez mais experimentada, onde problemas nos sistemas de drenagem podem sofrer inundações repentinhas, com prejuízos não apenas a infraestrutura, mas também a qualidade de vida da população afetada (PISTRIKA; TSAKIRIS; NALBANTIS, 2014).

A literatura científica tem destacado estratégias no gerenciamento de projetos de drenagem urbana como uma medida fundamental para mitigar os impactos negativos das inundações em áreas urbanas densamente habitadas (MARLOW et al., 2013). Entretanto, uma implementação bem-sucedida de projetos de drenagem urbana enfrenta diversos desafios técnicos e práticos que podem comprometer a eficácia dessas intervenções.

A complexidade dos desafios técnicos em grandes obras de drenagem urbana é ampliada pela interação entre fatores físicos, sociais, políticos, econômicos, ambientais, entre outros. Além disso, a variabilidade climática, incluindo chuvas extremas e mudanças nos padrões de precipitação, adiciona uma nova variável aos projetos de drenagem (NGUYEN; NGUYEN, 2020). Portanto, é crucial considerar uma abordagem abrangente que leve em conta tanto os aspectos técnicos quanto as considerações socioambientais.

A necessidade de enfrentar os entraves técnicos em projetos de drenagem urbana ganha destaque diante do aumento das inundações urbanas e suas influências prejudiciais nas áreas urbanas (ALVES et al., 2020; FRANCISCO et al., 2023). A escala e a frequência desses eventos ressaltam a importância de superar os desafios técnicos que muitas vezes limitam a eficácia das intervenções.

A crescente urbanização, combinada às mudanças climáticas, exige uma reavaliação das abordagens convencionais de drenagem urbana. A necessidade de lidar com a pressão de desenvolvimento urbano e os impactos ambientais destaca a importância de estratégias inovadoras e projetadas que possam enfrentar as complexidades técnicas e

ambientais das áreas urbanas (DHAKAL; CHEVALIER, 2016; RENTACHINTALA; REDDY; MOHAPATRA, 2022).

A complexidade dos sistemas de drenagem urbana exige soluções técnicas eficazes para prevenir inundações e minimizar impactos socioeconômicos. No entanto, o processo de planejamento e implementação desses projetos enfrenta diversos entraves técnicos, como a falta de capacidade de absorção das redes de drenagem diante do crescimento urbano acelerado (HENONIN et al., 2013; CARVALHO; PEREIRA; FERNANDES, 2021), a inadequação de soluções propostas diante da variabilidade climática e limitada flexibilidade dessas estruturas para lidar com mudanças na topografia urbana (HAN; HE, 2021).

O presente estudo se propõe a aprofundar a compreensão às demandas por adequações técnicas que permeiam os projetos de grandes obras de drenagem urbana, investigando as nuances complexas inerentes as suas dificuldades e avaliando de que forma os diversos elementos técnicos impactam sobre a consecução fluida desses empreendimentos. A pesquisa almeja contribuir para a identificação de abordagens mais eficazes e direcionadas, capazes de fazer frente às crescentes demandas por infraestruturas urbanas, especialmente no âmbito da drenagem, destacando elementos de viabilidade técnica, licenciamento e custo do projeto, eficácia no controle de alagamento e tecnologias e soluções alternativas, em grandes obras de drenagem urbana.

A abordagem integrada de problemas técnicos em projetos urbanos tem sido destacada na literatura. De acordo com Alves, Borges e Nadae (2021), uma abordagem complexa que considera aspectos técnicos, sociais e ambientais é essencial para o sucesso de projetos de infraestrutura urbana, incluindo a drenagem. Além disso, a importância de abordagens eficazes para enfrentar os desafios crescentes das infraestruturas urbanas é defendida por autores como Wong, Rogers e Brown (2020), que enfatizam a necessidade de inovação para lidar com a urbanização acelerada. Esse crescimento exige infraestrutura (principalmente nos países em desenvolvimento), produz grandes áreas urbanas e projetos de infraestrutura como água e esgoto, eletricidade, transporte e telecomunicações (HU et al., 2015).

O aprofundamento nessa temática reveste-se de importância, uma vez que a evolução dos projetos de drenagem urbana não se restringe apenas à infraestrutura física em si, mas também à sua capacidade de se adaptar às necessidades urbanas em constante evolução, considerando o cenário de urbanização acelerada e mudanças climáticas. A

otimização desses projetos apresenta-se como uma demanda urgente para garantir a sustentabilidade das cidades.

A pesquisa se destaca pelo seu potencial de fornecer uma estrutura conceitual e prática para o desenvolvimento de projetos de grandes obras de drenagem urbana mais resilientes e eficazes. Além disso, contribui para o enriquecimento do debate científico sobre o planejamento urbano sustentável, um tema de crescente importância em um mundo cada vez mais urbanizado.

Em última análise, a presente pesquisa busca não apenas elucidar os aspectos técnicos em projetos de grandes obras de drenagem urbana, mas também contribuir para a construção de bases sólidas que promovam o avanço da eficácia dessas infraestruturas, promovendo o bem-estar e proteção ambiental.

2. JUSTIFICATIVA

"Adequação técnica" não é um conceito rígido e definitivo. Especificamente, a definição desse termo é delineada pela minuciosa caracterização das normativas que regem as particularidades locais em que o projeto, processo ou serviço será implementado. A adequação técnica de projetos, independentemente de sua natureza, implica a tomada de decisões relativas a aquisições, processos, sustentabilidade e gerenciamento de incertezas, visando garantir sua eficácia e eficiência.

A proposta metodológica contida neste estudo revela a distinção entre projetos de drenagem urbana e de grandes obras de drenagem urbana. Embora compartilhem muitos elementos em seus processos de desenvolvimento são distintos em sua essência. Uma crítica frequente a esses projetos reside na limitação das discussões sobre sua eficácia ou eficiência, concentrando-se exclusivamente no atendimento aos parâmetros de dimensionamento hidrológico e hidráulico, como período de retorno, equações de chuva ou rugosidade de tubulações e canais.

A pesquisa, que se concentra nos elementos técnicos associados aos projetos de grandes obras de drenagem urbana, se justifica pelo imperativo de abordar os constantes desafios na gestão sustentável do ambiente urbano. A urbanização acelerada levou a uma demanda crescente por infraestruturas de drenagem eficientes para minimizar os riscos de inundações e erosões em áreas urbanas. Nesse contexto, a pesquisa busca responder a uma necessidade premente de compreender e analisar como entraves técnicos dificultam e impactam na implementação bem-sucedida desses projetos.

A contribuição desta pesquisa é reconhecida ao se considerar que a qualidade e eficácia das infraestruturas de drenagem têm impacto direto na resiliência das cidades às mudanças climáticas e ao bem-estar de seus habitantes. Como observado em Nasem (2019), inundações urbanas podem resultar em danos contra pessoas, bens e meio ambiente. Portanto, o estudo em questão se alinha com as demandas atuais por soluções mais eficazes e sustentáveis para os desafios enfrentados pelas áreas urbanas.

O estudo corrobora por sua capacidade de abordar uma área de pesquisa pouco explorada, agravada pela ausência de normalização de diretrizes técnicas. Embora haja uma quantidade substancial de literatura sobre infraestruturas urbanas, as demandas por adequações técnicas e os principais entraves técnicos ligados aos projetos de grandes obras de drenagem frequentemente não recebem atenção, principalmente por conta das

características regionalizáveis que estes podem ter, sendo distintos em função da realidade onde serão implementados.

Atualmente os projetos de sistema de drenagem urbana são desenvolvidos para gerenciar o escoamento, porém, tendem a ignorar o impacto das mudanças contínuas do uso do solo no volume e pico do escoamento (AHMED et al., 2017; ANKER et al., 2019). Estudos detalhados sobre os aspectos técnicos das infraestruturas de drenagem são necessários para melhorar sua eficiência e resiliência.

Os aspectos positivos deste trabalho residem na sua aplicabilidade prática. A identificação e análise de elementos técnicos específicos permite o desenvolvimento de estratégias e tecnologias adaptadas às condições locais. A pesquisa também promove a interdisciplinaridade, ao incorporar princípios de engenharia, planejamento urbano e ciências ambientais para fornecer uma abordagem holística para os problemas de drenagem.

O impacto negativo é que a atenção às adequações técnicas para a drenagem urbana é usualmente subestimada. As inundações recorrentes e a degradação do ambiente urbano podem prejudicar a qualidade de vida dos habitantes. Uma pesquisa que aborda especificamente os entraves técnicos é fundamental para melhorar a resiliência das cidades e a gestão sustentável de suas águas pluviais.

Conclui-se que a justificativa desta pesquisa se baseia na necessidade urgente de aprofundar a compreensão de como a diversidade de elementos técnicos afetam o desenvolvimento de projetos de grandes obras de drenagem urbana, visando garantir estratégias para resiliência urbana, minimizar efeitos adversos e contribuir para a sustentabilidade das áreas urbanas.

A pesquisa preenche uma lacuna na literatura, enfatiza aplicações práticas e responde a um chamado por soluções mais eficazes no enfrentamento dos desafios da drenagem urbana. A literatura apresenta diversos indicadores. A maioria destes indicadores são voltados a sistemas de drenagem urbana e suas etapas operacionais e de manutenção.

Preenche uma lacuna ao estabelecer critérios e fluxos consistentes para a avaliação de projetos como suporte a tomada de decisões, bem como, garantias para implementação de projetos tecnicamente adequados, em um cenário onde até mesmo órgão que financiam projetos e convivem com a individualização da análise por técnicos que adotam critérios bases, porém, inerentes a relatividades e subjetividades próprias na

análise. Ou seja, não se trata somente da incontestável importância de um projeto de drenagem, mas sim, o estabelecimento de fluxos impessoais como auxílio a adequação técnica destes projetos.

3. QUESTÕES DE PESQUISA E HIPÓTESES

Para o delineamento desta pesquisa partiu-se da seguinte problemática:

Pergunta: O que é um projeto de grande obra de drenagem urbana? Como sua avaliação pode garantir infraestruturas tecnicamente adequadas nas áreas urbanas? Por que não existe uma norma nacional de referência para projetos de drenagem urbana?

Com base na problemática apresentada, o desenvolvimento desta pesquisa sustenta-se na seguinte hipótese:

Hipótese: A definição precisa sobre o que é um projeto de uma grande obra de drenagem urbana e o estabelecimento de critérios que considerem aspectos técnicos, normativas e especificidades regionais para sua avaliação, são fatores essenciais para que tomadores de decisões possam assegurar a construção de infraestruturas urbanas tecnicamente adequadas.

4. OBJETIVOS

Com base no exposto acima, o desenvolvimento desta pesquisa visou atingir os seguintes objetivos:

4.1. OBJETIVO GERAL

- Propor metodologia para avaliar a adequação técnica em projetos de grandes obras de drenagem urbana.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar pesquisa e avaliação bibliográfica para identificar os elementos técnicos que exercem maior influência no desenvolvimento tecnicamente adequado de projetos de grandes obras de drenagem urbana;
- Realizar consulta aos especialistas para classificação a relevância dos elementos técnicos por meio da aplicação do Método Delphi, utilizando dois métodos para aquisição de dados, com o intuito de verificar diferentes maneiras de se conseguir os dados para propor a metodologia e suas eficiências quanto ao atendimento metodológico;
- Aplicar a metodologia multicritério AHP, usando como base os resultados obtidos através do Método Delphi, para estabelecer relações hierárquicas entre as dimensões e parâmetros sugeridos no estudo, associada a análise de sensibilidade;
- Desenvolver uma estrutura matemática que permita a análise da adequação técnica de projetos de maneira sistemática e objetiva;
- Aplicar a metodologia proposta em um estudo de caso real de uma grande obra de drenagem urbana para validar a metodologia e elaborar recomendações visando o aprimoramento de futuros projetos de grandes obras de drenagem urbana.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

5.1. O QUE É UMA GRANDE OBRA?

A utilização do termo “grande projeto” abrange uma ampla gama de projetos, independentemente de seu escopo, escala ou magnitude, mas que ainda são importantes e significativos, como, por exemplo, a criação de novas tecnologias ou o desenvolvimento de um novo produto. No campo da engenharia civil e de saneamento, a terminologia “grande obra” parece ser mais adequada quando se refere a um projeto que se distingue por sua dimensão, complexidade ou tempo de duração.

O termo “grande obra” abrange um conceito amplo que normalmente se refere a projetos de construção de escala significativa e/ou altos níveis de complexidade. Esses empreendimentos englobam infraestruturas, mas não se limitando a, rodovias, pontes, barragens e edifícios de grande escala. No entanto, a definição específica de uma “grande obra” pode variar dependendo do contexto em que é empregada.

Autores e instituições apresentaram classificações em função de dimensões, escala, valores e população afetada, como o Banco Mundial (BM) ou Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) que categoriza projetos de infraestrutura de acordo com seu valor financeiro em pequenos projetos, médios projetos e projetos de grandes obras. A *United Nations Economic Commission for Europe* (UNECE) classifica projetos de infraestrutura com base em seu valor estimado, com variações dependendo do país e da região.

Os Institutos de Engenharia e Construção, como o *American Society of Civil Engineers* (ASCE) e o *Institution of Civil Engineers* (ICE), são organizações em diferentes países que frequentemente têm suas próprias definições e critérios para classificar projetos, incluindo fatores como custo, complexidade técnica e duração.

Pesquisadores e autores acadêmicos, como Dvir, Raz e Shenhar (2003), têm abordado a classificação de projetos de acordo com critérios específicos, com base em fatores como escopo, recursos envolvidos, impacto na comunidade e duração. Entre esses profissionais esta análise vai evoluindo e se adaptando a diferentes holísticas em função do tempo.

Morris e Hough (1987) apresentaram uma classificação que considera a incerteza do ambiente e a complexidade do projeto, o que influencia a abordagem de gerenciamento necessária. Turner e Cochrane (1993), que classificam projetos com base

no nível de incerteza e inovação envolvido. Eles destacam a importância de considerar a incerteza como um fator fundamental na classificação e gestão de projetos.

Jugdev e Müller (2005) sugerem uma classificação baseada no ciclo de vida do projeto, dividindo-o em fases distintas que podem ter diferentes requisitos de gerenciamento. Shenhar e Dvir (2007) propuseram uma abordagem que classifica os projetos em seis categorias com base na complexidade tecnológica e na novidade do projeto. Eles argumentam que essa classificação ajuda a entender os desafios específicos enfrentados em diferentes tipos de projetos.

As categorizações atribuídas aos projetos de engenharia podem variar consideravelmente de um contexto para outro e podem ser influenciadas por fatores como a economia do país, a infraestrutura existente, os padrões de desenvolvimento urbano e os avanços tecnológicos. Existem diferentes definições, destacando a necessidade de considerar os aspectos culturais, socioeconômicos e técnicos inerentes a cada cenário. Além disso, a compreensão desta classificação está fortemente atrelada ao contexto nacional e regional, refletindo não apenas o tamanho físico do projeto, mas também seu impacto social, econômico e ambiental.

As Agências de Governo são responsáveis pela aprovação e regulamentação de projetos de construção em larga escala e podem ter definições específicas para classificação de projetos, embasadas em critérios como custo, impacto ambiental e impacto na infraestrutura existente.

Por exemplo, um projeto que pode ser considerado uma realização significativa em um país em desenvolvimento pode não ter um status equivalente em um país desenvolvido. Isso se deve ao número relativamente menor de recursos e infraestrutura normalmente disponíveis nos países em desenvolvimento, o que torna a execução de projetos de grande escala ainda mais complexa.

Portanto, ao considerar o que constitui uma grande obra, é fundamental levar em conta as diretrizes e definições específicas da indústria, da região ou do país em questão. Assim, não existe uma definição única de grandes obras. As definições podem variar de acordo com o contexto, os fatores que influenciam o projeto, e a percepção de cada sociedade sobre o que constitui uma grande obra.

Organizações como *International Association of Cost Engineering* (IAEE), *Project Management Institute* (PMI), *Stanford Engineering and Construction*

Corporation (SEC) e International Association of Construction Managers (IACCM) têm seu próprio sistema de classificação com base em suas próprias necessidades e objetivos.

O IAEE, por exemplo, desenvolveu seu sistema de classificação para ajudar as empresas a avaliar os riscos e desafios associados a grandes obras. O PMI desenvolveu seu sistema de classificação para ser usado como padrão global para o gerenciamento de projetos. A SEC desenvolveu seu sistema de classificação para ser usado na Universidade de Stanford. O ICE desenvolveu seu sistema de classificação para ser usado na Inglaterra. No Quadro 1 se apresentam os critérios para classificação de grandes obras dessas organizações.

Quadro 1. Categorias para classificação de grandes obras em organizações internacionais.

| Organização | Número de categorias | Nome das categorias | Detalhes |
|-------------|----------------------|--|--|
| IAEE | 4 | Baixo Moderado Alto Ultra | Baixo Risco: Projetos com baixo nível de risco e complexidade. Risco Moderado: Projetos com risco e complexidade moderados. Alto Risco: Projetos com alto nível de risco e complexidade. Ultra Risco: Projetos com muito alto nível de risco e complexidade. |
| PMI | 4 | Simples Complexo Alto Risco Ultrasecreto | Simples: Projetos pequenos, com escopo e requisitos bem definidos. Complexo: Projetos maiores, com escopo e requisitos mais complexos. Alto Risco: Projetos com alto nível de risco, como projetos de pesquisa e desenvolvimento ou projetos que envolvem novas tecnologias. Ultrasecreto: Projetos com muito alto nível de sigilo, como projetos militares ou projetos que envolvem informações confidenciais. |
| SEC | 4 | Pequeno Porte Médio Porte Grande Porte Mega Porte | Pequeno Porte: Projetos com orçamento e prazo de execução relativamente curtos. Médio Porte: Projetos com orçamento e prazo de execução mais longos. Grande Porte: Projetos com orçamento e prazo de execução muito longos. Mega Porte: Projetos com orçamento e prazo de execução extremamente longos. |
| ICE | 5 | Pequeno Porte Médio Porte Grande Porte Mega Porte Infraestrutura | Pequeno Porte: Projetos com orçamento e prazo de execução relativamente curtos e que envolvem a construção de estruturas relativamente pequenas, como casas ou pequenos edifícios. Médio Porte: Projetos com orçamento e prazo de execução mais longos e que envolvem a construção de estruturas maiores, como edifícios de escritórios ou shopping centers. |

| Organização | Número de categorias | Nome das categorias | Detalhes |
|-------------|----------------------|---------------------|---|
| | | | <p>Grande Porte: Projetos com orçamento e prazo de execução muito longos e que envolvem a construção de estruturas muito grandes, como pontes, túneis ou estádios.</p> <p>Mega Porte: Projetos com orçamento e prazo de execução extremamente longos e que envolvem a construção de estruturas de grande escala, como redes de transporte ou redes de energia.</p> <p>Infraestrutura: Projetos que envolvem a construção de infraestrutura física, como estradas, pontes, edifícios e sistemas de transporte.</p> |

Fonte: adaptado de IAEE (2018), PMI (2022), SEC (2019) e IACCM (2019).

No Brasil, o termo "grande obra" pode ser definido de diferentes maneiras por várias organizações e instituições de engenharia e construção. Não há uma referência única amplamente aceita para essa definição, onde as principais associações e institutos de engenharia do país caracterizam as "grandes obras" como o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE) que não apresenta uma definição formal de "grande obra", mas dispõe de um "Manual de Avaliações de Engenharia" (IBAPE, 2019) que fornece uma lista de critérios que podem ser usados para avaliar o valor de um projeto de grande porte.

O Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) de cada estado regulamenta e fiscaliza a atuação de engenheiros e agrônomos. Eles podem fornecer informações sobre como eles consideram projetos de grande escala em termos de regulamentação e registro profissional. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) desenvolve normas técnicas que podem ser usadas na indústria da construção. Embora não possam definir "grandes obras" diretamente, suas normas podem incluir especificações relevantes para projetos de grande porte. Por exemplo, a ABNT tem uma norma chamada "NBR 12653-1:2015 - Projeto de estruturas em concreto armado - Parte 1: Procedimento geral" (ABNT, 2015) que fornece diretrizes para o projeto de estruturas de concreto armado. Essas diretrizes podem ser usadas para projetos de qualquer tamanho, mas são especialmente relevantes para projetos de grande porte.

A Associação Brasileira de Engenheiros Civis (ABENC) tem uma definição de "grande obra" baseada no tamanho, complexidade e custo do projeto, onde classificam uma grande obra como um projeto que tem um valor superior a R\$ 100 milhões, complexo e requer um alto nível de expertise técnica. Essa definição pode ser encontrada no documento "Critérios e procedimentos para a classificação de obras de engenharia"

(ABENC, 2017). Esse documento fornece uma lista de critérios que podem ser usados para avaliar se um projeto é uma grande obra, como valor do projeto, complexidade do projeto, expertise técnica necessária para o projeto, impacto ambiental do projeto e impacto social do projeto.

Apesar da literatura não fechar uma classificação única, pode-se concluir que uma grande obra é classificada por sua dimensão, seu custo e sua complexidade.

Para ABENC (2017) projetos como obras de infraestrutura, rodovias, ferrovias e aeroportos; obras de saneamento, como estações de tratamento de água e esgoto; obras de energia, como usinas hidrelétricas e eólicas; obras de habitação, como edifícios de apartamentos e casas; obras de saúde, como hospitais e clínicas; obras educacionais, como escolas e universidades; que são considerados grandes obras.

Grandes obras de infraestrutura incluem:

- Transportes: Estradas, pontes, ferrovias, túneis e aeroportos;
- Energia: Barragens, usinas hidrelétricas, usinas nucleares e parques eólicos;
- Água e Saneamento: Sistemas de abastecimento de água, estações de tratamento de água e esgoto, barragens para controle de enchentes, reservatórios de detenção e retenção, macrodrenagem, canais de descarga, sistemas de comportas.
- Comunicação: Redes de fibra ótica, cabos submarinos, satélites e torres de transmissão.

Na temática de saneamento, as obras de drenagem desempenham um papel fundamental na gestão de águas pluviais e na prevenção de inundações. São obras de infraestrutura projetadas para lidar com volumes consideráveis de água durante períodos de chuva intensa ou em regiões suscetíveis a inundações, como:

- Canais e galerias de macrodrenagem: estruturas construídas para direcionar grandes fluxos de água, muitas vezes seguindo um curso específico para evitar inundações em grandes bacias e áreas urbanas.
- Bacias de detenção, retenção e reservatórios de controle de enchentes: grandes áreas ou estruturas que retêm água temporariamente durante chuvas intensas, permitindo um fluxo controlado para evitar sobrecargas nos sistemas de drenagem e prevenir inundações.

- Diques e barragens de contenção: grandes estruturas construídas ao longo de rios ou em áreas costeiras para conter e controlar o fluxo de água, protegendo regiões habitadas de inundações.
- Sistemas de drenagem urbana sustentável: práticas aplicadas a grandes áreas, como telhados verdes, pavimentos permeáveis, jardins de chuva e outros métodos que visam gerenciar as águas pluviais de forma mais natural e sustentável, reduzindo o impacto das inundações nas áreas urbanas.
- Sistemas de bombeamento e estações de elevatórias: estruturas utilizadas para elevar o nível da água em regiões mais baixas, permitindo o escoamento adequado para áreas mais altas ou para sistemas de drenagem principais.
- Canais de descarga: estruturas projetadas para direcionar o escoamento de água pluvial, frequentemente localizados em áreas urbanas para transportar grandes volumes de água da chuva para longe das áreas habitadas, reduzindo o risco de inundações.

5.2. DESAFIOS HIDROLÓGICOS URBANOS E NECESSIDADE DE SANEAMENTO

A hidrologia urbana emerge como uma área de considerável importância, especialmente no contexto das crescentes preocupações relacionadas aos riscos de inundação nas áreas urbanas. O risco associado a inundações representa uma ameaça significativa tanto para a segurança das pessoas quanto para a integridade das propriedades (JHA; BLOCH; LAMOND, 2012; KAZAKIS; KOUGIAS; PATSIALIS, 2015). Essa ameaça tem sido agravada ao longo das últimas décadas (BATHRELLOS et al., 2016), levando à necessidade premente de compreender as dinâmicas envolvidas e desenvolver estratégias eficazes para mitigar esses eventos.

A expansão das áreas urbanas tem sido um fator central para o aumento do risco de inundação. A crescente urbanização tem levado ao crescimento exponencial de superfícies impermeáveis, como estradas, prédios e estacionamentos, que reduzem a capacidade de absorção natural dos solos. Isso implica que a infiltração da água é

limitada, resultando em escoamentos superficiais mais intensos e contribuindo para a elevação do risco de inundações (XU; ZHAO, 2016).

Além disso, fatores como mudanças climáticas, mudanças no uso da terra e crescimento populacional têm desempenhado um papel crucial na intensificação do risco de inundações urbanas (ALFIERI et al., 2016). Mudanças nos padrões de precipitação e o aumento das chuvas extremas têm exacerbado os impactos das inundações em ambientes urbanos, levando a perdas significativas de propriedades, interrupções nos sistemas de transporte e comércio, além de impactos na saúde pública (SCHUMANN et al., 2018; BELL et al., 2018).

As inundações urbanas representam um desafio ambiental significativo em muitas cidades ao redor do mundo, especialmente nas áreas urbanas densamente povoadas (LIN; WU; LIANG, 2019). De acordo com Araújo e Oliveira (2022), esse desafio pode ser pressionado pelas mudanças climáticas aumentando a frequência e a intensidade das inundações. Em particular, as áreas urbanas têm testemunhado uma rápida expansão e impermeabilização, resultando em maior escoamento superficial e menor infiltração, contribuindo para agravar o problema das inundações (DHAKAL; CHEVALIER, 2017; RENTACHINTALA; REDDY; MOHAPATRA, 2022).

A infraestrutura de saneamento também desempenha um papel crucial na gestão de inundações urbanas. Redes de drenagem eficazes são essenciais para a prevenção de inundações e desempenham um papel vital na proteção da infraestrutura urbana e do bem-estar da população (CHOCAT et al., 2007). Entretanto, muitas cidades têm enfrentado desafios para manter um ritmo compatível de expansão da infraestrutura de drenagem em relação ao crescimento urbano, resultando em inundações mais frequentes e de maior intensidade, necessitando de ferramentas que auxiliem na compreensão das interações entre precipitação intensa, escoamento superficial e sistemas de drenagem (SCHMITT; THOMAS; ETTRICH, 2004; CHEN; HILL; URBANO, 2009; SALVADORE; BRONDERS; BATELAAN, 2015).

A complexidade dessa problemática exige uma abordagem abrangente e integrada, considerando fatores climáticos, urbanização, infraestrutura de drenagem e bem-estar humano. Estratégias que visam a sustentabilidade e resiliência das cidades devem levar em conta tanto a mitigação dos riscos de inundações quanto o desenvolvimento de infraestrutura de drenagem adaptável (ROY et al, 2008). A importância de considerar esses aspectos no planejamento urbano é crucial,

especialmente à medida que a urbanização continua a crescer, trazendo consigo novos desafios na gestão das águas pluviais (NCUBE; ARTHUR, 2021).

No contexto de estudos e discussões sobre eventos relacionados à água e inundações, é fundamental estabelecer definições precisas e claras para os termos pertinentes. Embora as terminologias e os conceitos possam variar entre regiões e culturas, a literatura acadêmica internacional frequentemente adota terminologias coerentes e próximas às empregadas no Brasil. Conceitos-chave de "cheias", "inundações", "alagamentos" e "enxurradas," de acordo com seus usos comuns na comunidade acadêmica internacional são traduzidos como *Floods* (Cheias), *Floodings* (Inundações), *Urban Flooding* (Alagamentos) e *Flash Floods* (Enxurradas). A palavra *flood* é presente em todos os termos podendo gerar problemas contextuais a interpretação e tradução de textos internacionais.

5.3. CRESCIMENTO URBANO E DEMANDAS DE INFRAESTRUTURA

O fenômeno do crescimento urbano desempenha um papel central nas discussões contemporâneas sobre o desenvolvimento sustentável das cidades. É amplamente reconhecido que as transformações urbanas têm um impacto significativo no ambiente, na economia e na qualidade de vida das populações (VESCO; FERRERO, 2015). Nesse contexto, analisar o crescimento urbano sob a perspectiva das demandas de infraestrutura torna-se essencial para a compreensão abrangente dos desafios enfrentados pelas áreas urbanas em termos de sustentabilidade e eficiência.

O crescimento desordenado das cidades tem se mostrado como um desafio global, influenciado por múltiplos fatores socioeconômicos e políticos (FARIAS et al., 2018). A rápida urbanização frequentemente ultrapassa a capacidade das cidades de fornecerem infraestrutura adequada, serviços básicos e qualidade de vida para seus habitantes (BIBRI; KROGSTIE, 2020). Essa expansão descontrolada pode levar à pressão sobre recursos naturais, infraestrutura sobrecarregada e desafios no planejamento e na gestão urbana (FARIAS et al., 2018; BIBRI; KROGSTIE, 2020).

As pressões para a expansão urbana muitas vezes resultam em problemas como o adensamento populacional excessivo, congestionamento de vias e insuficiência de equipamentos públicos (FARIAS et al., 2018; BIBRI; KROGSTIE, 2020). Para Bibri e

Krogstie (2020), em muitos casos, a infraestrutura existente não consegue atender às necessidades crescentes da população, o que contribui para a deterioração da qualidade de vida urbana. Além disso, o rápido crescimento populacional sem um planejamento adequado pode levar à formação de assentamentos informais e ocupações irregulares de áreas vulneráveis (FARIAS et al., 2018).

No contexto brasileiro, para Stanganini e Lollo (2018), a aceleração do processo de urbanização nas décadas recentes tem resultado em uma transformação significativa do cenário urbano. A concentração de população e atividades econômicas nas cidades tem gerado desafios adicionais relacionados à mobilidade, acessibilidade e oferta de serviços (STANGANINI; LOLLO, 2018). O desafio de proporcionar uma infraestrutura adequada que atenda às demandas de uma população urbana em crescimento é uma questão premente em muitos municípios.

Para Lima, Lope e Façanha (2019), a busca por soluções que alinhem o crescimento urbano com o desenvolvimento sustentável torna-se cada vez mais urgente. Estratégias de planejamento urbano e políticas públicas que promovam um crescimento mais ordenado, integrado com a oferta de infraestrutura e serviços, são cruciais para o enfrentamento desses desafios. A análise das demandas de infraestrutura em consonância com o crescimento urbano é um passo fundamental para a concepção de cidades mais sustentáveis e resilientes.

Nesse sentido, compreender as interações complexas entre o crescimento urbano e as necessidades de infraestrutura requer uma abordagem multidisciplinar que considere aspectos urbanos, econômicos, sociais e ambientais.

No próximo tópico discute-se como os órgãos multilaterais desempenham um papel crucial na promoção de projetos de infraestrutura em áreas urbanas, especialmente na região da Amazônia.

5.4. ÓRGÃOS MULTILATERAIS EM PROJETOS DE INFRAESTRUTURA NA REGIÃO AMAZÔNICA

O papel das organizações multilaterais no financiamento externo de projetos de grandes obras de infraestrutura urbana e saneamento na região da Amazônia é um aspecto determinante na busca por soluções para as crescentes demandas socioambientais e de

desenvolvimento da região. Essas organizações desempenham um papel fundamental na promoção da cooperação internacional, na mobilização de recursos financeiros e na implementação de estratégias para abordar desafios complexos que ultrapassam as fronteiras nacionais.

A percepção de que muitos problemas não podem ser resolvidos apenas a nível nacional levou à criação dessas organizações, como a Organização das Nações Unidas (ONU) e o BM, que têm como objetivo promover a cooperação internacional para o progresso econômico (SILVA et al., 2007).

Ao longo das últimas seis décadas, os órgãos multilaterais têm desempenhado um papel central na institucionalização da Cooperação Internacional para o Desenvolvimento (CID) (REISEN, 2008; MILANI, 2014a, OLIVEIRA; AZEVEDO, 2011). A cooperação técnica internacional e os financiamentos externos relacionados fornecidos por essas organizações estão desempenhando um papel crucial no financiamento de projetos de infraestrutura, como é o caso dos projetos de água e saneamento.

Essas organizações podem ser classificadas como intergovernamentais de alcance universal, como a ONU, ou agências de caráter regional, como a União Europeia (UE) (MILANI, 2014b). Elas promovem agendas e diretrizes que, muitas vezes, resultam em financiamentos para projetos de desenvolvimento em países em desenvolvimento (RODRIK, 1998).

A crise econômica ocorrida em 1997, de acordo com o Boletim do Banco Central do Brasil (1997), levou à revisão e reforço da capacidade de intervenção de órgãos financeiros multilaterais, como o Fundo Monetário Internacional (FMI). Além disso, Pereira (2018) relata o processo de cooperação internacional para o desenvolvimento foi impulsionada pela criação de instituições como o BM e o FMI no pós-guerra.

Para PESSINA et al., (2022) e Bianchini (2019), a participação dos órgãos multilaterais tem sido fundamental no financiamento de projetos de infraestrutura e saneamento e projetos de recursos hídricos no Brasil, onde essas organizações desempenham um papel importante para a construção de infraestrutura de saneamento, melhoria da qualidade da água e aumento do acesso ao saneamento básico.

Marcovitch e Pinsky (2020) e Abramoway (2022) apontam ao potencial que as organizações multilaterais têm para desempenhar um papel de protagonismo na preservação e no desenvolvimento sustentável da Amazônia, fornecendo também

financiamento para projetos de conservação, pesquisa, desenvolvimento e infraestrutura, garantindo a melhoria da qualidade de vida da população.

No contexto brasileiro e da Amazônia, as organizações multilaterais, como o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e o BM, têm sido parceiras essenciais no financiamento de projetos de infraestrutura de água e saneamento (CICOGNA et al., 2022; PESSINA et al., 2022). Esses financiamentos têm permitido a realização de investimentos que, de outra forma, seriam difíceis de concretizar, especialmente em regiões carentes.

No entanto, apesar dos benefícios proporcionados por financiamentos externos, há desafios a serem superados, como a capacidade técnica e administrativa para gerenciar projetos complexos e questões burocráticas (PESSINA et al., 2022). A busca por soluções eficazes exige uma abordagem colaborativa entre governos, organizações multilaterais e setor privado (BORTOT; SCAFF; SOUSA, 2023).

Em conclusão, as organizações multilaterais têm um papel crucial no financiamento externo de projetos de infraestrutura urbana e saneamento na região da Amazônia. Elas promovem a cooperação internacional, mobilizam recursos financeiros e criam para o desenvolvimento socioambiental da região, superando desafios complexos e promovendo a qualidade de vida dos locais.

5.5. DESENVOLVIMENTO DA ANÁLISE MULTICRITÉRIO

5.5.1. Método Delphi

A aplicação do Método Delphi em pesquisas é amplamente discutida na literatura acadêmica. Os pioneiros Linstone e Turoff (1975) delinearam detalhadamente o método, enfatizando sua utilidade na obtenção de consenso entre especialistas por meio de iterações. Rowe e Wrigth (1999) exploraram as aplicações do Método Delphi como uma ferramenta de previsão, ressaltando a seleção criteriosa de especialistas e a formulação precisa do problema a ser abordado. Adler e Ziglio (1996) investigaram as aplicações do Método Delphi em contextos de políticas sociais e saúde pública, destacando sua aplicabilidade em questões sociais e de saúde coletiva. Skulmoski, Hartman e Krahn (2007) forneceram diretrizes práticas sobre a utilização do Método

Delphi em pesquisas de pós-graduação, oferecendo orientações para a coleta e análise de dados.

Gourlay (2022) empregaram o método Delphi para desenvolver um sistema de avaliação de sustentabilidade para projetos de água potável e saneamento. Bui et al. (2020) adotaram o método para identificar os principais obstáculos à implementação de sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos em países em desenvolvimento. Olawumi (2022) utiliza o método Delphi para determinar e priorizar os principais impulsionadores que podem melhorar a integração de tecnologias e práticas sustentáveis em projetos de construção.

O Método Delphi convencional busca a obtenção de uma opinião consensual de um grupo de especialistas sobre um determinado tópico, frequentemente associado a previsões ou projeções de algum tipo (MARQUES; FREITAS, 2018). Yousuf (2007) descreve a abordagem normativa do Método Delphi, na qual sua aplicação concentra-se na identificação e estabelecimento de objetivos e prioridades, ao invés de especulações e prognósticos. Isso implica em estruturar e projetar um determinado tema com base no que é desejável, em oposição ao que é simplesmente provável de ocorrer.

Na aplicação do Método Delphi, caracterizada por sua natureza anônima e interativa, almeja-se atingir um entendimento compartilhado por meio de uma série de rodadas de questionamentos e feedbacks entre os especialistas participantes.

Neste estudo, devido a utilização de comunicação virtual/digital, a abordagem do método e-Delphi modificado foi adotada. De acordo com Keeney, Hasson e McKenna (2011), a abordagem distingue-se do Delphi clássico por ser administrada por e-mail ou através de um questionário online, além de poder ter menos do que três rodadas. Autores como Donohoe Stellefson e Tenant (2012) e Jorm (2015) justificam que o e-Delphi modificado tem sido cada vez mais utilizado pela conveniência para o investigador e para os participantes, pela economia de tempo e custos e pela facilidade na gestão e tratamento dos dados.

Diversos autores aplicam a metodologia Delphi a temáticas relacionadas a drenagem urbana, como Castro, Baptista e Cordeiro Netto (2004); Souza e Mendonça (2019); Chen et al. (2019), Barreto et al. (2010) e Parween e Sinha (2023). Estes autores abordam análise multicritério, identificação e proposição de indicadores, proposição metodológica, avaliação de desempenho e estrutura de avaliação.

5.5.2. Método de Análise Hierárquica de Processos (AHP)

A seleção do método matemático para a representação da metodologia requer uma abordagem cuidadosa, considerando as complexidades inerentes ao problema em análise, bem como os objetivos específicos do estudo.

Métodos multicritérios de tomada de decisão surgiram como métodos de apoio que são vistos como ferramentas matemáticas, eficazes para resolução de problemas em que existem critérios conflitantes (BRANS; MARESCHAL, 2005).

Um método desenvolvido na década de 1970 por Thomas Saaty, com o objetivo de superar as limitações cognitivas dos tomadores de decisão em problemas de seleção de alternativas baixo múltiplos critérios que podem ser intuitivos, racionais e irracionais com a participação de múltiplos, surgiu como uma ferramenta muito difundida (SAATY, 2005).

O *Analytic Hierarchy Process* (AHP) é atualmente uns dos métodos mais utilizados, sendo aplicado em centenas de casos de diversas áreas, para ajudar a tomada de decisões em situações que envolvem critérios qualitativos (ESEN, 2023).

Conforme Saaty (1991), o AHP envolve a estruturação hierárquica dos critérios acompanhada de sua avaliação por parte dos tomadores de decisão, por meio de comparações em pares entre elementos do mesmo nível com elementos do nível imediatamente superior. Essas comparações são realizadas por meio de uma matriz quadrada, cuja ordem equivale ao número de elementos subordinados ao próximo nível. Esses elementos subordinados são organizados na mesma ordem, preenchendo as linhas e colunas da matriz.

Durante a avaliação, de acordo com Saaty (1991), cada elemento da linha é comparado com cada elemento da coluna e a pontuação do julgamento é então registrada na matriz, na posição da linha e da coluna em relação aos elementos comparados. Na Tabela 1 mostra-se a matriz genérica de julgamento de n alternativas (a_1, a_2, \dots, a_n) comparada ao critério C1, onde x_{ij} representa as entradas de julgamento i e j que variam de 1 a n. Ao comparar os dois elementos, os avaliadores devem levar em consideração qual deles é o elemento mais importante com base no critério de foco e na intensidade dessa importância.

Como afirma Saaty (1991), a matriz de comparação gera relações recíprocas conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Padrão de estruturação de matrizes de julgamento.

| C1 | a1 | a2 | ... | an |
|-----|--------|--------|-----|-----|
| a1 | 1 | X12 | ... | X1n |
| a2 | 1/ X12 | 1 | ... | X2n |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| an | 1/ Xn2 | 1/ Xn2 | | 1 |

Fonte: adaptado de Saaty (1991).

Assim, para cada posição de julgamento registrada na linha i e coluna j, representada por x_{ij} , existe um valor igual a $1/x_{ij}$ na posição recíproca, ou seja, está na coluna j, linha i, posição. Considerando as posições dos elementos de linha e coluna i e j que, respectivamente, variam de 1 a n, os elementos x_{ij} obedecem às seguintes regras:

- Regra 1: Se $x_{ij} = \alpha$, então $x_{ji} = 1/\alpha$, $\alpha \neq 0$, onde α é o valor numérico do julgamento baseado na escala de Saaty (1991). Então, $x_{ji} = 1/x_{ij}$;
- Regra 2: Se a_i for considerado tão importante quanto a_j , então $x_{ij} = 1$ e $x_{ji} = 1$; e, em particular, $x_{ij} = 1$, $\forall i=j$.

O julgamento se dá com base na escala fundamental de Saaty (1991) conforme apresenta-se no Quadro 2, visando primeiramente o julgamento conceitual e depois a conversão para uma escala numérica a fim de registrar o resultado, bem como sua avaliação recíproca associada, na matriz. Segundo Gomes, Araya e Carignano (2004), é necessário realizar $n(n-1)/2$ comparações para o decisior, pois n é o número de elementos comparados.

Quadro 2. Escala de fundamental de Saaty.

| Intensidade da importância | Definição | Explicação |
|----------------------------|------------------------------|--|
| 1 | Igual importância | Os dois atributos contribuem para o objetivo. |
| 2 | Fraca ou ligeira importância | A experiência e o julgamento favorecem levemente um atributo em relação ao outro. |
| 3 | Moderada importância | |
| 4 | Importância moderada forte | A experiência e o julgamento favorecem fortemente um atributo em relação ao outro. |
| 5 | Forte importância | |
| 6 | Importância muito forte | |

| Intensidade da importância | Definição | Explicação |
|---------------------------------|---|---|
| 7 | Importância muito forte ou importância demonstrada | Um atributo é fortemente favorecido em relação ao outro; sua dominância é demonstrada na prática. |
| 8 | Muito, muito forte | A evidência favorece um atributo em relação ao outro, com mais alto grau de certeza. |
| 9 | Extrema importância | |
| Inversos dos valores anteriores | Se o critério i recebe um determinado valor quando comparado com o critério j, então j tem o valor inverso quando comparado com i | Uma designação razoável. |
| Números racionais | Razões resultantes da escala | Se a consistência tiver de ser forçada para obter valores numéricos n, somente para completar a matriz. |

Fonte: adaptado de Saaty (1991).

A etapa subsequente da metodologia consiste nos cálculos para determinar a contribuição relativa de cada elemento na estrutura hierárquica em relação aos objetivos imediatos e principais. Como explicado por Vargas (2010), a primeira etapa envolve o cálculo da prioridade de cada elemento em relação ao seu elemento imediatamente superior, resultando na prioridade local média do nó. Em seguida, calcula-se a prioridade global do respectivo elemento em relação ao objetivo principal, multiplicando sua prioridade local média pelas prioridades locais médias dos nós hierarquicamente superiores.

De acordo com Saaty (1991), as prioridades locais médias dos elementos comparados na matriz de julgamento podem ser obtidas por meio de operações matriciais, que envolvem o cálculo e normalização do autovetor principal da matriz. Vargas (2010) oferece o procedimento para gerar o vetor de prioridades com valores aproximados:

- Cálculo da soma dos julgamentos registrados em cada coluna da matriz de julgamentos;
- Criação de uma nova matriz normalizada em que cada elemento é inicializado pelo elemento da matriz original dividido pelo total da sua respectiva coluna;
- Cálculo do vetor de prioridades pela média aritmética dos elementos de cada linha da matriz normalizada;

A média de cada linha representa a percentagem total de prioridades ou preferências relativas em relação ao objetivo imediato focado. O vetor de prioridades resultante é chamado de autovetor matricial, e a soma de seus elementos é igual a 1.

- Cálculo da consistência.

Dado as complexidades associadas à tomada de decisões envolvendo múltiplos critérios e uma grande quantidade de informações, Saaty (1991) propôs um procedimento para calcular a inconsistência decorrente das avaliações de valor entre os elementos comparados em um contexto de decisão complexa.

Segundo Vargas (2010), na primeira etapa calcula-se o maior autovalor da matriz de julgamento (λ_{Max}) obtendo a soma do produto de cada total na coluna j da matriz de julgamento original por cada elemento na posição j de o vetor de prioridade, considerando j como a coluna da matriz de julgamento que varia de 1 a n. Considerando a matriz de julgamento, o vetor de prioridades (as prioridades calculadas dos elementos) e a ordem (n) da matriz, o cálculo do autovalor pode ser representado pela Equação 1.

$$\lambda_{\text{Máx}} = \sum_{j=1}^n T_j \cdot P_j \quad (1)$$

Em que: T_j é a soma da coluna j da matriz de julgamento e P_j é a prioridade calculada para o critério localizado na linha j.

Na segunda etapa, calcula-se o Índice de Consistência (CI) conforme Equação 2 (VARGAS, 2010).

$$CI = \frac{\lambda_{\text{Máx}} - n}{n - 1} \quad (2)$$

Na terceira etapa, calculamos o Índice de Consistência (CR), conforme Equação 3 (VARGAS, 2010).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

Segundo Saaty (1991), o Índice Randômico (RI) é o índice de consistência de uma matriz recíproca. Na Tabela 2 apresentam-se os índices aleatórios calculados pelo laboratório Oak Ridge para matrizes quadradas recíprocas de ordem n. Conforme afirmou Saaty (1991), se o CR calculado for menor ou igual a 0,10, a matriz de julgamento é

considerada consistente. Caso contrário, a matriz é considerada inconsistente e a etapa de julgamento deve ser refeita.

Tabela 2. Índice de consistência aleatória (RI).

| N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|---|---|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| RI | 0 | 0 | 0,58 | 0,9 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |

Fonte: Saaty (1991).

Após verificar a consistência dos julgamentos, calcula-se o desempenho global das alternativas. Segundo Saaty (1991), e com base na estrutura hierárquica do AHP, as prioridades globais calculadas para cada critério correspondem à importância de cada critério em relação ao objetivo principal. Saaty (1991) sugere uma tolerância de 10% para possíveis inconsistências na análise de sensibilidade dos parâmetros mais relevantes.

Entretanto, quando se trata das alternativas em nível hierárquico, o valor da prioridade obtido pela multiplicação da prioridade local de uma alternativa em relação a um critério específico pela prioridade global dessa alternativa reflete seu impacto em relação ao objetivo principal para um único critério. Logo, para obter a prioridade global das alternativas, é necessário somar as prioridades globais das alternativas calculadas para cada critério. Essa prioridade global determina a contribuição da alternativa para o objetivo principal.

Autores como Padovani, Carvalho e Muscat (2010), Archer e Ghasemzadeh (1999) e Saaty (2005) indicam que o AHP pode não ser apropriado quando há um grande número de alternativas.

Incertezas no método podem ser identificadas e avaliadas por meio de uma análise de sensibilidade. Malczewski (1999) define a análise de sensibilidade como um procedimento para determinar como as soluções obtidas por meio da priorização das áreas podem ser alteradas mediante modificações nas etapas iniciais do processo de tomada de decisão. Ainda segundo o autor, se as mudanças não afetarem de forma significativa os resultados (soluções), o ordenamento obtido pode ser considerado robusto.

Para Butler, Jia e Dyer (1997) a análise de sensibilidade determina a robustez das soluções obtidas no processo decisório.

5.6. INDICADORES FORMULADOS PARA SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA

Infraestruturas urbanas são normalmente criticadas quando não atingem seus objetivos. Assim, a formulação de métricas é um processo comum a intenção de garantir monitoramento e acompanhamento destes projetos e obras.

Indicadores na literatura geralmente são desenvolvidos para analisar e diagnosticar sistemas de drenagem urbana existentes em funcionamento por aspectos ambientais, sociais, de fragilidade e pressão, normalmente avaliando os efeitos da má qualidade no funcionamento.

A exemplo, Wawak, Ljevo e Vukomanovic (2020) apresentam uma revisão sistêmica da literatura compreendendo os principais fatores de qualidade em projetos de construção, com publicações entre 1983 e 2019. A revisão foi focada nas fases de iniciação; planejamento; execução; monitoramento e controle; e conclusão. Os autores ainda concluem que houve um aumento substancial no número de estudos desde 2015, onde um quarto dos artigos incluídos neste estudo e publicados nos anos 2015–2019 cobriram o monitoramento e controle de projetos.

Lacerda (2021), em grande contribuição a literatura sobre indicadores relacionados a sistemas de drenagem, sintetizou estudos por categorias e indicadores, conforme apresenta-se no Quadro 3.

Quadro 3. Sínteses dos indicadores de drenagem urbana levantados na literatura.

| Referência | Agrupamentos de informações | Indicadores |
|---------------------------|--------------------------------------|---|
| Almeida (1999) | | Drenagem das vias de circulação |
| | | Drenagem habitacional |
| | | Permeabilidade |
| Geerse e Lobbrecht (2002) | Prevenção de alagamento | Segurança e saúde da população |
| | | Redução de perdas devido a inundação |
| | Interesses ecológicos e de recreação | Redução da poluição das águas superficiais |
| | | Canais e lagos |
| | | Principais rios |
| | | Descarga de poluentes |
| | Gestão da água | Redução de custos operacionais do sistema |
| | | Redução de sedimentação em esgotos |
| | | Redução de problemas de odor (não incluído devido à falta de medidas) |
| | Medidas de desempenho | Profundidade da inundação |

| Referência | Agrupamentos de informações | Indicadores | |
|--|--|---|--|
| Kolsky e Butler (2002) | Indicadores de desempenho | Área inundada | |
| | | Duração da inundação | |
| | | Níveis de sólidos na rede | |
| | | Capacidade de escoamento das estruturas | |
| | | Nível de bloqueio dos escoamentos | |
| | Indicadores de processo | Frequência de limpeza das ruas | |
| | | Tempo gasto nas operações | |
| | | Orçamento | |
| Dias (2003) | Ocorrência de inundações ou alagamentos | Domicílios sem ocorrência de alagamentos ou inundações | |
| | Pavimentação da rua | Domicílios cujas ruas possuem pavimentação | |
| Batista (2005) | Ocorrência de inundações ou alagamentos | Domicílios sem ocorrência de alagamentos ou inundações | |
| | Pavimentação da rua | Domicílios cujas ruas possuem pavimentação | |
| | | Defeitos no pavimento que sejam prejudiciais a drenagem | |
| | Inadequação do grau de permeabilidade do solo | Taxa de crescimento da população | |
| Marques (2006) | | Nível de urbanização | |
| | | Nível de áreas verdes urbanas | |
| | | Proporção de áreas construídas ou impermeabilizada | |
| | | Taxa de incremento de vazões | |
| Inexistência ou inadequação do serviço de drenagem pluvial | Proporção de profissionais de nível superior | | |
| | Proporção de profissionais de nível técnico profissionalizante | | |
| | Carga horária de capacitação de recursos humanos | | |
| | Indicador de desempenho financeiro | | |
| | Investimento <i>per capita</i> em drenagem urbana | | |
| Inexistência ou inadequação do sistema de drenagem pluvial | Cobertura domiciliar de microdrenagem | | |
| | Cobertura do sistema de drenagem superficial | | |
| | Cobertura do sistema de drenagem subterrâneo | | |
| | Limpeza e desobstrução de galerias | | |
| | Limpeza e desobstrução de canais | | |
| | Incidência de alagamentos no município | | |
| | Incidência de escorregamento de massa no município | | |
| Inexistência ou inadequação da gestão da drenagem urbana | Percepção do usuário sobre a qualidade dos serviços de drenagem | | |
| | Existência de instrumentos para o planejamento governamental | | |
| | Participação da população em consultas e audiências públicas, encontros técnicos e oficinas de trabalho sobre o Plano Diretor de drenagem urbana | | |
| | Despesa dos serviços de drenagem por empregado | | |

| Referência | Agrupamentos de informações | Indicadores |
|---|--|--|
| União Europeia – Projeto CARE-S (2005) apud Cardoso et al., 2006. | Existência de interferências à eficácia do sistema de drenagem | Cobertura de serviço de coleta de resíduos sólidos |
| | | Proporção de vias atendidas por varrição ao menos 2 vezes por semana |
| | | Existência de canais e galerias com interferências de outros sistemas da infraestrutura urbana |
| | Inexistência ou inadequação de Salubridade ambiental | Proporção da população exposta a roedores e animais nocivos |
| | | Proporção de ruas sujeitas a inundações provocadas por drenagem inadequada |
| | | Incidência de pessoas em contato com esgoto e resíduos sólidos |
| | | Incidência de leptospirose |
| | Águas residuais | Frequência de descargas de tempestade (nº/descarregador de tempestade) |
| | | Volume de descargas de tempestade (m³/descarregador de tempestade) |
| | | Duração de descargas de tempestade (horas/descarregador de tempestade) |
| | | Volume de descargas de tempestade originadas por precipitação (%) |
| | | Remoção de sedimentos da rede de colectores (ton MS/ km) |
| | Colectores | Entrada em carga de colectores em tempo seco (%) |
| | | Entrada em carga de colectores em tempo de chuva (%) |
| | | Entrada em carga significativa de colectores (nível de água pelo menos 0,5 m acima do topo do coletor) (%) |
| | Limpeza de colectores | Limpeza de colectores (%) |
| | Reabilitação de colectores | Reabilitação de colectores (%) |
| | | Renovação de colectores (%) |
| | | Substituição de colectores (%) |
| | | Substituição, reconstrução, renovação ou reparação de câmaras de visita (%) |
| | | Reabilitação de ramais de ligação (%) |
| | Infiltração/ Exfiltração/ Ligações Indevidas | Infiltração/exfiltração e ligações indevidas (I/I/E) (%) |
| | | Ligações indevidas (m³/km) |
| | | Infiltração (m³/km) |
| | | Exfiltração (m³/km) |
| | Falhas | Obstruções em colectores (n.º/100 km) |
| | | Locais de obstrução em colectores (n.º/100 km) |
| | | Locais com repetição de obstrução em colectores (n.º/100 km) |
| | | Obstruções em instalações elevatórias (n.º/100 km) |
| | | Inundações provenientes de redes de águas residuais domésticas (n.º/100 km) |
| | | Inundações provenientes de redes de águas residuais unitárias (n.º/100 km) |

| Referência | Agrupamentos de informações | Indicadores |
|----------------|--|---|
| Cardoso, 2008. | Inundações | Locais com inundações provenientes de redes de águas residuais domésticas (n.º/100 km) |
| | | Locais com inundações provenientes de redes de águas residuais unitárias (n.º/100 km) |
| | | Locais com repetição de inundações provenientes de redes de águas residuais domésticas (n.º/100 km) |
| | | Locais com repetição de inundações provenientes de redes de águas residuais unitárias (n.º/100 km) |
| | | Inundações de escorrências superficiais (n.º/100 km) |
| | | Colapsos estruturais (n.º/100 km) |
| | Interrupções de serviço | Inundação de alojamentos com origem em rede separativa de águas residuais em tempo seco (nº/1000 alojamentos) |
| | | Inundação de alojamentos com origem em rede unitária de águas residuais em tempo seco (nº/1000 alojamentos) |
| | | Inundação de alojamentos com origem em rede separativa de águas residuais em tempo de chuva (nº/1000 alojamentos) |
| | | Inundação de alojamentos com origem em rede unitária de águas residuais em tempo de chuva (nº/1000 alojamentos) |
| | Custos | Inundação de alojamentos por água de escorrência pluvial (nº/1000 alojamentos) |
| | | Interrupções do sistema de drenagem (%) |
| | | Reclamações sobre obstruções no sistema de drenagem (nº/1000 habitantes) |
| | | Reclamações sobre inundações (nº/1000 habitantes) |
| | | Reclamações sobre acidentes de poluição imputáveis ao funcionamento do sistema (nº/1000 habitantes) |
| | Investimento | Reclamações sobre odores (nº/1000 habitantes) |
| | | Custo unitário total por comprimento de colector (€/km colector) |
| | | Custos unitários correntes por comprimento de colector (€/km colector) |
| | Capacidade Hidráulica | Custos unitários correntes de manutenção, limpeza e reparação por comprimento de colector (€/km colector) |
| | | Investimento unitário (€/km colector) |
| | | Investimento para construção de sistemas ou reforço dos existentes (%) |
| | Capacidade de transporte de sedimentos | Investimento para substituição e renovação de infra-estruturas existentes (%) |
| | | Altura do escoamento |
| | Infiltração | Velocidade média do escoamento |
| | | Utilização da capacidade da seção cheia por infiltração |
| | | Proporção da infiltração na vazão média de tempo seco |

| Referência | Agrupamentos de informações | Indicadores |
|---------------------|--|--|
| | | Vazão unitária de infiltração por comprimento de coletor |
| | | Vazão unitária de infiltração por parede de coletor |
| | | Vazão unitária de infiltração por câmara de visita |
| | | Vazão unitária de infiltração por ramal doméstico |
| | Ligações indevidas à rede | Utilização da capacidade da seção cheia por ligações indevidas |
| | | Proporção do volume de escoamento pluvial relativamente ao de tempo seco |
| | | Proporção do volume de escoamento pluvial que indevidamente aflui ao sistema |
| | Descargas para o meio receptor - quantidade | Percentagem de volume descarregado |
| | | Frequência de descarga |
| | Descargas para o meio receptor - qualidade | Concentração de DBO 5,20 |
| | | Concentração de DQO |
| | | Concentração de Sólidos Suspensos Totais |
| | Descargas para o meio receptor - zonas sensíveis | Concentração de Nitrogênio total descarregado |
| | | Concentração de Fósforo total descarregado |
| | | Concentração de Coliformes fecais descarregado |
| | | Concentração de Coliformes totais descarregado |
| | Septicidade | Concentração de Sulfetos |
| | Exfiltração | Proporção de exfiltração (vazão de tempo seco) |
| | | Vazão unitária de exfiltração por comprimento de coletor |
| | | Vazão unitária de exfiltração por área de parede do coletor |
| | | Vazão unitária de exfiltração por câmara de visita |
| | | Vazão unitária de exfiltração por ramal doméstico |
| Holz (2010) | Índice de risco de alagamento | Consequências |
| | | Probabilidade de ocorrência |
| | | População atingida |
| | | Geração de escoamento superficial |
| São Paulo (2012) | | Grau de Impermeabilização |
| | | Gestão da drenagem; |
| | | Abrangência do sistema de drenagem; |
| | | Avaliação do serviço de drenagem pluvial; |
| | | Gestão de eventos hidrológicos extremos; |
| | | Interferências à eficácia do sistema de drenagem; |
| | | Aplicação de novas tecnologias; e |
| | | Salubridade ambiental. |
| Silva et al. (2013) | Pressão ambiental | A quantidade e a qualidade dos recursos naturais são incluídas nestes |
| | Condições ambientais ou de estado | Devem gerar uma visão do estado do ambiente |
| | Resposta | Relacionado à mitigação ou prevenção dos efeitos nocivos |

| Referência | Agrupamentos de informações | Indicadores |
|------------------------|--|--|
| Silva (2013) | | Modificações nos cursos d'água; Frequência de alagamentos; Monitoramento hidrometeorológico; Profissionais permanentes em relação ao total; Cadastro de rede existente; Planejamento a longo prazo; Técnicas compensatórias; Abastecimento de água; Esgotamento sanitário; Cobertura de coleta de resíduos sólidos; Incidência de doenças de veiculação hídrica. |
| PDDU – Curitiba (2002) | Fatores Adversos Fatores Favoráveis | Área inundáveis Coleta de esgoto Drenagem urbana Coleta de resíduos sólidos Ocupações irregulares Distância as áreas degradadas Zoneamento Pavimentação Arborização das vias urbanas Sistema de áreas verdes/recreação Serviços urbanos Equipamentos comunitários |
| Santo André (2016) | | Extensão da rede de drenagem; Quantidade de tanques de retenção (piscinões); Quantidade de microreservatórios; Capacidade de armazenamento; Total de bocas de lobo na cidade; Total de bocas de lobo limpas/ano; Extensão capina e roçada de córregos e piscinões/ano; Total de resíduos retirados dos córregos e piscinões/ano; Total da área capina da/ano. |

Fonte: adaptado de Lacerda (2021).

Pesquisas baseadas na seleção dos indicadores, definição e caracterização dos estudos de caso, consulta aos especialistas e validação dos indicadores, determinação das categorias de classificação, aplicação do método multicritério AHP, análise de sensibilidade e análise dos resultados, são de estrema relevância diante da estruturação por dados primários.

Francisco et al. (2022) identificaram desafios para melhoria dos sistemas de drenagem urbana através de pesquisa bibliográfica identificando referências envolvendo desafios ou entraves para a melhoria da drenagem urbana; que, em algum momento do contexto ou análise, citam algum desafio ou barreira; e que a sua abordagem se caracteriza como um desafio. Bem como, consulta junto a especialistas atribuindo pesos para definir o ranqueamento destes desafios.

A revisão bibliográfica resultou em 15 desafios identificados da literatura, posteriormente conceituados para uniformizar a compreensão sobre o significado de cada desafio, conforme mostra-se no Quadro 4.

Quadro 4. Síntese dos resultados alcançados por Francisco et al. (2022) para indicadores que refletem os desafios para a melhoria da drenagem urbana.

| n. | Desafios | Conceitos apresentados no questionário | Pesos |
|----|--|---|-------|
| 1 | Infraestruturas de drenagem com baixa sustentabilidade | As infraestruturas são concebidas principalmente para controlar a quantidade de água sem considerar adequadamente os conceitos de sustentabilidade. | 4,1 |
| 2 | Complexidade | A concepção, a exploração e a manutenção das infraestruturas urbanas exigem competências técnicas de várias áreas do conhecimento, que devem ser adequadamente geridas e compatibilizadas. | 3,8 |
| 3 | Vulnerabilidade urbana | Conjunto de características do espaço urbano que potenciam as inundações. | 5,0 |
| 4 | Mudanças climáticas | Efeitos das alterações climáticas na distribuição espacial e temporal dos fenómenos de precipitação. | 4,4 |
| 5 | Investimento | Investimento de recursos financeiros em obras de implantação ou ampliação do sistema de drenagem e melhorias na sua operação e manutenção. | 5,0 |
| 6 | Dinâmica da expansão da cidade | A dinâmica das mudanças na estrutura e na forma das cidades deve-se principalmente ao crescimento populacional, ao uso e ocupação do solo. | 5,0 |
| 7 | Conhecimento inadequado do sistema | Conhecimento limitado dos intervenientes no processo de gestão das águas urbanas, principalmente devido à insuficiência de informação e de profissionais qualificados. | 3,9 |
| 8 | Incertezas | Incertezas que afetam a eficiência e eficácia dos sistemas de drenagem, como as que resultam das variáveis e metodologias de dimensionamento e das condições de funcionamento do sistema. | 3,6 |
| 9 | Monitoramento | Recolha e análise sistemática de dados sobre as condições de funcionamento dos sistemas de drenagem. | 4,0 |
| 10 | Cooperação entre as partes interessadas | A cooperação entre as partes interessadas, organismos públicos e privados, tem como objetivo o bom funcionamento do sistema de drenagem e a garantia de que as intervenções no sistema satisfazem os seus interesses. | 4,0 |
| 11 | Instrumentos regulatórios | Decretos, normas, planos diretores e outros instrumentos legais que regulam a implementação, melhoria, expansão e manutenção dos sistemas de drenagem. | 4,3 |
| 12 | Funcionamento inadequado das | A incapacidade da infraestrutura de drenagem para satisfazer plenamente as necessidades de drenagem é | 5,0 |

| n. | Desafios | Conceitos apresentados no questionário | Pesos |
|-----------|-----------------------------|---|--------------|
| | infraestruturas de drenagem | causada principalmente por subdimensionamento, deterioração ou obsolescência. | |
| 13 | Manutenção | Ações destinadas a manter as condições de desempenho do sistema de drenagem. | 5,0 |
| 14 | Política pública | Ações e programas governamentais destinados a desenvolver plenamente as funções dos sistemas de drenagem. | 5,0 |
| 15 | Resiliência | A capacidade da infraestrutura de drenagem de resistir, absorver ou se recuperar dos impactos recebidos. | 4,2 |

Fonte: adaptado de Francisco et al. (2022).

A questão apresentada aos inquiridos foi a seguinte: "Expresse sua opinião sobre o grau em que os fatores abaixo representam um desafio para a melhoria dos sistemas de drenagem urbana", por meio de questionário online.

Para cada desafio, os 30 especialistas participantes expressaram as suas opiniões profissionais utilizando uma escala de Likert de cinco pontos, variando de muito pouco desafiante a extremamente desafiante. Questões relativas a dados demográficos, como local de atuação, o tempo de experiência profissional e a especialização acadêmica mais elevada, também foram consideradas no estudo.

Dibaba (2018) analisa o sistema de drenagem na cidade de Jimma (Etiópia) e identificou os principais fatores que contribuem para seu mal desempenho, como que A "capacidade adequada do sistema de drenagem" esteve presente em 20,59% das respostas dos especialistas consultados; "Não está construído/ausência de drenagem" computou 11,76%; "Mal projetado", 8,82%; "Mal construído", 14,71%; "Bloqueio de drenagem", 35,29%; e "Falta de integração adequada com a estrada", 8,82%.

Segundo o autor, mau acabamento, limpeza de resíduos sólidos e sedimentos são também as causas que resultaram no mau funcionamento do sistema existente estrutura de drenagem.

Estes elementos são diretamente associados a capacidade inadequada da infraestrutura, entupimentos, capacidade de armazenamento, eliminação de resíduos, fraca integração com as estradas, taxa inesperada de urbanização, mudança no uso da terra, pressão populacional, falta de fiscalização e manutenção, descuido da comunidade.

A pesquisa foi estruturada por entrevistas com informantes-chave, como especialistas em proteção contra mudanças climáticas e ambientais, autoridades locais, agentes de desenvolvimento, e líderes comunitários, para gerar as informações necessárias sobre a drenagem da cidade de Jimma.

Lacerda (2021) apresenta um índice de desempenho do serviço de drenagem de águas pluviais, adaptado às limitações dos municípios de pequeno porte da Paraíba através da agregação de indicadores que sintetizem os principais aspectos relacionados aos sistemas, como: infraestrutura existente; manutenção; urbanização; saúde; gestão de risco; e legislação, conforme apresenta-se no Quadro 5.

Quadro 5. Síntese dos resultados alcançados por Lacerda (2021) para um índice de desempenho do serviço de drenagem de águas pluviais.

| Categoria | Indicador | Peso indicadores | Peso Categoria |
|---------------------------------------|--|------------------|----------------|
| Sistema existente | Taxa de Cobertura de Pavimentação e Meio-Fio | 0,0542 | 0,2311 |
| | Faces de ruas com presença de bocas de lobo | 0,0720 | |
| | Compatibilização das curvas verticais em cruzamentos de vias | 0,0534 | |
| | Leitos naturais de drenagem canalizados na zona urbana | 0,0515 | |
| Manutenção do sistema | Manutenção do sistema de drenagem no ano de referência | 0,0438 | 0,1076 |
| | Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (resíduos) | 0,0638 | |
| Urbanização | Arborização urbana | 0,0527 | 0,1645 |
| | Impermeabilização | 0,1118 | |
| Saúde | Índice médio de internações por doenças relacionadas à drenagem pluvial inadequada nos últimos 10 anos | 0,0583 | 0,0583 |
| Gestão de risco e condições de estado | Ocorrência de alagamentos e enxurradas nos últimos 20 anos | 0,1000 | 0,3583 |
| | Parcela de domicílios em situação de risco | 0,0972 | |
| | Densidade de pontos críticos na zona urbana citados por locais | 0,0943 | |
| | Existência de instituições de gestão de risco | 0,0668 | |
| Institucionais e legislativos | Existência de plano diretor ou plano diretor de drenagem urbana | 0,0800 | 0,0800 |

Fonte: adaptado de Lacerda (2021).

Conforme estudado por Dale (2007), os modelos são aplicados sob diversas metodologias e abordagem, como apoio a estratégias de qualidade de operações e serviços, tem sido bem documentado e divulgado. Basu (2017) enfatiza que o mesmo não ocorre na fase de gestão de projetos.

Diante da diversidade de ferramentas para análise operacional de projetos, é conveniente convergir que medidas de desempenho direcionadas a fase de projeto sob as

diretrizes de especialistas pode garantir monitorar se os projetos estão se direcionando ao caminho mais adequado.

Como diferencial a literatura, a proposta de avaliação para adequação técnica em projetos de grandes obras de drenagem urbana traz especificidades claras para aplicabilidade: “adequação técnica” e “projetos de grandes obras”.

6. METODOLOGIA

A metodologia abrange a estrutura adotada para investigar os principais elementos técnicos que exercem influência no desenvolvimento e eficácia de projetos de grandes obras de drenagem urbana. Essa estrutura servirá como base para a criação de um modelo matemático que contempla a coleta de dados, a aplicação de técnicas estatísticas e a análise de sensibilidade.

Na Figura 1 se delineia de maneira gráfica o desenvolvimento metodológico da pesquisa, expressando as etapas principais por meio de um mapa mental.

Figura 1. Estruturação metodológica da pesquisa.



Fonte: Autor, 2024.

O modelo matemático proposto tem como objetivo central identificar e avaliar os elementos técnicos presentes em projetos de grandes obras de drenagem urbana. A partir dessas avaliações, será gerada uma proposta metodológica capaz de classificar, levando em consideração as particularidades do projeto em análise, se ele atende aos critérios de adequação técnica ou não. Esses critérios foram estabelecidos com base em uma análise abrangente da literatura existente, bem como em um entendimento profundo

das especificidades inerentes às grandes obras de drenagem urbana, destacando temáticas associadas a viabilidade técnica, licenciamento e custo do projeto, eficácia no controle de alagamento e tecnologias e soluções alternativas, em projetos de grandes obras de drenagem urbana.

O desenvolvimento metodológico descrito na Figura 1 estabelece uma abordagem estruturada para a avaliação da adequação técnica em projetos de grandes obras de drenagem urbana. Essa metodologia compreende a integração de técnicas qualitativas, como o Método Delphi, com abordagens quantitativas, como o Método AHP, resultando em um modelo matemático que é aplicado e refinado por meio de uma análise de sensibilidade e um estudo de caso prático.

Cada etapa da estrutura matemática estabelece um produto associado aos objetivos específicos desta pesquisa, conforme apresentado no Quadro 6.

Quadro 6. Relação entre objetivos da pesquisa e seus produtos gerados.

| Objetivo específico | Produto |
|--|--|
| Realizar pesquisa e avaliação bibliográfica para identificar os elementos técnicos que exercem maior influência no desenvolvimento tecnicamente adequado de projetos de grandes obras de drenagem urbana | Dimensões e parâmetros |
| Realizar consulta aos especialistas para classificação a relevância dos elementos técnicos por meio da aplicação do Método Delphi, utilizando dois métodos para aquisição de dados, com o intuito de verificar diferentes maneira de se conseguir os dados para propor a metodologia e suas eficiências quanto ao atendimento metodológico | Pesos e contribuições |
| Aplicar a metodologia multicritério AHP, usando como base os resultados obtidos através do Método Delphi, para estabelecer relações hierárquicas entre as dimensões e parâmetros sugeridos no estudo, associada a análise de sensibilidade | Ordenamento da importância |
| Desenvolver uma estrutura matemática que permita a análise da adequação técnica de projetos de maneira sistêmica e objetiva | Modelo |
| Aplicar a metodologia proposta em um estudo de caso real de uma grande obra de drenagem urbana para validar a metodologia e elaborar recomendações visando o aprimoramento de futuros projetos de grandes obras de drenagem urbana | Proposta de avaliação para adequação técnica em projetos de grandes obras de drenagem urbana |

Fonte: Autor, 2024.

6.1. IDENTIFICAÇÃO DE DIMENSÕES E PARÂMETROS DO ESTUDO

As dimensões do modelo foram definidas a partir da análise dos temas técnicos associados à engenharia para grandes obras de drenagem urbana, identificando aqueles que são considerados essenciais para o desenvolvimento eficaz, eficiente e sustentável desses projetos de grandes obras, por meio de avaliação bibliográfica.

A avaliação não foi limitada quanto ao uso de fontes de informação restrita apenas periódicos científicos. Ainda que alguns autores como Barbosa, Paramo e Gómez (2023) defendam que concentração em periódicos científicos se justifica no fato de que eles são geralmente utilizados por acadêmicos e profissionais pois disseminam acúmulo de experiência para melhorar desempenho e uso de informações sobre outras pessoas para adquirir experiência adicional.

Diversos estudos sustentam a ideia de que os periódicos científicos já não monopolizam a fonte de informações relevantes para acadêmicos e profissionais. Borgman (2007) observou que a tendência é crescente no uso de fontes alternativas, como blogs, redes sociais e plataformas de e-learning, para se atualizarem sobre os avanços em suas áreas e estabelecerem conexões profissionais. Similarmente, Harnad (1990) destacou a demora nos periódicos devido aos processos de revisão por pares, enquanto Latour (2005) argumentou que o conhecimento é produzido por uma rede diversificada de atores.

Priem et al. (2010) introduziram *altmetrics*, que abrange diversas fontes para mensurar o impacto da pesquisa. Além disso, Suber (2012) defendeu o acesso aberto como forma de democratizar o conhecimento, permitindo que pesquisas sejam disponibilizadas gratuitamente online, superando barreiras geográficas e financeiras. Estas perspectivas evidenciam uma transformação significativa no panorama da divulgação do conhecimento científico.

A coleta de dados por meio de avaliação bibliográfica mostrou que os elementos técnicos em projetos de grandes obras de drenagem urbana estão diretamente vinculados a quatro dimensões: “Viabilidade técnica”; “Licenciamento e custo do projeto”; “Eficácia no controle de alagamentos” e “Tecnologias e soluções alternativas”. O detalhamento de cada dimensão proporcionou uma compreensão abrangente dos fatores que impactam o desenvolvimento técnico desses projetos.

Dentro dessas dimensões, foram detalhados subitens que representam os parâmetros relacionados a cada dimensão, destacando referências e descrições objetivas sobre a finalidade do parâmetro e sua importância para os projetos. Essa abordagem

permitiu uma análise aprofundada para identificar os parâmetros de maior relevância aos projetos, contribuindo para uma compreensão global de como estes parâmetros afetam e impactam a adequação técnica e a fluidez no seu desenvolvimento.

No Quadro 7 apresenta-se a síntese das dimensões e parâmetros na identificação de dados para o modelo, onde foram contabilizadas 4 dimensões e 26 parâmetros.

Quadro 7. Síntese da identificação de dimensões e parâmetros da metodologia.

| N. | Parâmetro | Dimensão |
|----|---|-------------------------------------|
| 1 | Estudos de viabilidade | Viabilidade técnica |
| 2 | Projeto técnico | |
| 3 | Tecnologias e métodos utilizados | |
| 4 | Compatibilidade com a infraestrutura existente | |
| 5 | Impacto ambiental | |
| 6 | Cronograma e prazos | |
| 7 | Capacidade de operação e manutenção | |
| 8 | Licenciamentos e autorizações | Licenciamento e custo do projeto |
| 9 | Custo de construção | |
| 10 | Custo de operação e manutenção | |
| 11 | Custo de desapropriação | |
| 12 | Custo de remediação ambiental | |
| 13 | Custo de monitoramento e controle | |
| 14 | Custo de contingências e incertezas | |
| 15 | Redução do tempo de alagamento | Eficácia no controle de alagamentos |
| 16 | Redução do volume de água acumulada | |
| 17 | Prevenção de alagamentos | |
| 18 | Melhoria do escoamento das águas pluviais | |
| 19 | Gestão sustentável da água | |
| 20 | Sustentabilidade energética | Tecnologias e soluções alternativas |
| 21 | Sistemas de drenagem sustentável | |
| 22 | Preservação de áreas naturais | |
| 23 | Tratamento de águas pluviais urbanas | |
| 24 | Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | |
| 25 | Incremento de novos materiais | |
| 26 | Inovações em gestão de resíduos | |

Fonte: Autor, 2024.

A avaliação da bibliográfica realizada e direcionada em projetos de grandes obras de drenagem urbana apontou a necessidade de abordar um conjunto de 26 parâmetros, organizados e agrupados nas 4 dimensões a que estão diretamente relacionados. A organização desses parâmetros busca não apenas a identificação de

potenciais desafios técnicos, mas também a compreensão das interações entre esses elementos.

A avaliação bibliográfica realizada poderia alcançar inúmeras dimensões e parâmetros associados, em um contexto mais amplo abordando estritamente categorias econômicas, sociais, ambientais, culturais, legais, políticas, educacionais, entre outras. A escolha das dimensões estudadas se deu por refletirem o procedimento de projetar e o envolvimento dos profissionais projetistas atrelados aos elementos estudados, considerados como tecnicamente essenciais para o desenvolvimento adequado de projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Os projetos de grandes obras de drenagem urbana são complexos e envolvem uma série de componentes técnicos para que sejam bem-sucedidos. De tal modo, identificar e compreender estas interações contribuirá para viabilização de medidas mitigatórias de quaisquer riscos ou problemas potenciais. Estes 26 parâmetros listados são importantes nas etapas de planejamento e implementação, onde cada um desses elementos pode exercer influência marcante no êxito ou insucesso dos projetos de drenagem urbana de grande porte.

Ao considerar os parâmetros foi possível aumentar as chances de sucesso dos projetos de drenagem urbana, ao entender como eles são inter-relacionados, viabilizando a formulação e readequação de projetos que se destacam pela eficiência operacional, pela consonância com princípios de sustentabilidade e, não menos importante, pelo impacto positivo para a comunidade atendida.

A análise da viabilidade técnica revela que a presença de estudos preliminares é essencial para o sucesso dos projetos. A ausência desses estudos pode resultar em problemas relacionados à capacidade hidráulica das redes, estabilidade do solo e disponibilidade de recursos hídricos (MAYS, 2019; PALMER et al., 2007). Além disso, a qualidade do projeto técnico, incluindo detalhamento, clareza e conformidade com as normas, foi identificada como um fator determinante para a viabilidade (FEMA, 2017). Para esta dimensão foram detalhados 7 parâmetros: Estudos de viabilidade; Projeto técnico; Tecnologias e métodos utilizados; Compatibilidade com a infraestrutura existente; Impacto ambiental; Cronograma e prazos; e Capacidade de operação e manutenção, conforme detalhamento apresentado no Quadro 8.

Quadro 8. Objetivos e fundamentações para parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica”.

| Parâmetro | Objetivo | Fundamentação |
|----------------------------------|---|---|
| Estudos de viabilidade | Avaliar se foram realizados estudos preliminares de viabilidade que analisem a viabilidade técnica do projeto, considerando aspectos como a capacidade hidráulica das redes, a estabilidade do solo, a disponibilidade de recursos hídricos, entre outros. Verificar se esses estudos foram realizados por profissionais qualificados e se suas conclusões são favoráveis à implementação do projeto. | Mays (2019) explora a importância de estudos de viabilidade na tomada de decisões em projetos de engenharia, destacando a análise de aspectos técnicos e econômicos. Palmer et al. (2007) discute a realização de estudos de viabilidade em projetos de drenagem sustentável, considerando aspectos hidrológicos e hidráulicos para o correto dimensionamento das soluções. FEMA (2017) aborda a aplicação de estudos de viabilidade em projetos de controle de enchentes, enfatizando a análise de alternativas e a seleção da melhor estratégia. |
| Projeto técnico | Avaliar a qualidade do projeto técnico em termos de detalhamento, clareza e precisão. Verificar se o projeto contempla todas as etapas necessárias, como levantamento topográfico, dimensionamento das redes, seleção de materiais adequados, especificações técnicas, entre outros. Verificar se o projeto atende às normas e regulamentações técnicas aplicáveis. | Scharffenberg (2016) explora a elaboração de projetos hidrológicos e hidráulicos detalhados, destacando a importância de considerar variáveis como chuva, escoamento e dimensionamento das estruturas. Hall et al. (2003) abordam a importância do detalhamento do projeto técnico em termos de engenharia civil, hidrologia e hidráulica, e como isso contribui para a resiliência das infraestruturas de drenagem. Vicente, Faria e Formiga (2023) discutem a necessidade de projetos técnicos bem estruturados em projetos de drenagem urbana, com foco na eficiência da captação e transporte das águas pluviais. |
| Tecnologias e métodos utilizados | Avaliar as tecnologias e métodos propostos no projeto e verificar se são adequados para as condições locais e para a solução dos problemas de saneamento e drenagem identificados. Verificar se são utilizadas tecnologias inovadoras e sustentáveis que possam melhorar a eficiência e a qualidade das obras. | Fletcher, Andrieu e Hamel (2013) exploram as tendências emergentes em sistemas de drenagem urbana, destacando a necessidade de adoção de tecnologias modernas para enfrentar os desafios de escoamento de águas pluviais. Loperfido et al. (2014) abordam as melhores práticas para o uso de tecnologias de tratamento de águas pluviais, destacando a necessidade de métodos avançados para melhorar a qualidade da água nas áreas urbanas. Scholz e Grabowiecki (2011) discutem as tecnologias para drenagem urbana, enfatizando a importância de métodos baseados em natureza, como telhados verdes e pavimentos permeáveis. |

| Parâmetro | Objetivo | Fundamentação |
|--|---|---|
| Compatibilidade com a infraestrutura existente | Verificar se o projeto é compatível com a infraestrutura existente na área de intervenção, como redes de abastecimento de água, sistemas de esgoto, drenagem pluvial, entre outros. Avaliar se estão sendo consideradas as conexões e os ajustes necessários para garantir a integração com a infraestrutura já existente. | Naumann et al. (2011) ressaltam a necessidade de considerar a infraestrutura existente como ponto de partida para novos projetos, visando maximizar a utilização de recursos já investidos. Farrelly e Brown (2011) abordam a importância de adotar abordagens de planejamento que considerem a interconexão entre diferentes sistemas, evitando disfunções entre redes. Morss et al. (2005) exploram a aplicação de análises de compatibilidade e de riscos para identificar possíveis conflitos entre infraestruturas existentes e novos projetos, permitindo uma intervenção planejada. |
| Impacto ambiental | Avaliar os impactos ambientais do projeto e verificar se estão sendo adotadas medidas para minimizar e mitigar esses impactos. Verificar se o projeto está em conformidade com as normas e regulamentações ambientais, considerando aspectos como proteção de recursos hídricos, gestão de resíduos, preservação de áreas verdes, entre outros. | Wheater e Evans (2009) discutem a necessidade de projetos de drenagem considerarem a qualidade da água e o escoamento superficial, minimizando o carreamento de poluentes para corpos d'água. Brattebo e Booth (2003) exploram a importância de projetos de drenagem sustentável, como telhados verdes e pavimentos permeáveis, para reduzir o escoamento superficial e melhorar a qualidade da água, diminuindo o impacto sobre os cursos d'água. Schueler (2000) aborda estratégias para minimizar o impacto de projetos de drenagem pluvial sobre ecossistemas aquáticos e áreas úmidas, através da implementação de práticas de tratamento de água e de controle de erosão. |
| Cronograma e prazos | Avaliar a viabilidade temporal do projeto, verificando se o cronograma proposto é realista e factível. Verificar se os prazos estabelecidos são compatíveis com as etapas do projeto e se consideram a disponibilidade de recursos humanos, materiais e financeiros necessários. | PMI (2022) destaca a importância de definir marcos e prazos realistas para cada etapa, bem como monitorar constantemente o progresso. Kerzner (2022) enfatiza a necessidade de estabelecer um cronograma detalhado que leve em consideração possíveis atrasos e riscos. Haugan (2017) aborda técnicas para estimar a duração de atividades e criar um cronograma que equilibre a alocação de recursos e as restrições temporais. |
| Capacidade de operação e manutenção | Avaliar se o projeto é viável em termos de operação e manutenção a longo prazo. Verificar se foram considerados os custos e recursos necessários para a operação regular do sistema de saneamento e drenagem, como pessoal capacitado, equipamentos de manutenção, programas de monitoramento, entre outros. | Porse (2013) enfatiza a necessidade de desenvolver planos de operação e manutenção que considerem as capacidades de gestão das autoridades locais. Fletcher et al. (2015) aborda a importância da manutenção preventiva e programada de sistemas de drenagem, ressaltando que a falta de manutenção regular pode levar à deterioração prematura das estruturas. EPA (2019) destaca a importância da capacitação de pessoal para operar e manter sistemas de drenagem, bem como a necessidade de orçamento alocado para essas atividades. |

Fonte: Autor, 2024.

As licenças e autorizações necessárias são importantes para proteger o meio ambiente, a saúde e a segurança pública, a qualidade, os direitos de propriedade e a conformidade com a legislação aplicável (TURNER; MÜLLER, 2003; GUNNINGHAM; SINCLAIR, 2002; HOLDER; LEE, 2007; RIVERA, 2007).

A dificuldades na obtenção de licenças e autorizações pode se tornar um entrave comum em projetos técnicos que envolvem a construção de novas infraestruturas, destacando a necessidade de planejamento prévio e adaptações para melhor performance junto aos órgãos licenciadores. Bem como, governos devem tomar medidas para simplificar e agilizar o processo de obtenção de licenças e autorizações, a fim de tornar os projetos de infraestrutura mais viáveis, sem garantir a efetividade desses procedimentos.

Diversos estudos, como World Bank (2019), WEF (2020), IMF (2021) e ADB (2022), indicam que as dificuldades na obtenção de licenças e autorizações são sérios problemas que podem ter um impacto significativo no custo e no tempo de conclusão dos projetos de infraestrutura.

A análise dos custos do projeto destacou a importância de considerar não apenas os gastos de construção, mas também os custos de operação, manutenção, desapropriação e remediação ambiental (IDAN; DHEYAB, 2019). Além disso, a inclusão de uma reserva para contingências e incertezas é essencial para lidar com imprevistos que podem surgir durante a execução (BELLETTINI; GARCÍA-MARÍN, 2022; WORLD BANK GROUP, 2015).

Para esta dimensão foram detalhados 7 parâmetros: Licenciamentos e autorizações; Custo de construção; Custo de operação e manutenção; Custo de desapropriação; Custo de remediação ambiental; Custo de monitoramento e controle; e Custo de contingências e incertezas, conforme detalhamento no Quadro 9.

Quadro 9. Objetivos e fundamentações para os parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”.

| Parâmetro | Objetivo | Fundamentação |
|------------------------------|---|---|
| Licenciamento e autorizações | Avaliar se a estruturação técnica do projeto atende as legislações vigentes quanto as demandas por licenças e autorizações. É fundamental que o conhecimento dessas diretrizes seja base para o desenvolvimento do projeto. | Lo, Fung e Tung (2006) investigam os principais fatores de atraso em projetos de engenharia civil em Hong Kong, citando a obtenção de licenças como um dos fatores contribuintes. |

| Parâmetro | Objetivo | Fundamentação |
|--------------------------------|--|--|
| | Bem como, a capacidade de adaptação do projeto em termos de qualidade e eficiência, às condicionantes necessárias. | <p>Banobi e Jung (2019) investigam os fatores que contribuem para os atrasos regulatórios em projetos de infraestrutura na China, incluindo obstáculos relacionados a licenças e autorizações.</p> <p>Wu, Hu e Zheng (2020) exploram os fatores que afetam as relações de vocações profissionais e a duração dos projetos de infraestrutura.</p> |
| Custo de construção | Avaliar os gastos necessários para a construção das infraestruturas de saneamento e drenagem, incluindo materiais, mão de obra, equipamentos e serviços contratados. É fundamental ter uma estimativa precisa do custo de construção para planejar o orçamento e os recursos financeiros necessários. | <p>Idan e Dheyab (2019) exploram custeio em projetos de infraestrutura, enfatizando a importância da análise de custos e benefícios na tomada de decisões.</p> <p>Aerts (2018) discutem estratégias para estimar os custos de construção de projetos de drenagem, considerando diferentes alternativas de design e materiais.</p> <p>Vincent et al. (2017) abordam a relação entre a qualidade do projeto e os custos de construção, destacando a importância do detalhamento e da clareza nas especificações técnicas.</p> <p>Bellettini e García-Marín (2022) apresentam um estudo de caso sobre a estimativa de custos em projetos de drenagem urbana, incluindo fatores de incerteza e variações nos preços de materiais.</p> <p>World Bank Group (2015) discute estratégias para a gestão de custos em projetos de infraestrutura, com ênfase na importância do planejamento e do controle de custos.</p> |
| Custo de operação e manutenção | Avaliar os gastos recorrentes associados à operação, monitoramento, manutenção e reparos dos sistemas de saneamento e drenagem. Inclui custos com energia, pessoal, insumos, produtos químicos, equipamentos de manutenção, entre outros. O cálculo desse custo é importante para garantir a sustentabilidade financeira do projeto a longo prazo. | <p>Cherqui et al. (2019) aborda os desafios da gestão de operação e manutenção em sistemas de drenagem urbana sustentável, destacando a importância de um planejamento eficiente.</p> <p>Wilderer (2004) analisa os custos de operação e manutenção de infraestruturas de águas pluviais e discute a necessidade de considerar esses custos desde a fase de projeto.</p> <p>Francisco et al. (2023) exploram as complexidades da gestão dos sistemas de drenagem urbana</p> |

| Parâmetro | Objetivo | Fundamentação |
|-------------------------------|--|--|
| | | sustentável e aborda a importância de incluir os custos de operação e manutenção no planejamento. Vicente, Faria e Formiga (2023) apresentam uma abordagem para a avaliação dos custos de operação e manutenção em projetos de drenagem sustentável, considerando fatores como a frequência de inspeções e limpezas. Yazdanfar e Sharma (2015) analisam os custos de manutenção e operação de sistemas de drenagem urbana em cenários urbanos variados, destacando a influência das características locais. |
| Custo de desapropriação | Avaliar os gastos relacionados à desapropriação de terrenos ou propriedades necessárias para a execução do projeto. Isso inclui compensações financeiras pagas aos proprietários afetados, avaliação de imóveis, custos legais e administrativos associados ao processo de desapropriação. | Peterson (2008) aborda os desafios legais e econômicos da desapropriação em projetos de infraestrutura, destacando a importância de processos transparentes e justos. Andrade (2017) analisam os aspectos legais e procedimentos envolvidos na desapropriação para projetos de infraestrutura, incluindo a avaliação de imóveis e os critérios para determinação das compensações. Nakamura (2021) explora a legislação e a jurisprudência relacionadas à desapropriação no contexto de projetos de infraestrutura, abordando aspectos como a necessidade pública e a justa indenização. Arantes et al. (2017) e Vargas (2009) apresentam estudos de caso sobre os desafios da desapropriação em projetos de drenagem urbana e discutem estratégias para minimizar os impactos negativos nos proprietários afetados. Teshafun (2022) investiga os custos associados à desapropriação em projetos de infraestrutura e discute os desafios de equidade e justiça na distribuição das compensações. |
| Custo de remediação ambiental | Avaliar os gastos relacionados à remediação de possíveis | Kuppusamy (2017) exploram os custos de remediação de áreas |

| Parâmetro | Objetivo | Fundamentação |
|-------------------------------------|---|---|
| | <p>impactos ambientais causados pelo projeto. Isso inclui ações para mitigar danos ao meio ambiente, recuperar áreas degradadas, tratar efluentes, entre outros. O custo de remediação ambiental é importante para garantir a conformidade do projeto com as regulamentações ambientais e minimizar seus impactos negativos.</p> | <p>contaminadas em projetos de infraestrutura, considerando a avaliação de riscos ambientais e as estratégias de mitigação. Xu et al. (2023) apresentam um estudo sobre os custos e benefícios da remediação de solos contaminados, abordando diferentes técnicas de tratamento. Bohman, Glaas e Karlson (2020) analisam a remediação ambiental em projetos de infraestrutura de drenagem, destacando a importância da integração entre planejamento urbano e gestão ambiental. NRC (2005) aborda os aspectos econômicos da remediação de áreas contaminadas, discutindo a avaliação dos custos e benefícios associados às diferentes abordagens de remediação. EPA (2017) fornece diretrizes sobre a estimativa de custos de remediação de áreas contaminadas, incluindo fatores a serem considerados na avaliação dos gastos.</p> |
| Custo de monitoramento e controle | <p>Avaliar os gastos relacionados à implementação de sistemas de monitoramento e controle para garantir a eficiência e a qualidade das infraestruturas de saneamento e drenagem. Isso inclui a instalação de equipamentos de medição, a contratação de serviços de monitoramento e a realização de análises laboratoriais. O custo de monitoramento e controle é necessário para garantir o funcionamento adequado dos sistemas e a conformidade com os padrões de qualidade.</p> | <p>Fletcher et al. (2015) abordam os custos e benefícios do monitoramento contínuo da qualidade da água em sistemas de drenagem, destacando sua importância para a gestão eficiente e sustentável. Chitwatkulsiri e Miyamoto (2023) analisam os custos envolvidos na implementação de sistemas de monitoramento de nível de água em tempo real, explorando sua utilidade na previsão de eventos de inundações. Wang e Xie (2018) discutem os custos e vantagens do uso de tecnologias de sensoriamento remoto para monitorar áreas urbanas propensas a enchentes.</p> |
| Custo de contingências e incertezas | <p>Avaliar os gastos adicionais previstos para lidar com situações imprevistas, riscos e incertezas que podem surgir durante a execução do projeto. Isso inclui a reserva de recursos financeiros para lidar com</p> | <p>Zanfelicce e Rabechini Jr (2021) abordam a gestão de riscos e a alocação de contingências como parte integrante do planejamento e orçamentação de projetos, destacando a importância de considerar incertezas.</p> |

| Parâmetro | Objetivo | Fundamentação |
|-----------|---|--|
| | imprevistos, atrasos, mudanças de escopo, eventos climáticos extremos, entre outros. O custo de contingências e incertezas é importante para garantir a capacidade de resposta e a conclusão bem-sucedida do projeto, mesmo diante de obstáculos inesperados. | Flyvbjerg, Holm e Buhl (2003) discutem o "viés otimista", onde os projetos frequentemente subestimam custos e superestimam benefícios, resultando em orçamentos insuficientes para contingências. Ward e Chapman (2003) apresentam abordagens para avaliar riscos e incertezas e desenvolver estimativas de contingência realistas. Fateminia (2023) discutem a importância de considerar riscos e incertezas ao determinar as reservas de contingência em projetos de engenharia. Aaltonen e Kujala (2010) exploram métodos para avaliar a incerteza em projetos de infraestrutura e recomendam a inclusão de reservas de contingência adequadas. |

Fonte: Autor, 2024.

A “Eficácia no controle de alagamentos” é uma dimensão diretamente relacionada à capacidade de garantir a segurança pública, a integridade das edificações e a preservação do meio ambiente. A literatura apresenta diversos desafios técnicos recorrentes que impactam a eficácia dessas medidas. Woods-Ballard (2015) indica que muitas infraestruturas de drenagem urbana foram projetadas para condições climáticas passadas e podem não ser capazes de lidar com os eventos de chuva mais intensos e frequentes causados pelas mudanças climáticas. Tucci (2010) destaca a importância de adotar técnicas de drenagem sustentável, como pavimentos permeáveis e áreas de infiltração, para mitigar esse problema.

Para esta dimensão foram detalhados 4 parâmetros: Redução do tempo de alagamento; Redução do volume de água acumulada; Prevenção de alagamentos; e Melhoria do escoamento das águas pluviais, conforme informações detalhadas no Quadro 10.

Quadro 10. Objetivos e fundamentações para os parâmetros da dimensão “Eficácia no Controle de Alagamentos”.

| Parâmetro | Objetivo | Fundamentação |
|-------------------------------------|--|--|
| Redução do tempo de alagamento | Avaliar a eficácia do projeto em reduzir a duração dos períodos de inundação nas áreas afetadas, com objetivo é minimizar o tempo em que as áreas ficam alagadas, reduzindo os impactos negativos nas atividades cotidianas e na infraestrutura urbana. | Burton Jr e Pitt (2001) abordam a importância de projetos de drenagem que visam a rápida evacuação de água das áreas urbanas para minimizar o tempo de inundações. Zhou (2014) discute como projetos de drenagem sustentável podem contribuir para reduzir os tempos de alagamento, através da retenção temporária da água e da gestão do escoamento. Hammer (2008) aborda a eficácia de sistemas de armazenamento temporário de água em reduzir os tempos de alagamento em áreas urbanas. |
| Redução do volume de água acumulada | Verificar se o projeto foi eficiente em reduzir a quantidade de água acumulada durante eventos de chuva intensa. Isso inclui a análise da capacidade de captação, armazenamento e escoamento das águas pluviais, visando minimizar os riscos de enchentes e alagamentos. | Burton Jr e Pitt (2001) destacam a importância de projetos que buscam reduzir o acúmulo de água nas áreas urbanas durante eventos de chuva intensa para evitar inundações. Zhou (2014) aborda como a gestão sustentável da água pluvial pode contribuir para a redução do volume de água acumulada, por meio de técnicas de armazenamento temporário e controle do escoamento. Hammer (2008) discute a eficácia de estratégias de gerenciamento de águas pluviais que visam minimizar o acúmulo de água em áreas urbanas. |
| Prevenção de alagamentos | Avaliar se o projeto foi eficaz em prevenir a ocorrência de inundações, especialmente em áreas suscetíveis a eventos extremos de chuva, com objetivo é adotar medidas de controle e gerenciamento de enchentes, como sistemas de drenagem adequados e aprimorados. | Mays (2019) explora estratégias de gerenciamento de águas pluviais que enfatizam a prevenção de enchentes, por meio de técnicas de armazenamento, infiltração e controle do escoamento. Oneto e Canepa (2023) abordam a importância de planejamento e regulamentação eficazes para a prevenção de alagamentos em áreas urbanas, considerando questões de uso do solo e desenvolvimento urbano. Deakin et al. (2007) discutem como a prevenção de alagamentos pode ser alcançada por meio de estratégias integradas, incluindo sistemas de drenagem sustentável e |

| Parâmetro | Objetivo | Fundamentação |
|---|--|--|
| Melhoria do escoamento das águas pluviais | Analisar se o projeto contribuiu para o aprimoramento do escoamento das águas pluviais, evitando acúmulo em áreas urbanas. Isso inclui a construção ou melhoria de sistemas de drenagem, canais, galerias e dispositivos de controle de fluxo, visando um escoamento mais eficiente. | consideração das características hidrológicas da área. Negin-Binesh, Sarang e Rauch (2019) exploram a importância da gestão sustentável das águas pluviais, considerando estratégias que favoreçam o escoamento natural e minimizem o impacto das inundações urbanas. Butler e Tait (2015) discutem a implementação de sistemas de drenagem sustentável para a melhoria do escoamento, considerando técnicas como pavimentos permeáveis e áreas de infiltração. Hammer (2008) abordam a importância de projetos que melhorem o escoamento das águas pluviais em áreas urbanas densamente construídas, por meio da criação de sistemas de captação e condução adequados. |

Fonte: Autor, 2024.

A implementação de tecnologias inovadoras, como sistemas de drenagem sustentável, reuso da água e tratamento descentralizado, emergiu como um aspecto crítico para melhorar a eficiência dos sistemas de drenagem (NEGIN-BINESH; SARANG; RAUCH, 2019; BUTLER; TAIT, 2015). O uso de tecnologias de sensoriamento e sistemas de informação geográfica também se mostrou valioso para o monitoramento contínuo e análise espacial (LATOUR, 2005; SUBER, 2012).

É importante ressaltar que problemas técnicos não atuam isoladamente, mas interagem de maneira complexa, podendo exigir soluções multidisciplinares e abordagens inovadoras. A implementação de tecnologias inteligentes, como sensores de monitoramento em tempo real (ALTOBELLINI; CIPOLLA; MAGLIONICO, 2020), e o uso de modelos de simulação para avaliar diferentes cenários de drenagem (ELLAIFI; SIMMONS; DEEKS, 2023) são exemplos de abordagens que podem contribuir para a melhoria da eficácia no controle de alagamentos em projetos de grandes obras de drenagem urbana.

A incorporação de tecnologias inteligentes, novos materiais e automação avançada surge como tendências promissoras para aprimorar a gestão e eficiência dos sistemas de drenagem (BORGMAN, 2007). No entanto, a introdução dessas inovações

pode estar sujeita a desafios técnicos, como a necessidade de infraestrutura adequada e superação de obstáculos operacionais (SÁNCHEZ-CORCUERA et al., 2019).

Dada a complexidade técnica e tecnológica, nesta dimensão foram detalhados 8 parâmetros: Gestão sustentável da água; Sustentabilidade energética; Sistemas de drenagem sustentável; Preservação de áreas naturais; Tratamento de esgoto; Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento; Incremento de novo materiais; e Inovações em gestão de resíduos, conforme o detalhamento no Quadro 11.

Quadro 11. Objetivos e fundamentações para os parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”.

| Parâmetro | Objetivo | Fundamentação |
|-----------------------------|---|--|
| Gestão sustentável da água | Avaliar se o projeto inclui tecnologias e sistemas que permitem o reuso de água tratada para fins não potáveis, como irrigação de áreas verdes e descarga de vasos sanitários, com adição de tecnologias e equipamentos que reduzem o consumo de água, como torneiras e chuveiros economizadores, vasos sanitários com duplo fluxo, entre outros. | Teston et al. (2022) abordam as possibilidades de reuso de água pluvial em áreas urbanas e enfatizam a importância de considerar a qualidade da água e a adequação dos usos propostos. Tchobanoglous, Burton e Stensel (2019) destacam a crescente necessidade de adotar práticas de reuso de água para enfrentar os desafios da escassez hídrica, além de fornecerem orientações técnicas sobre o tratamento e o reuso seguro da água. Fletcher et al. (2015) explora as estratégias de reuso da água como parte de sistemas de drenagem sustentável, ressaltando a importância de considerar a viabilidade técnica e econômica. Brown, Keath e Wong (2015) abordam as estratégias de eficiência hídrica em edificações e ressaltam o papel das tecnologias de baixo consumo de água na redução das demandas hídricas urbanas. Cardoso-Gonçalves e Tentúgal-Valente (2023) investigam os benefícios da adoção de tecnologias de baixo consumo de água em edifícios residenciais, considerando aspectos como economia de água e impactos ambientais. |
| Sustentabilidade energética | Considerar se o projeto incorpora a geração de energia a partir de fontes renováveis, como energia solar, energia eólica ou biogás gerado a partir do tratamento de efluentes, bem como a adoção de tecnologias e práticas que promovem a eficiência energética como o uso de equipamentos de alta | Gude (2015) abordam a geração de energia a partir de sistemas de tratamento de água e esgoto, identificando oportunidades para aproveitar o potencial energético dos efluentes. Ahmad et al. (2020) discutem a possibilidade de integrar fontes renováveis, como a energia solar, em projetos de drenagem urbana para suprir as demandas energéticas das instalações associadas. Gültekin, Yıldırım e Tanrıvermi (2018) abordam a utilização de sistemas de monitoramento e controle para otimizar o |

| Parâmetro | Objetivo | Fundamentação |
|--------------------------------------|--|--|
| | eficiência e sistemas de automação. | funcionamento dos sistemas de drenagem, minimizando o uso de energia e garantindo uma resposta eficiente às condições climáticas. Webber et al. (2022) discutem a aplicação de tecnologias de automação, telemetria e inteligência artificial para melhorar a gestão dos sistemas de drenagem, resultando em um uso mais eficiente de recursos, incluindo a energia. |
| Sistemas de drenagem sustentável | Verificar se o projeto inclui a implementação de técnicas de drenagem sustentável, como telhados verdes, pavimentos permeáveis, áreas de infiltração e jardins de chuva, que ajudam a reduzir o escoamento superficial e melhoram a qualidade da água. | Fernando et al. (2023) exploram a aplicação de telhados verdes como uma estratégia de drenagem sustentável, analisando os benefícios na redução do escoamento e no controle de enchentes. Fletcher, Andrieu e Hamel (2013) abordam a eficácia de pavimentos permeáveis na gestão das águas pluviais, destacando como esses sistemas contribuem para a infiltração e a redução de enchentes. Woods-Ballard et al. (2015) abordam de forma abrangente as práticas de tratamento de águas pluviais urbanas, discutindo os benefícios e desafios das tecnologias alternativas, como telhados verdes e pavimentos permeáveis. |
| Preservação de áreas naturais | Avaliar se o projeto considera a preservação e a restauração de áreas naturais, como zonas úmidas e vegetação ripária, que desempenham um papel importante na infiltração e no tratamento de águas pluviais. | Benedict e McMahon (2002) exploram os benefícios da integração de zonas úmidas e corredores verdes no planejamento urbano, destacando como essas áreas podem atuar como sistemas naturais de drenagem. Paul e Meyer (2008) abordam a importância da vegetação ripária na mitigação de enchentes e na melhoria da qualidade da água, ao interceptar e absorver a água da chuva antes que ela alcance os corpos d'água. Biedenweg, Scott e Scott (2017) discutem a relevância das áreas naturais urbanas na promoção da resiliência ecológica e na melhoria da qualidade de vida, enfatizando a importância de sua preservação para a gestão das águas pluviais. |
| Tratamento de águas pluviais urbanas | Verificar se o projeto incorpora sistemas de tratamento avançado de águas pluviais, como técnicas de infiltração, filtros verdes ou dispositivos de retenção, visando a remoção eficiente de poluentes e a melhoria da qualidade da água. | Qin (2020) discutem estratégias de tratamento de águas pluviais urbanas para mitigar os impactos das enchentes e melhorar a qualidade da água, com ênfase na seleção e dimensionamento de dispositivos de controle. Rodrigues, Formiga e Miligrana (2023) abordam a aplicação de tecnologias de tratamento de águas pluviais em ambientes urbanos, considerando a eficácia dessas técnicas na remoção de poluentes e na promoção da sustentabilidade hídrica. Vicente, Faria e Formiga (2023) abordam a integração de tecnologias de tratamento de águas pluviais com sistemas de drenagem |

| Parâmetro | Objetivo | Fundamentação |
|---|---|---|
| | | <p>urbana, discutindo os desafios e oportunidades para a implementação bem-sucedida dessas práticas.</p> <p>Fletcher, Vietz e Walsh (2014) e Wong et al. (2006) fornecem uma visão abrangente das abordagens inovadoras no tratamento de águas pluviais em contextos urbanos, discutindo os benefícios de sistemas descentralizados e de baixo impacto.</p> |
| Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | <p>Verificar se o projeto incorpora tecnologias emergentes para melhorar sua eficiência, como sensores inteligentes, sistemas de monitoramento em tempo real, modelagem hidrológica avançada, plataformas de dados integradas, automação, automação e controle avançados, tecnologias de sensoriamento, sistemas de informação geográfica (SIG), técnicas de modelagem e simulação e tecnologias de comunicação avançadas.</p> <p>Tecnologias com objetivo de melhorar a qualidade da água, reduzir a poluição e aumentar a eficiência operacional.</p> | <p>Schubert et al. (2017) abordam a aplicação de sensores inteligentes e sistemas de monitoramento para coleta e análise de dados hidrológicos em tempo real, auxiliando no gerenciamento de sistemas de drenagem.</p> <p>Lund et al. (2018) exploram o uso de algoritmos de controle para otimizar a operação de sistemas de escoamento em áreas urbanas, considerando critérios como eficiência e sustentabilidade.</p> <p>Yuan et al. (2019) analisam a aplicação de sistemas de telemetria e automação para o monitoramento e controle de estações de bombeamento e redes de drenagem, enfatizando a importância da coleta de dados em tempo real.</p> <p>Piro et al. (2019) abordam a integração de sistemas de sensoriamento para monitorar a qualidade da água em redes de drenagem, permitindo a detecção precoce de poluentes e a tomada de medidas de mitigação.</p> <p>Chai, Wang e Yu (2021) abordam a aplicação de SIG na análise da vulnerabilidade de áreas urbanas a inundações, permitindo a identificação de áreas de risco e o planejamento de medidas de adaptação.</p> <p>Rossman (2015) discute o uso do programa EPA SWMM (Storm Water Management Model) para modelar o escoamento de águas pluviais em sistemas urbanos, viabilizando simular o transporte de água e poluentes em redes de drenagem.</p> <p>Bakhtiari et al. (2023) abordam a importância de plataformas digitais para integrar informações de diferentes fontes e facilitar a colaboração entre as partes interessadas envolvidas na gestão de sistemas de drenagem.</p> |
| Incremento de novos materiais | <p>Verificar se o projeto incorpora novos materiais que possam resultar em sistemas mais eficientes, duráveis e ambientalmente amigáveis.</p> | <p>Putri, Hidayah e Ma'ruf (2023) abordam os benefícios da utilização de materiais permeáveis em pavimentos e áreas de infiltração, destacando a importância da seleção correta desses materiais para garantir o desempenho desejado.</p> <p>Chu e Fwa (2019) discutem a aplicação de materiais de revestimento permeáveis em</p> |

| Parâmetro | Objetivo | Fundamentação |
|---------------------------------|--|--|
| | | sistemas de pavimentos, que permitem a infiltração de água pluvial no solo, ajudando a reduzir o escoamento superficial. Zhu et al. (2021) exploram materiais sustentáveis, como blocos de pavimentação permeáveis, que promovem a infiltração de água e reduzem a formação de poças. |
| Inovações em gestão de resíduos | Considerar se o projeto incorpora soluções inovadoras para a gestão de resíduos sólidos, visando a redução do volume de resíduos e a redução de impactos ambientais. | Kuster et al. (2022) estudam a recuperação de materiais partir dos resíduos sólidos provenientes de sistemas de tratamento de águas pluviais, apontando contribuição para a redução do desperdício e geração de recursos para a indústria. Maniam et al. (2022) analisam a aplicação de técnicas de biotratamento para os resíduos sólidos de sistemas de tratamento de águas pluviais, transformando-os em subprodutos úteis, como biogás e biofertilizantes, contribuindo para a produção de energia renovável e nutrientes para a agricultura. |

Fonte: Autor, 2024.

6.2. CONSULTA AOS ESPECIALISTAS

A seleção de participantes para a coleta de dados foi realizada por meio de indicações e pesquisas, levando em consideração critérios previamente estabelecidos. O objetivo foi escolher especialistas que tenham uma vasta experiência em diversas disciplinas, incluindo engenharia, gerenciamento de projetos e planejamento urbano e que atuam em regiões diferentes do Brasil. A contribuição desses especialistas foi de extrema importância para validar as dimensões e parâmetros do modelo proposto, bem como para atribuir pesos que refletem a importância relativa de cada um dos 26 parâmetros estudados.

O método adotado para a coleta e análise das opiniões dos especialistas foi o Método Delphi. Essa abordagem oferece uma estrutura organizada e iterativa que visa alcançar um consenso entre os participantes, de acordo com o número de participantes efetivos esse consenso pode ser representativo ou não. Cada questionamento dirigido aos especialistas se concentrou em avaliar se os parâmetros e dimensões têm influência ou não no desenvolvimento tecnicamente adequado de um projeto de grande obra de drenagem urbana.

A escolha do Método Delphi como base para essa pesquisa proporciona um sistema bem estruturado para a coleta das percepções dos especialistas. Isso ajuda a obter perspectivas abrangentes e a evitar influências dominantes, conforme recomendado por Skulmoski, Hartman e Krahn (2007). Por meio dessa metodologia, foi possível construir uma visão holística das percepções dos especialistas em relação aos parâmetros mais relevantes e suas respectivas ponderações. Isso resulta em uma avaliação sólida e completa dos desafios técnicos em projetos dessa natureza.

A abordagem de consultar especialistas de diferentes áreas geográficas, aliada à análise estatística e de sensibilidade, permitiu o desenvolvimento de uma ferramenta abrangente e regionalizável. Isso possibilitou analisar como diferentes localidades ou regiões percebem os desafios técnicos em projetos de grandes obras de drenagem urbana. Essa abordagem diferenciada pode ajudar a identificar quais desafios são mais relevantes em diferentes contextos geográficos.

Foram utilizados dois métodos distintos para a coleta de dados e informações dos especialistas. O primeiro método seguiu o padrão recomendado por Saaty (1990). O segundo método é uma adaptação de "Processo de Hierarquia Analítica (AHP) usando a escala de julgamento da raiz quadrada de Harker e Vargas (1987) adaptado em uma

abordagem estendida de Zuffo (2011)" mencionado por Daibert (2021). As abordagens adotadas para interagir com os especialistas seguiram um padrão consistente. Iniciou-se com a apresentação de elementos introdutórios e contextuais, visando imergir os especialistas na temática e destacar a relevância da pesquisa.

O Método 1, já consolidado pela metodologia AHP, é baseado na análise por pares, onde os elementos são estruturados matricialmente por linhas e colunas (de acordo com a Tabela 1 e o Quadro 2.). O Método 2 é mais objetivo já que é baseado somente na atribuição dos pesos.

6.2.1. Método 1 (preenchimento da “Planilha Interativa” AHP)

A primeira etapa de interação com os especialistas ocorreu por meio do preenchimento da “Planilha Interativa”, onde a primeira aba desta planilha contém uma breve apresentação da pesquisa. Na segunda aba foram apresentadas as instruções detalhadas sobre como utilizá-la de maneira eficaz. Na terceira aba foi designada para que os especialistas expressassem suas opiniões sobre a relevância dos 26 parâmetros identificados nas 4 dimensões estudadas. Na terceira aba da planilha, foi solicitado que os especialistas prenchessem uma matriz de comparação de pares, seguindo o método desenvolvido e aprimorado por Saaty (2008) (Tabela 1 e Quadro 2). Além da análise por pares entre os parâmetros, ao final os especialistas foram convidados a avaliar as interrelações entre as 4 dimensões propostas, aonde atribuíram pesos a essas dimensões com base em sua percepção de suas respectivas importâncias.

Na quarta aba, os especialistas foram motivados a sugerir novos parâmetros, caso considerassem pertinente. Cada parâmetro sugerido veio acompanhado de seu respectivo objetivo em relação à adequação técnica em projetos de grandes obras de drenagem urbana.

De acordo com o método, caso os resultados da primeira rodada demonstrem que os parâmetros adicionados pelos especialistas são essenciais e devem ser incorporados ao estudo, uma nova rodada deve realizada com o mesmo propósito: coletar as visões dos especialistas sobre a relevância de cada parâmetro.

As respostas obtidas foram reunidas e submetidas a um tratamento estatístico para identificar áreas de concordância e não concordância entre os especialistas.

Na análise verifica-se a concordância do resultado de Peso AHP (vetor prioridade) da “Planilha Interativa” entre os parâmetros em cada dimensão e entre as dimensões.

Não existem faixas de valores tidos como corretos ou de referência para cada parâmetro ou dimensão. Assim, os valores podem variar bruscamente, dependendo da complexidade, subjetividade, experiência e currículo do especialista consultado.

A dispersão dos dados foi analisada por meio da amplitude entre valores máximos e mínimos. Por meio da análise estatística foram verificados os quartis e optou-se pela amplitude interquartil como referência para análise, por desconsiderar possíveis valores desconexos (*outliers*). Esta amplitude é medida pela diferença entre 3º e 1º quartil. Maiores amplitudes representam parâmetros controversos. Menos amplitudes representam maior concordância sobre o grau de importância do parâmetro ou dimensão.

Outra maneira de analisar concordâncias se deu por meio do ranqueamento/ordenamento dos parâmetros e dimensões, para cada especialista, onde a recorrência de parâmetros entre determinadas posições ou faixas de posições, indicou concordância.

Diante dos valores alcançados, o valor final utilizado foi a mediana (2º quartil) das respostas, ajustada proporcionalmente ao somatório igual a 1 dos pesos AHP, chamada aqui de mediana normalizada, pois retrata melhor o grau de importância dos parâmetros.

Uma etapa subsequente pode ser realizada no caso de haver parâmetros e dimensões que não atinjam concordância, onde os especialistas têm acesso aos resultados agregados da rodada anterior, o que lhes permitirá revisar e ajustar suas opiniões à luz das perspectivas dos demais participantes. Esse ciclo iterativo continua até que um consenso substancial seja alcançado em relação à relevância de cada parâmetro.

Considerando o número inicial de dimensões e parâmetros propostos para o estudo, este método resultou em um total de 83 interações entre os especialistas consultados e o preenchimento das informações na “Planilha Interativa” pela análise por pares. Esse processo iterativo e colaborativo permitiu uma análise abrangente e fundamentada das percepções dos especialistas, culminando em uma representação mais precisa e refinada dos parâmetros relevantes para a avaliação da adequação técnica em projetos de grandes obras de drenagem urbana.

6.2.2. Método 2 (atribuição de pesos e “abordagem estendida” AHP)

O estudo de Daibert (2021) introduz o conceito de "Processo de Hierarquia Analítica (AHP) usando a escala de julgamento da raiz quadrada de Harker e Vargas (1987) adaptado em uma abordagem estendida de Zuffo (2011)" em seu trabalho. Zuffo (2011) investiga a aplicação da aritmética fuzzy para lidar com critérios subjetivos no contexto do planejamento de recursos hídricos. Segundo o autor, a aritmética fuzzy é uma ferramenta que permite lidar com critérios subjetivos ao permitir a adoção de critérios mais abstratos ou com intervalos de variação representativos. Isso contribui para uma interpretação mais refinada do problema, bem como para o reconhecimento da incerteza subjacente. A aritmética fuzzy é especialmente útil em situações onde a incerteza é alta, como em problemas de planejamento de recursos hídricos.

Zuffo (2011) destaca que a aritmética fuzzy torna possível considerar critérios que não possuem dados precisos ou cuja interpretação depende do conhecimento de especialistas. A aplicação da aritmética fuzzy em métodos multicriteriais envolve a adaptação de métodos existentes e a introdução de modificações específicas para lidar com a subjetividade e a incerteza dos critérios.

Diante da definição de pesos para cada elemento consultado no estudo, realiza-se uma análise por pares fundamentada em matemática simples, dentro de escalas compatíveis.

Conforme proposto por Saaty (1990), a medição absoluta é empregada quando é necessário medir os elementos de cada critério com base em uma escala conceitual. Isso envolve a definição de graus conceituais, como excelente, muito bom, bom, médio, regular e ruim. A comparação pareada das escalas com base em cada critério resulta na atribuição de pesos a cada elemento da escala. A montagem da matriz de julgamento segue uma ordem do melhor para o pior, organizando os elementos em colunas da direita para a esquerda e em linhas de cima para baixo.

Satty (2005) sugere combinar o AHP com a medição absoluta como solução para considerar a incerteza. Daibert (2021) adapta o método de coleta de dados por meio de um questionário. O questionário é estruturado de acordo com as dimensões e parâmetros identificados previamente no estudo. Cada bloco do questionário aborda os parâmetros de uma dimensão específica. Os especialistas são questionados sobre a relevância de cada parâmetro para a dimensão, atribuindo valores de 1 a 9 compatibilizados com a Escala de fundamental de Saaty (2008), onde 1 representa menos

importância e 9 representa mais importância. Isso permite uma classificação dos parâmetros.

Os dados coletados foram tabulados e organizados com base nas hierarquias estabelecidas pelos especialistas. Como alusão aos cálculos e testes matemáticos afim de reproduzir resultados de Daibert (2021), os dados são então organizados de acordo com uma estrutura apresentada no Quadro 12, que exibe um exemplo hipotético de organização dos dados de como cozinhar arroz.

Quadro 12. Exemplo hipotético da estruturação dos dados utilizando o Método 2.

| Linha 1 | Critérios/parâmetros | Arroz | Fogão | Gás | Panela | Água | Sal | Colher | | | | |
|----------|--|--------------|--------------|--------------------|--------|-------|-------|--------|--|--|--|--|
| Linha 2 | Peso | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | | | | |
| Linha 3 | Arroz | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | |
| Linha 4 | Fogão | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | | |
| Linha 5 | Gás | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | |
| Linha 6 | Panela | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| Linha 7 | Água | | | | | 1 | 2 | 3 | | | | |
| Linha 8 | Sal | | | | | | 1 | 2 | | | | |
| Linha 9 | Colher | | | | | | | 1 | | | | |
| Linha 10 | Arroz | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | |
| Linha 11 | Fogão | 0,50 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | | |
| Linha 12 | Gás | 0,33 | 0,50 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | |
| Linha 13 | Panela | 0,25 | 0,33 | 0,50 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| Linha 14 | Água | 0,20 | 0,25 | 0,33 | 0,50 | 1 | 2 | 3 | | | | |
| Linha 15 | Sal | 0,17 | 0,20 | 0,25 | 0,33 | 0,50 | 1 | 2 | | | | |
| Linha 16 | Colher | 0,14 | 0,17 | 0,20 | 0,25 | 0,33 | 0,50 | 1 | | | | |
| Linha 17 | Σ | 2,59 | 4,45 | 7,28 | 11,08 | 15,83 | 21,50 | 28 | | | | |
| Linha 18 | Arroz | 0,39 | 0,45 | 0,41 | 0,36 | 0,32 | 0,28 | 0,25 | | | | |
| Linha 19 | Fogão | 0,19 | 0,22 | 0,27 | 0,27 | 0,25 | 0,23 | 0,21 | | | | |
| Linha 20 | Gás | 0,13 | 0,11 | 0,14 | 0,18 | 0,19 | 0,19 | 0,18 | | | | |
| Linha 21 | Panela | 0,10 | 0,07 | 0,07 | 0,09 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | | | | |
| Linha 22 | Água | 0,08 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,09 | 0,11 | | | | |
| Linha 23 | Sal | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | | | | |
| Linha 24 | Colher | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | | | | |
| Linha 25 | Critérios/parâmetros | Média | Vetor | Vetor/Média | | | | | | | | |
| Linha 26 | Arroz | 0,35 | 2,57 | 7,34 | | | | | | | | |
| Linha 27 | Fogão | 0,24 | 1,75 | 7,36 | | | | | | | | |
| Linha 28 | Gás | 0,16 | 1,16 | 7,29 | | | | | | | | |
| Linha 29 | Panela | 0,11 | 0,76 | 7,17 | | | | | | | | |
| Linha 30 | Água | 0,07 | 0,49 | 7,07 | | | | | | | | |
| Linha 31 | Sal | 0,05 | 0,33 | 7,05 | | | | | | | | |
| Linha 32 | Colher | 0,03 | 0,23 | 7,10 | | | | | | | | |
| Linha 33 | Lmax | 7,197 | | | | | | | | | | |
| Linha 34 | IR tabelado* | | | | | | | | | | | |
| Linha 35 | IC | | | | | | | | | | | |
| Linha 36 | RC | | | | | | | | | | | |
| Linha 37 | RC < 0,10 = Julgamentos Consistentes | | | | | | | | | | | |

Fonte: adaptado de Daibert (2021). *Saaty (1987).

No exemplo, os itens mais importantes para o preparo de arroz cozido foram definidos por meio do método Delphi, com pesos atribuídos pelos especialistas e tratamento estatístico. Os valores foram ajustados de acordo com a Escala de fundamental de Saaty (2008). A abordagem matemática utilizada preenche os valores na matriz de comparação com base em equações proporcionais.

Na linha 2 apresentam-se os resultados do Delphi após a atribuição de pesos pelos especialistas e do tratamento estatístico, já ranqueados entre o mais importante ao menos importante.

Na linha 3, o peso do item “arroz” é 10 e o peso do item “fogão” é 9, significa que o primeiro foi considerado mais importante que o segundo. Segundo a lógica da Escala de fundamental de Saaty (2008) onde o valor 1 representa “igual importância” e 9 representa “extremamente mais importante” os valores foram ajustados, na mesma escala de grandeza e proporcionalidade, de acordo com Equação 4

$$V_c = (P_l - P_c) + 1 \quad (4)$$

Em que: V_c é o valor da célula na matriz de comparação; P_l é o peso do item referente a linha; e P_c é o peso do item referente a coluna.

Essa abordagem matemática foi adotada para preencher os valores entre as células da linha 3 a linha 8. A partir da linha 11, o preenchimento do quadro segue a metodologia padrão da AHP, consolidado por Saaty (2008), apresentado na Metodologia deste estudo.

Caso os resultados da primeira rodada demonstrem que os parâmetros adicionados pelos especialistas são essenciais e devem ser incorporados ao estudo, uma nova rodada será realizada com o mesmo propósito: coletar as visões dos especialistas sobre a relevância de cada parâmetro.

As respostas obtidas foram reunidas e submetidas a um tratamento estatístico para identificar áreas de concordância e discordância entre os especialistas.

Como concordância das respostas obtidas pelos especialistas, os resultados são analisados de acordo com os pesos de 1 a 9, sendo valores mais próximos de 1 considerados como parâmetro menos influentes e valores mais próximos de 9 considerados como parâmetro mais influentes. Quando o especialista julgar o parâmetro

como não influente, seu valor será 0. Resultados notoriamente discrepantes foram desconsiderados.

Para as respostas numéricas na escala de 1 a 9 também foram estabelecidos agrupamentos, onde valores 7, 8 e 9 representam parâmetros mais influentes; valores de 4, 5 e 6 representam parâmetros influentes e valores de 1, 2 e 3 representam parâmetros menos influentes. Este agrupamento corrobora com a redução na escala de subjetividade e flexibilidade às respostas dos especialistas.

A depender da complexidade do elemento técnico analisado, torna-se muito subjetivo estabelecer parametria para definir que um item consolidadamente importante tem peso 7 para um especialista e peso 9 para outro, por exemplo.

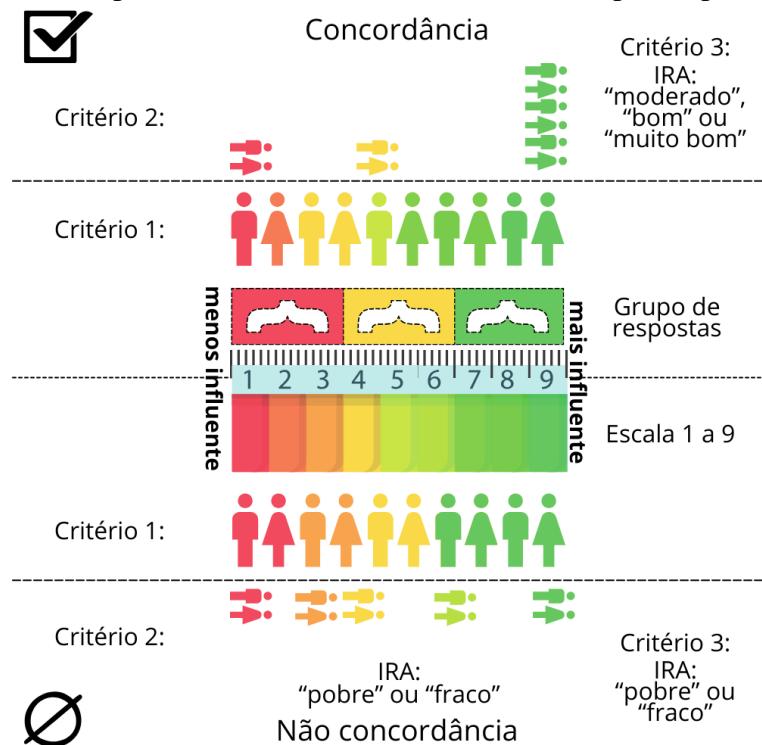
O “Questionário Online” aplicado teve por proposta buscar informações de maneira mais objetivas para estabelecer pesos a serem atribuídos ao modelo proposto para avaliação.

Como já mencionado, autores como Williams e Webb (1994) e Castro e Rezende (2009) afirmam que o nível mínimo de consenso entre os especialistas deve ser uma variação entre 50 e 80%. Neste estudo foi adotado um consenso maior que 50%, considerando a limitação da subjetividade e complexidade da incorporação de algumas dimensões ou parâmetros à realidade de cada especialista consultado. Esta flexibilidade se dá justamente pela falta de normativas para projetos de drenagem urbana no Brasil.

Lynn (1986), pioneiro em estudos para determinação da validade de conteúdo de pesquisas, informa que a interpretação dos resultados coletados varia de acordo com a quantidade de especialista que julgaram cada item.

Foram considerados três critérios para analisar a concordância das respostas para o Método 2 por ser mais direto e objetivo, conforme ilustra-se na Figura 2.

Figura 2. Critérios para concordância/discordância das respostas para o Método 2.



Fonte: Autor, 2024.

- Critério 1:

Quando 50% dos especialistas mais 1 convergirem a mesma resposta ou ao mesmo grupo de respostas, o resultado é considerado consensual ou concordante. Onde, por exemplo, em um universo de 100 especialistas, para que haja concordância, pelo menos 51 deles devem apresentar respostas no mesmo grupo.

- Critério 2:

O segundo critério verificou a concordância por meio dos 1º e 3º quartis do grupo de resultados, onde ao analisar os grupos de respostas, 50% dos especialistas mais 1 devem convergir aos valores entre estes quartis.

- Critério 3:

Medidas de concordância como o Índice de Validade de Conteúdo (IVC) não se adequam a necessidade desta pesquisa, por uso de uma escala Likert de grau de confiança (SOUZA; TURRINI, 2012), que varia entre discordância plena e concordância plena, diferentemente da escala proposta para atribuição de pesos às dimensões e parâmetros. Outra limitação do IVC é que ele não aponta a convergência dos dados por não ser calculado com base na sua variância.

Neste estudo optou-se pelo *Inter-rater Agreement* (IRA), também conhecido como Índice de Concordância entre Avaliadores ou Teste de Fidedignidade, que leva em consideração a variância entre as respostas dos especialistas, o tamanho da amostra e possibilidade de resposta (ALTMAN, 1990; JAMES; DEMAREE; WOLF, 1993; BELLUCCI JÚNIOR & MATSUDA, 2012).

Para uso em escalas de item único, James, Demaree e Wolf (1984) introduziram a estatística IRA comumente usada, e talvez a mais onipresente, conhecida como rwg . Esta estatística é uma função de dois valores: a variância observada nas classificações dos juízes (denotada como S^2_x) e a variação nas classificações dos juízes se suas classificações fossem aleatórias (denotadas como σ^2 e na sua forma geral, referida como distribuição nula).

A distribuição retangular ou uniforme é aparentemente padrão na maioria das pesquisas e calculada conforme Equação 5, apresentada por Mood, Graybill e Boes (1974):

$$\sigma_{EU}^2 = (A^2 - 1)/12 \quad (5)$$

Em que A é o número de alternativas de resposta. Esta distribuição produz a variância obtida se cada resposta tivesse igual probabilidade de ser selecionada.

A variância observada nas classificações dos especialistas sobre um único item pode ser comparada com este índice de resposta completamente aleatória para determinar a proporção da variância do erro presente nas classificações como proporção da variação aleatória das classificações dos especialistas (Equação 6):

$$S_x^2 / \sigma_{EU}^2 \quad (6)$$

Se o valor desta proporção da variância do erro nas classificações dos especialistas for subtraído de 1, a variância restante pode ser interpretada como a proporção da variância devida à concordância. Assim, a IRA para escalas de item único pode se apresentar conforme Equação 7:

$$rwg = 1 - (S_x^2 / \sigma_{EU}^2) \quad (7)$$

Em que rwg é a confiabilidade do medidor dentro do grupo para um grupo especialistas em um único item; S_x^2 é a variância observada entre as respostas.

James, Demaree e Wolf (1984) sugeriram que valores inadmissíveis (*outliers*) podem ser resultado de um erro de amostragem. Um procedimento recomendado é retirar os valores inadmissíveis do conjunto de dados (JAMES; DEMAREE; WOLF, 1993). No entanto, esta pode ser uma heurística indesejável, porque resulta em informação perdida (LINDELL; BRANDT, 1999, 2000; BROWN; HAUENSTEIN, 2005).

De acordo com Altman (1990), a força de consenso dada pela escala de confiabilidade do IRA é: < 0,20 para “pobre”; 0,21 – 0,40 para “fraco”; 0,41 – 0,60 para “moderado”; 0,61 – 0,80 para “bom” e 0,81 – 1,00 para “muito bom”.

O método recomenda que uma etapa subsequente seja realizada se houver parâmetros e dimensões que não atingiram concordância, onde os especialistas têm acesso aos resultados agregados da rodada anterior, o que lhes permitirá revisar e ajustar suas opiniões à luz das perspectivas dos demais participantes. Esse ciclo iterativo continua até que um consenso substancial seja alcançado em relação à relevância de cada parâmetro.

Esse método adaptado de coleta de dados resulta em um total de 32 interações entre os especialistas consultados e o preenchimento do “Questionário Online”. Essa abordagem visa simplificar a aplicação numérica de critérios subjetivos, permitindo que a imprecisão dos dados seja considerada e avaliada de forma adequada.

6.2.3. Perguntas-síntese para a análise do parâmetro sobre projetos

No âmbito acadêmico, o conceito de "pergunta-síntese" refere-se a uma abordagem metodológica que envolve a formulação de questionamentos precisos e abrangentes, destinados a explorar de maneira direcionada um determinado aspecto ou dimensão de interesse em um projeto de pesquisa ou estudo. Essas perguntas são construídas para compreender a essência de um tópico específico, resumindo as questões mais relevantes e essenciais associadas a esse tema.

Segundo Eco (2015), a formulação de perguntas adequadas é essencial para definir os contornos do conhecimento que se deseja adquirir. Isso ressalta a necessidade de criar perguntas-síntese que abordem a essência da questão e evitem ambiguidades, garantindo que a pesquisa e o processo avaliativo se concentrem em aspectos fundamentais.

Creswell (2014) enfatiza a importância de desenvolver perguntas de pesquisa específicas e bem formuladas para orientar a metodologia e a coleta de dados. Esse enfoque reflete a utilidade das perguntas-síntese, que delimitam o escopo da investigação de forma precisa, contribuindo para a obtenção de resultados relevantes e significativos.

Para este estudo, onde os parâmetros abrangem diversos aspectos importantes para a análise e desenvolvimento técnico de projetos para grandes obras de drenagem urbana, cada pergunta-síntese foi formulada de maneira precisa e direcionada, buscando entender como cada parâmetro é abordado no projeto, bem como sua relevância, afetação e impacto, conforme apresenta-se no Quadro 13.

Quadro 13. Parâmetros e suas respectivas perguntas-síntese.

| N. | Parâmetro | Perguntas-síntese |
|----|--|--|
| 1 | Estudos de viabilidade | Foram realizados estudos preliminares de viabilidade técnica? Quais aspectos foram analisados? Qual a conclusão desses estudos? |
| 2 | Projeto técnico | O projeto técnico está detalhado, claro e preciso? Ele abrange todas as etapas necessárias? Atende às normas e regulamentações técnicas aplicáveis? |
| 3 | Tecnologias e métodos utilizados | As tecnologias e métodos propostos são adequados para resolver os problemas identificados? |
| 4 | Compatibilidade com a infraestrutura existente | O projeto é compatível com a infraestrutura existente na área de intervenção? Considera as conexões e ajustes necessários? |
| 5 | Impacto ambiental | Quais são os impactos ambientais do projeto? Quais medidas estão sendo adotadas para minimizá-los? |
| 6 | Cronograma e prazos | O cronograma proposto é realista? Os prazos são compatíveis com as etapas do projeto e com os recursos disponíveis? |
| 7 | Capacidade de operação e manutenção | O projeto dispõe de planejamento para operação e manutenção? As tecnologias utilizadas são duráveis, de fácil manutenção e adequados às condições locais? |
| 8 | Licenciamentos e autorizações | Quais são os órgãos reguladores e entidades responsáveis por conceder as licenças e autorizações do projeto? Foram identificadas possíveis restrições ou obstáculos que podem afetar a obtenção dessas licenças? |
| 9 | Custo de construção | A estimativa de custos é coerente a natureza do projeto? Existe detalhamento orçamentário para todos os itens que compõem a construção? |
| 10 | Custo de operação e manutenção | Quais são os gastos recorrentes associados à operação, manutenção e monitoramento dos sistemas? Como eles foram calculados? |
| 11 | Custo de desapropriação | Quais são os gastos relacionados à desapropriação de terrenos necessários para o projeto? Como esses custos foram estimados? |
| 12 | Custo de remediação ambiental | Quais são os gastos previstos para lidar com a remediação de impactos ambientais? Como esses custos foram planejados? |

| N. | Parâmetro | Perguntas-síntese |
|----|---|--|
| 13 | Custo de monitoramento e controle | Quais são os gastos para implementar sistemas de monitoramento e controle? Como esses custos foram considerados no projeto? |
| 14 | Custo de contingências e incertezas | Como o projeto prevê gastos adicionais para lidar com situações imprevistas e riscos? Os riscos foram avaliados de acordo com sua probabilidade de ocorrência e seu impacto potencial ao projeto? |
| 15 | Redução do tempo de alagamento | As estratégias para reduzir o tempo de alagamento adotadas no projeto produziram capacidade de resposta ao sistema de drenagem? Foram implementadas medidas para evitar obstruções em pontos críticos do sistema de drenagem? |
| 16 | Redução do volume de água acumulada | O projeto considera a capacidade de captação, armazenamento e escoamento das águas pluviais de forma eficiente? A capacidade de drenagem do sistema foi dimensionada de acordo com as características hidrológicas da região? Os cenários de chuva e marés foram considerados? O projeto incorpora práticas de retenção e infiltração de água, como o uso de pavimentos permeáveis e áreas verdes? |
| 17 | Prevenção de alagamentos | As tecnologias incorporadas ao projeto são adequadas para minimizar a ocorrência de alagamentos em áreas críticas? |
| 18 | Melhoria do escoamento das águas pluviais | As intervenções destinadas a aprimorar o escoamento das águas pluviais garantem impacto positivo para escoamento mais eficiente? |
| 19 | Gestão sustentável da água | Como projeto incorpora tecnologias para aproveitamento e reutilização de águas pluviais? Em quais áreas são implementadas práticas de conservação do solo e vegetação que contribuem para a infiltração e recarga dos aquíferos? |
| 20 | Sustentabilidade energética | O projeto interage com a geração de energia a partir de fontes renováveis? Quais tecnologias específicas estão sendo empregadas para sustentabilidade energética? |
| 21 | Sistemas de drenagem sustentável | Como o projeto implementa técnicas de drenagem sustentável? Onde essas técnicas serão aplicadas? |
| 22 | Preservação de áreas naturais | Como o projeto considera a preservação e restauração de áreas naturais? Quais áreas serão preservadas? |
| 23 | Tratamento de águas pluviais urbanas | Quais tecnologias de tratamento estão sendo adotadas? Como elas demonstram eficácia na remoção de poluentes e na melhoria da qualidade da água? |
| 24 | Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | Onde e de que maneira a incorporação de tecnologias avançadas, como automação, controle, sensoriamento, SIG, modelagem, simulação e tecnologias de comunicação, foram incorporadas ao projeto? |
| 25 | Incremento de novos materiais | Quais materiais alternativos foram incorporados ao projeto? Como este novo material contribui para a eficiência do sistema de drenagem? |
| 26 | Inovações em gestão de resíduos | Como o projeto otimiza processos de coleta, tratamento e disposição de resíduos sólidos urbanos? |

Fonte: Autor, 2024.

No estudo as perguntas-síntese têm a funcionalidade de elucidar ao especialista consultado, igualmente ao analista de projetos, de forma intuitiva, caminhos para vislumbrar a relação entre parâmetros e projetos, considerando a complexidade e a abrangência necessárias para a avaliação do desenvolvimento adequado, sob o ponto de vista dos aspectos técnicos, destes projetos.

6.2.4. Critérios para escolha dos especialistas

A seleção adequada de especialistas garantirá qualidade e validade aos resultados da pesquisa. Para a seleção dos especialistas, foram considerados os critérios como expertise técnica e experiência profissional; Produção científica e atuação acadêmica; participação em projetos relevantes; e reconhecimento na comunidade acadêmica e profissional.

Os especialistas selecionados podem possuir conhecimento técnico sólido nas áreas de engenharia civil, saneamento ambiental, drenagem urbana e projetos de infraestrutura, onde a experiência profissional prévia em projetos de drenagem urbana foi valorizada.

Foi dada preferência a especialistas que tenham contribuído ativamente para a produção científica relacionada a drenagem urbana e infraestrutura. Especialistas que tenham participado ativamente de projetos de grande escala relacionados a drenagem urbana e infraestrutura tiveram sua experiência prática levada em consideração. Especialistas reconhecidos pela comunidade acadêmica e profissional como referências em drenagem urbana e infraestrutura tiveram relevância na seleção.

Autores como Loucks e Beek (2017) ressaltam a importância da expertise dos especialistas em estudos que envolvem recursos hídricos e sistemas de drenagem, considerando que suas contribuições são fundamentais para a tomada de decisões e resolução de problemas complexos. Além disso, estudos como o de Nel, Mativenga e Marnewick (2022) enfatizam que a escolha criteriosa de especialistas garante a robustez dos resultados e a qualidade das análises realizadas.

A seleção dos especialistas foi conduzida com rigor, visando garantir que o conhecimento técnico, científico e prático dos participantes contribua significativamente para o avanço das investigações sobre os entraves técnicos em projetos de grandes obras de drenagem urbana.

6.2.5. Quantidade de especialistas consultados

Para Nathens et al. (2003), o Método Delphi não necessita de uma quantidade específica de especialistas para participar da consulta, em que Facione (1990) enfatiza que a técnica não é uma questão de contar votos ou meramente apresentar dados quantitativos.

Lynn (1986) deixa claro que a quantidade de especialistas participantes dependerá de quantos experts podem ser identificados, quantos são acessíveis e concordam em participar. Coutinho et al. (2013) identificaram pesquisas com uma variação de 6 a 305 juízes especialistas participantes.

O número de especialistas encontrado na literatura é muito variado (POWELL, 2003). Autores como Grisham (2009) e Osborne et al. (2003) indicam que um número ótimo de especialistas não deve ser inferior a 10; já para Pareja (2003) o número mínimo é de 4 ou 5 especialistas.

Coutinho et al. (2013), que realizaram uma revisão sistemática da literatura acerca da Técnica Delphi, sugerem que a decisão quanto ao número de juízes participantes irá variar com a natureza do objeto de estudo, o qual pode indicar uma disponibilidade maior ou menor de pessoas.

6.2.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA E DE SENSIBILIDADE

A investigação das relações entre as variáveis foi conduzida por meio de análise estatística, com o objetivo de identificar correlações significativas. Com o intuito de compreender como as variações nos parâmetros influenciam nos desafios técnicos, a análise de regressão foi realizada. Essa abordagem metodológica encontra apoio na literatura estatística (WASSERMAN, 2010; HARRELL JR., 2015; WOOLDRIDGE, 2023), que fornece as bases teóricas necessárias para uma análise sólida e fundamentada.

A análise de sensibilidade, que complementa a análise estatística, acrescenta uma abordagem mais aprofundada à investigação. Por meio dessa abordagem, foram avaliados os efeitos das variações nos parâmetros nos resultados do modelo, permitindo uma avaliação da sensibilidade do sistema a essas mudanças. Diversos autores, como Saltelli et al. (2000) e Wieckowski e Satabun (2023), respaldam esse procedimento. Eles

argumentam que a análise de sensibilidade é uma ferramenta útil para compreender o comportamento de sistemas complexos. Além disso, ela auxilia na identificação dos parâmetros mais influentes nos resultados do modelo e na avaliação de como o sistema reage às alterações nesses parâmetros. Isso, por sua vez, pode oferecer percepções valiosas para tomadores de decisão envolvidos no planejamento, projeto, implementação, gestão e avaliação de sistemas complexos.

Ao avaliar a sensibilidade em relação às mudanças nos julgamentos, conforme destacado por Rivas (2016), é possível analisar os limites mínimos e máximos pelos quais os pesos dos parâmetros podem ser modificados sem que haja alterações na hierarquia das alternativas. Esse tipo de análise ajuda a compreender até que ponto as variações nos julgamentos podem afetar os resultados finais, oferecendo uma visão mais precisa da robustez das conclusões obtidas.

Análise de sensibilidade, na análise de resultados alcançados, consiste em se conhecer o modelo desenvolvido e compreender o que acontece com os resultados a medida que as variáveis são alteradas.

6.3. DESENVOLVIMENTO E TESTE DA METODOLOGIA

Nesta fase, a pesquisa se concentrou na síntese dos dados coletados para criar a ferramenta capaz de gerar valores de referência categorizados por meio da combinação dos resultados obtidos pelos métodos Delphi e AHP.

A metodologia visa identificar, entre os parâmetros analisados, aqueles que mais influenciam à adequação técnica dos projetos futuros. Isso significa que a metodologia deve considerar que quanto menos desafios técnicos estiverem presentes nos projetos, mais suave será o seu desenvolvimento.

A resposta final da metodologia para avaliação da adequação técnica dos projetos de grandes obras de drenagem foi classificá-los em quatro faixas: "Tecnicamente inadequado", "Abaixo do tecnicamente adequado", "Tecnicamente adequado" e "Acima do tecnicamente adequado". Essas categorias foram determinadas por meio da análise estatística dos dados obtidos.

A classificação "Tecnicamente inadequado" indica a necessidade de uma reestruturação ou reformulação do projeto, pois ele não atende aos padrões esperados e não satisfaz os parâmetros estabelecidos.

A classificação "Abaixo do tecnicamente adequado" indica a necessidade de ajustes viáveis para alcançar a adequação do projeto. Nesse caso, o projeto possui algumas qualidades aceitáveis, mas ainda não atingiu o nível desejado de adequação técnica.

A classificação "Tecnicamente adequado" indica que o projeto está seguro para ser desenvolvido. Ele atende satisfatoriamente aos parâmetros estabelecidos, embora ainda possa ter espaço para melhorias.

A classificação "Acima do tecnicamente adequado" indica que o projeto excede os critérios mínimos de adequação técnica e demonstra um desempenho positivo em relação aos padrões estabelecidos.

O refinamento dos papéis dos parâmetros e seus impactos nos resultados da análise dos projetos tem como consequência a análise de sensibilidade. A aplicação dessa análise permite que a metodologia avalie como ela se comporta diante da incorporação de variações nos parâmetros. Isso contribui para uma compreensão mais aprofundada das interações entre os parâmetros e os resultados, enriquecendo a capacidade de avaliação da metodologia.

Essa combinação que resultou na classificação para projetos de grandes obras de drenagem urbana como tecnicamente satisfatórios ou não, para avaliação da adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana, parte da equiparação/atribuição de notas de 1 a 9 para cada parâmetro estudado.

Uma escala relativa de 1 a 9 pode imputar subjetividade à análise a depender do perfil do avaliador e das complidades envolvidas na estruturação do projeto. Assim, é necessário que a justificativa para cada conjunto de notas de cada parâmetro analisado seja claramente definida.

A atribuição de notas ainda pode ser considerada nesta etapa do estudo como subjetiva, porém, deve ser explorada a fim de se contornar incertezas e garantir clareza no processo avaliativo.

6.4. CRITÉRIOS PARA ATRIBUIÇÃO DE NOTAS NO PROCESSO DE AVALIAÇÃO

O estabelecimento de critérios claros para atribuição de notas a cada parâmetro analisado na avaliação da adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem

urbana é um passo essencial para o desempenho adequado da proposta metodológica. Esses critérios quando bem definidos garantem direcionamento adequado a avaliação, inerente a quem seja o avaliador.

Inicialmente indica-se que parâmetros que não tenham aplicação direta ou indireta ao projeto avaliado devem receber nota 9, como medida de não interferência numérica a avaliação. Exemplo, um projeto implementado em área extremamente urbanizada, pode implementar novas áreas e tecnologias verdes, porém, não tem condições de preservar áreas naturais. Assim, o parâmetro “Preservação de áreas naturais” deverá receber nota 9.

6.4.1. "Estudo de viabilidade"

A atribuição de notas para o parâmetro "Estudos de viabilidade" em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base na presença e na qualidade dos estudos preliminares e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 14.

Quadro 14. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Viabilidade técnica”.

| Nota | Critério |
|------|---|
| 1 | Ausência total de estudos de viabilidade. Estudos realizados de forma inadequada ou negligenciada. Falta de análise técnica abrangente, não considerando aspectos críticos como capacidade hidráulica, estabilidade do solo ou recursos hídricos. |
| 2 | Estudos preliminares foram mínimos ou muito superficiais. Análises parciais sem profundidade técnica necessária. Falta de realização por profissionais qualificados. |
| 3 | Estudos de viabilidade realizados, mas de maneira limitada. Análises não abordam todos os aspectos relevantes. Conclusões pouco claras ou insuficientemente fundamentadas. |
| 4 | Estudos de viabilidade foram feitos, porém com lacunas. Algumas áreas importantes foram analisadas, mas de forma superficial. Conclusões não totalmente favoráveis ao projeto. |
| 5 | Estudos de viabilidade razoáveis, porém, com certas falhas. Análises compreensivas, mas com ressalvas em áreas específicas. Conclusões mistas, algumas favoráveis e outras não tão convincentes. |
| 6 | Estudos bem conduzidos em sua maioria, mas com áreas menos exploradas. Análises técnicas detalhadas em algumas áreas, mas com lacunas em outras. Conclusões favoráveis com algumas incertezas significativas. |
| 7 | Estudos de viabilidade abrangentes e bem conduzidos. Análises técnicas detalhadas e completas. Conclusões claras e favoráveis à implementação do projeto. |
| 8 | Estudos excelentes, exaustivos e detalhados em todas as áreas. Análises técnicas profundas, considerando todos os aspectos relevantes. Conclusões fortemente favoráveis, respaldadas por evidências sólidas e abordagem abrangente. |
| 9 | Estudos excepcionais, considerando todos os detalhes e possíveis cenários. Análises técnicas excepcionalmente abrangentes e profundas. Conclusões altamente favoráveis e robustas, sem lacunas ou incertezas significativas. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.2. "Projeto técnico"

A atribuição de notas para o parâmetro "Projeto técnico" em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de detalhamento e qualidade do projeto apresentado e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 15.

Quadro 15. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro "Projeto técnico".

| Nota | Critério |
|------|---|
| 1 | Ausência total de projeto técnico. Falta de documentação relevante ou estruturação superficial do projeto. Inexistência de detalhamento ou planejamento das etapas necessárias. |
| 2 | Projeto técnico mínimo ou extremamente superficial. Falta de clareza ou precisão nas informações apresentadas. Ausência de especificações técnicas relevantes. |
| 3 | Projeto técnico limitado ou pouco detalhado. Falta de consideração em relação a algumas etapas essenciais do projeto. Algumas partes do projeto não estão em conformidade com as normas técnicas. |
| 4 | Projeto técnico com certo nível de detalhamento, porém, com lacunas. Alguns aspectos detalhados, mas outros ainda superficiais. Atende parcialmente as normas técnicas, mas com algumas áreas sem conformidade. |
| 5 | Projeto técnico razoável, mas com algumas falhas na abordagem. Maior detalhamento em certos aspectos, mas com inconsistências em outros. Conformidade parcial com as normas técnicas, porém com ressalvas em áreas específicas. |
| 6 | Projeto técnico bem elaborado, mas com áreas menos exploradas. Detalhamento técnico em alguns aspectos, mas lacunas em outros. Conformidade em parte das normas técnicas, mas com algumas incertezas. |
| 7 | Projeto técnico abrangente e bem estruturado. Detalhamento técnico consistente em todas as etapas do projeto. Conformidade geral com as normas e regulamentações técnicas aplicáveis. |
| 8 | Projeto técnico excelente, com profundidade e clareza em todos os aspectos. Detalhamento técnico excepcional e preciso em todas as áreas. Conformidade plena com todas as normas e regulamentações técnicas. |
| 9 | Projeto técnico excepcional, considerando todos os detalhes e variáveis. Detalhamento técnico extraordinário, sem lacunas ou deficiências. Total conformidade com todas as normas técnicas e regulamentações aplicáveis. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.3. "Tecnologias e métodos utilizados"

A atribuição de notas para o parâmetro "Tecnologias e métodos utilizados" em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação das tecnologias e métodos propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 16.

Quadro 16. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Tecnologias e métodos utilizados”.

| Nota | Critério |
|------|---|
| 1 | Ausência total de aplicação ou menção de tecnologias e métodos adequados. Propostas inadequadas para as condições locais ou problemas identificados. Falta de referência a inovações ou tecnologias sustentáveis. |
| 2 | Mencionados apenas métodos e tecnologias básicas sem detalhes específicos. Pouca ou nenhuma adequação aos problemas específicos de saneamento e drenagem. Não há menção a tecnologias modernas ou sustentáveis. |
| 3 | Utilização limitada de tecnologias ou métodos, com pouca adequação ao contexto local. Falta de referências a tecnologias inovadoras para melhoria da eficiência das obras. Ausência de abordagens sustentáveis no projeto. |
| 4 | Apresentação de algumas tecnologias e métodos, porém com aplicação limitada. Adequação parcial às condições locais e problemas de saneamento e drenagem. Poucas referências a tecnologias modernas; falta de clareza em sua aplicação. |
| 5 | Algumas tecnologias e métodos propostos, mas com aplicação inconsistente. Apenas moderada adequação ao contexto local e aos problemas identificados. Alguns elementos de inovação, mas sem evidências concretas de sustentabilidade. |
| 6 | Apresentação de variedade de tecnologias e métodos, com aplicação razoável. Boa adequação em alguns aspectos, mas lacunas em outros. Referências a inovações, porém sem abordagem clara sobre sustentabilidade. |
| 7 | Utilização adequada de tecnologias e métodos para solução dos problemas propostos. Boa adaptação ao contexto local; presença de inovações para melhorar a eficiência. Algumas referências a tecnologias sustentáveis, embora sem profundidade na abordagem. |
| 8 | Apresentação de várias tecnologias e métodos, com aplicação consistente. Elevado nível de adequação ao contexto local e às necessidades identificadas. Referências explícitas a inovações e tecnologias sustentáveis em diferentes áreas. |
| 9 | Utilização excepcional de tecnologias e métodos altamente adequados. Total correspondência com as necessidades do contexto; forte abordagem inovadora. Referências claras e profundas a tecnologias sustentáveis e práticas avançadas. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.4. "Compatibilidade com a infraestrutura existente"

A atribuição de notas para o parâmetro "Compatibilidade com a infraestrutura existente" em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 17.

Quadro 17. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Compatibilidade com a infraestrutura existente”.

| Nota | Critério |
|------|--|
| 1 | Falta de consideração ou menção à infraestrutura existente. Ausência de conexões ou ajustes propostos para integração. Potencial para conflitos ou disfunções com infraestruturas pré-existentes. |
| 2 | Referências mínimas ou genéricas à infraestrutura existente. Propostas vagas de conexões ou ajustes sem detalhes específicos. Pouca clareza sobre potenciais conflitos com infraestruturas pré-existentes. |

| Nota | Critério |
|------|--|
| 3 | Alguns detalhes sobre a infraestrutura existente, mas sem profundidade. Propostas parciais de conexões ou ajustes com limitada integração. Pouca análise sobre possíveis conflitos ou disfunções com infraestruturas existentes. |
| 4 | Consideração moderada da infraestrutura existente, com informações superficiais. Propostas de conexões ou ajustes razoáveis, porém com falta de detalhes específicos. Pouco enfoque na integração entre o projeto e infraestruturas pré-existentes. |
| 5 | Alguma análise sobre a infraestrutura existente, porém sem profundidade total. Propostas consistentes de conexões ou ajustes, mas com algumas lacunas. Limitada consideração sobre a integração do projeto com infraestruturas pré-existentes. |
| 6 | Análise satisfatória da infraestrutura existente, mas sem abordagem completa. Propostas 'detalhadas de conexões ou ajustes, mas com necessidade de refinamento. Alguma consideração sobre a integração do projeto com infraestruturas pré-existentes. |
| 7 | Boa análise da infraestrutura existente, com detalhes sobre conexões e ajustes. Propostas claras e abrangentes de integração entre o projeto e infraestruturas pré-existentes. Poucos ou nenhum conflito identificado com a infraestrutura já existente. |
| 8 | Análise abrangente e aprofundada da infraestrutura existente. Propostas altamente detalhadas e refinadas de conexões e ajustes para integração. Abordagem proativa para evitar conflitos ou disfunções com infraestruturas pré-existentes. |
| 9 | Análise excepcionalmente detalhada e abrangente da infraestrutura existente. Propostas altamente refinadas e inovadoras de conexões e ajustes para integração perfeita. Abordagem proativa e estratégica para garantir compatibilidade sem conflitos com infraestruturas existentes. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.5. "Impacto ambiental"

A atribuição de notas para o parâmetro "Impacto ambiental" em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 18.

Quadro 18. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro "Impacto ambiental".

| Nota | Critério |
|------|--|
| 1 | Não há consideração ou menção sobre os impactos ambientais do projeto. Não são apresentadas medidas ou estratégias para minimizar ou mitigar os possíveis impactos ambientais negativos. Não há conformidade com as normas ambientais estabelecidas. |
| 2 | Há menção superficial aos impactos ambientais do projeto, mas sem uma análise adequada ou medidas concretas para mitigá-los. As estratégias propostas são inadequadas ou insuficientes para lidar com os impactos ambientais previstos. |
| 3 | São mencionados alguns impactos ambientais, mas de maneira limitada e sem detalhamento. As estratégias para minimizar os impactos não são suficientes ou não abordam todas as áreas críticas, havendo inconsistências na conformidade com as regulamentações ambientais. |
| 4 | Os impactos ambientais são reconhecidos, mas a análise é parcial ou carece de profundidade em sua avaliação. As medidas propostas para mitigação dos impactos são razoáveis, porém, ainda possuem lacunas ou não abordam todos os aspectos críticos. |
| 5 | Os impactos ambientais são abordados, mas de forma geral e não detalhada. As medidas de mitigação propostas são razoáveis, mas não abrangem todos os possíveis impactos ambientais ou não são completamente eficazes. |

| Nota | Critério |
|------|--|
| 6 | Os impactos ambientais são considerados, com uma análise geral e razoavelmente detalhada. As medidas para mitigação são boas, mas ainda existem aspectos que não foram completamente tratados ou estratégias que precisam de melhorias. |
| 7 | Os impactos ambientais são avaliados de forma abrangente e detalhada. São apresentadas medidas claras e eficazes para minimizar e mitigar os impactos, estando em conformidade com as normas ambientais. |
| 8 | A análise dos impactos ambientais é abrangente e detalhada. As medidas propostas para mitigação são muito eficazes e vão além do cumprimento das normas, adotando estratégias inovadoras para preservação ambiental. |
| 9 | A avaliação dos impactos ambientais é excepcionalmente detalhada, considerando todos os aspectos possíveis. As medidas de mitigação propostas são altamente eficazes, inovadoras e demonstram um compromisso extraordinário com a preservação ambiental, superando amplamente as normas e regulamentações estabelecidas. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.6. "Cronograma e prazos"

A atribuição de notas para o parâmetro "Cronograma e prazos" em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 19.

Quadro 19. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro "Cronograma e prazos".

| Nota | Critério |
|------|---|
| 1 | O cronograma proposto é extremamente otimista e irrealista, não considerando adequadamente a complexidade do projeto. Os prazos são inadequados e não refletem as etapas do projeto ou a disponibilidade dos recursos necessários. |
| 2 | O cronograma apresenta sérias deficiências na sua abordagem. Há falta de detalhes ou falta de sincronia entre as etapas e os prazos propostos. Não há consideração adequada dos recursos disponíveis. |
| 3 | O cronograma proposto carece de uma análise detalhada das etapas do projeto e seus prazos. Há incertezas ou falta de planejamento para lidar com possíveis atrasos ou imprevistos. |
| 4 | O cronograma apresenta algumas falhas na consideração dos prazos e das etapas do projeto. Embora exista um planejamento, não é suficientemente detalhado ou não considera integralmente todos os recursos disponíveis. |
| 5 | O cronograma apresenta uma visão geral das etapas do projeto e seus prazos, mas ainda há lacunas e falta de detalhamento em alguns pontos. Não considera completamente os recursos necessários para cada etapa. |
| 6 | O cronograma é detalhado em muitos aspectos, mas existem áreas em que os prazos não são totalmente compatíveis com as etapas do projeto ou a disponibilidade de recursos, havendo risco de atrasos. |
| 7 | O cronograma é realista e factível, refletindo de maneira detalhada e clara as etapas do projeto. Os prazos propostos consideram adequadamente os recursos necessários e possíveis imprevistos, estando em conformidade com o planejamento. |
| 8 | O cronograma é extremamente detalhado e bem elaborado. Os prazos propostos são realistas, levando em conta efetivamente todas as etapas do projeto e a alocação precisa dos recursos. |
| 9 | O cronograma é excepcionalmente elaborado, considerandometiculosamente todas as etapas do projeto e seus prazos, bem como os recursos disponíveis. Apresenta estratégias eficientes para lidar com imprevistos, garantindo a conclusão dentro dos prazos estabelecidos. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.7. “Capacidade de operação e manutenção”

A atribuição de notas para o parâmetro “Capacidade de operação e manutenção” em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 20.

Quadro 20. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Capacidade de operação e manutenção”.

| Nota | Critério |
|------|--|
| 1 | O projeto não apresenta um plano de operação e manutenção ou possui um plano inadequado, não considerando as necessidades de gestão e manutenção de longo prazo. As tecnologias escolhidas são inadequadas ou não são viáveis para as condições locais. |
| 2 | O plano de operação e manutenção é superficial ou parcial, sem considerar completamente os custos, recursos e capacidades necessárias para manter o sistema de drenagem. As tecnologias escolhidas podem não ser duráveis ou de fácil manutenção. |
| 3 | Embora exista um plano, há lacunas significativas na consideração dos custos, recursos ou capacitação necessários para operação e manutenção a longo prazo. As tecnologias empregadas podem não ser adequadas para as condições locais ou demandar um alto custo de manutenção. |
| 4 | O plano de operação e manutenção é considerado, porém, ainda carece de detalhamento ou precisa considerar mais profundamente os custos e recursos necessários. Algumas tecnologias podem ser adequadas, mas outras podem precisar de melhorias. |
| 5 | O plano de operação e manutenção considera razoavelmente os custos, recursos e capacidades necessárias para o sistema de drenagem, mas existem lacunas na consideração de tecnologias duráveis e de fácil manutenção para as condições locais. |
| 6 | Embora o plano de operação e manutenção seja detalhado em muitos aspectos, ainda há áreas em que os custos, recursos ou capacitação podem não ser completamente considerados. Além disso, algumas tecnologias podem não ser as mais ideais para a manutenção a longo prazo. |
| 7 | O projeto possui um plano detalhado e abrangente para operação e manutenção, considerando adequadamente custos, recursos e capacitação necessários. As tecnologias escolhidas são duráveis, de fácil manutenção e adequadas para as condições locais. |
| 8 | O plano de operação e manutenção é excepcionalmente elaborado, considerandometiculosamente todos os aspectos relacionados aos custos, recursos e capacitação necessários. As tecnologias selecionadas são altamente duráveis, de fácil manutenção e perfeitamente adequadas para as condições locais. |
| 9 | O projeto apresenta um plano de operação e manutenção exemplar, considerando de forma minuciosa e detalhada todos os custos, recursos e capacitação necessários. As tecnologias escolhidas são altamente duráveis, de fácil manutenção e perfeitamente alinhadas às condições locais, com estratégias eficientes para lidar com imprevistos. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.8. “Licenciamento e autorizações”

A atribuição de notas para o parâmetro “Licenciamento e autorizações” em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em

diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 21.

Quadro 21. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Licenciamento e autorizações”.

| Nota | Critério |
|------|---|
| 1 | O projeto não demonstra conhecimento ou consideração das legislações e normativas vigentes para a obtenção de licenças e autorizações necessárias. Não há identificação clara dos órgãos reguladores ou entidades responsáveis, e não há menção a possíveis restrições ou obstáculos que poderiam impactar a obtenção dessas licenças. |
| 2 | Há um conhecimento superficial das leis e regulamentos aplicáveis, mas a identificação dos órgãos reguladores e entidades responsáveis é incompleta. Algumas restrições ou obstáculos podem ser mencionados, mas de maneira limitada ou não abrangente. |
| 3 | Embora exista alguma compreensão das exigências legais, a estratégia para lidar com o licenciamento e as autorizações está incompleta ou mal detalhada. Faltam informações sobre órgãos reguladores ou entidades responsáveis, e os possíveis obstáculos não são claramente identificados. |
| 4 | O projeto demonstra um entendimento razoável das leis e regulamentos aplicáveis, identificando parcialmente os órgãos reguladores e entidades responsáveis. No entanto, não há detalhes claros sobre as estratégias para lidar com possíveis restrições ou obstáculos. |
| 5 | Há uma compreensão considerável das exigências legais e uma identificação razoável dos órgãos reguladores ou entidades responsáveis. Alguns obstáculos ou restrições possíveis são mencionados, mas a estratégia para lidar com eles não é completamente abordada. |
| 6 | Embora o projeto demonstre um conhecimento considerável das leis e regulamentos aplicáveis, a identificação dos órgãos reguladores e entidades responsáveis é parcial. A estratégia para superar possíveis obstáculos ou restrições pode não ser totalmente abrangente. |
| 7 | O projeto apresenta um entendimento abrangente das exigências legais, identificando claramente os órgãos reguladores e entidades responsáveis. Também são mencionados e estrategicamente abordados possíveis obstáculos ou restrições. |
| 8 | O projeto demonstra um conhecimento detalhado e abrangente das leis e regulamentos aplicáveis. Identifica claramente os órgãos reguladores e entidades responsáveis, apresentando uma estratégia robusta e abrangente para lidar com possíveis obstáculos ou restrições. |
| 9 | Além de um entendimento completo e detalhado das leis e regulamentos, o projeto apresenta uma estratégia exemplar e altamente abrangente para lidar com licenciamentos e autorizações. Identifica com precisão os órgãos reguladores e entidades responsáveis, abordando estrategicamente uma ampla gama de possíveis obstáculos ou restrições. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.9. “Custo de construção”

A atribuição de notas para o parâmetro “Custo de construção” em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 22.

Quadro 22. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Custo de construção”.

| Nota | Critério |
|------|--|
| 1 | A estimativa de custos não está detalhada nem alinhada à natureza do projeto. Faltam informações fundamentais sobre os gastos necessários para a construção das infraestruturas de saneamento e drenagem. Não há clareza sobre os custos de materiais, mão de obra, equipamentos e serviços contratados. |
| 2 | A estimativa de custos é mínima, não fornecendo detalhes suficientes sobre os gastos necessários para a construção. A relação entre os custos e a natureza do projeto não está claramente delineada. |
| 3 | Embora haja uma tentativa de estimativa de custos, a abrangência e o detalhamento são insuficientes. Há uma falta de clareza sobre os itens que compõem a construção e os custos associados a cada um deles. |
| 4 | A estimativa de custos oferece uma visão geral, mas não é totalmente abrangente. Existem informações sobre os gastos necessários, mas alguns itens podem não estar completamente detalhados. A relação entre os custos e a natureza do projeto é parcialmente abordada. |
| 5 | A estimativa de custos é razoavelmente detalhada, abrangendo muitos dos itens associados à construção. No entanto, ainda pode haver algumas lacunas na análise de custos em relação à complexidade e natureza específica do projeto. |
| 6 | A estimativa de custos é relativamente abrangente, mas ainda não oferece um detalhamento completo e minucioso de todos os itens envolvidos na construção. A relação entre os custos e a natureza do projeto é compreendida, mas pode não ser detalhada o suficiente. |
| 7 | A estimativa de custos é coerente com a natureza do projeto, detalhando os gastos necessários para a construção das infraestruturas de saneamento e drenagem. Existe um detalhamento orçamentário razoavelmente completo para a maioria dos itens que compõem a construção. |
| 8 | A estimativa de custos é altamente detalhada e está em conformidade com a natureza do projeto. Existe um detalhamento orçamentário abrangente e preciso para todos os itens que compõem a construção, mostrando uma clara relação entre os custos e a complexidade do projeto. |
| 9 | A estimativa de custos é excepcionalmente detalhada, oferecendo uma análise completa e minuciosa de todos os custos associados à construção. A relação entre os custos e a natureza do projeto é profundamente entendida e detalhada, fornecendo uma visão abrangente e precisa dos gastos necessários. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.10. “Custo de operação e manutenção”

A atribuição de notas para o parâmetro “Custo de operação e manutenção” em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 23.

Quadro 23. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Custo de operação e manutenção”.

| Nota | Critério |
|------|--|
| 1 | Não há estimativa ou consideração de gastos recorrentes associados à operação, manutenção e monitoramento dos sistemas de saneamento e drenagem. A falta de planejamento financeiro pode comprometer a sustentabilidade do projeto no longo prazo. |
| 2 | A análise dos gastos recorrentes é mínima ou superficial, não abordando todos os custos associados à operação, manutenção e monitoramento dos sistemas. Aspectos essenciais podem estar ausentes ou mal quantificados. |
| 3 | Embora haja uma tentativa de avaliar os custos de operação e manutenção, a abordagem é superficial e não cobre completamente todos os aspectos financeiros associados aos sistemas de drenagem urbana. |
| 4 | A análise considera parcialmente os gastos recorrentes, mas não cobre todos os custos associados à operação, manutenção e monitoramento dos sistemas. Pode haver lacunas na compreensão dos gastos necessários. |
| 5 | A avaliação dos custos recorrentes é razoavelmente detalhada, mas ainda pode conter algumas lacunas na identificação de todos os gastos associados à operação, manutenção e monitoramento dos sistemas. |
| 6 | Embora a análise dos custos seja razoável, ainda existem algumas lacunas na avaliação detalhada de todos os gastos recorrentes associados à operação, manutenção e monitoramento dos sistemas de drenagem urbana. |
| 7 | A estimativa dos gastos recorrentes é coerente e abrangente, considerando de forma detalhada todos os custos associados à operação, manutenção e monitoramento dos sistemas. Há um cálculo sólido e claro sobre como esses custos foram determinados. |
| 8 | A avaliação dos custos de operação e manutenção é altamente detalhada e abrangente, identificando minuciosamente todos os gastos necessários para garantir a eficiência e a sustentabilidade dos sistemas. |
| 9 | A análise dos gastos recorrentes é excepcionalmente detalhada, oferecendo uma compreensão profunda de todos os custos associados à operação, manutenção e monitoramento dos sistemas de drenagem urbana. Todos os aspectos financeiros estão minuciosamente identificados e quantificados. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.11. “Custo de desapropriação”

A atribuição de notas para o parâmetro “Custo de desapropriação” em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 24.

Quadro 24. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Custo de desapropriação”.

| Nota | Critério |
|------|---|
| 1 | Não há consideração ou estimativa dos gastos relacionados à desapropriação de terrenos necessários para o projeto. A ausência dessa análise pode resultar em sérios impactos nos processos de execução do projeto. |
| 2 | A avaliação dos custos de desapropriação é mínima ou superficial, não cobrindo todos os aspectos financeiros relacionados à aquisição de terrenos. Aspectos fundamentais podem estar ausentes ou mal quantificados. |
| 3 | Apesar de uma tentativa de avaliar os gastos de desapropriação, a abordagem é superficial e não contempla integralmente todos os custos associados à aquisição de terrenos para o projeto. |
| 4 | A análise considera parcialmente os gastos de desapropriação, mas não abrange todos os custos necessários para a aquisição de terrenos. Pode haver lacunas na identificação dos gastos totais. |
| 5 | A avaliação dos custos de desapropriação é razoavelmente detalhada, mas ainda pode conter algumas lacunas na identificação de todos os gastos associados à aquisição de terrenos. |
| 6 | Embora a análise dos custos seja razoável, ainda existem algumas lacunas na avaliação detalhada de todos os gastos de desapropriação necessários para o projeto. |
| 7 | A estimativa dos gastos de desapropriação é coerente e abrangente, considerando de forma detalhada todos os custos associados à aquisição de terrenos. Há um cálculo sólido e claro sobre como esses custos foram determinados. |
| 8 | A avaliação dos custos de desapropriação é altamente detalhada e abrangente, identificando minuciosamente todos os gastos necessários para a aquisição de terrenos. |
| 9 | A análise dos gastos de desapropriação é excepcionalmente detalhada, oferecendo uma compreensão profunda de todos os custos associados à aquisição de terrenos. Todos os aspectos financeiros estão minuciosamente identificados e quantificados. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.12. "Custo de remediação ambiental"

A atribuição de notas para o parâmetro "Custo de remediação ambiental" em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 25.

Quadro 25. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Custo de remediação ambiental”.

| Nota | Critério |
|------|---|
| 1 | Não há consideração ou estimativa dos gastos relacionados à remediação de possíveis impactos ambientais causados pelo projeto. A ausência dessa análise pode resultar em sérios impactos ambientais não considerados. |
| 2 | A avaliação dos custos de remediação ambiental é mínima ou superficial, não cobrindo todos os aspectos financeiros relacionados à mitigação de possíveis danos ao meio ambiente. Aspectos fundamentais podem estar ausentes ou mal quantificados. |
| 3 | Apesar de uma tentativa de avaliar os gastos de remediação ambiental, a abordagem é superficial e não contempla integralmente todos os custos associados à mitigação de impactos ambientais causados pelo projeto. |
| 4 | A análise considera parcialmente os gastos de remediação ambiental, mas não abrange todos os custos necessários para a mitigação de possíveis impactos ambientais. Pode haver lacunas na identificação dos gastos totais. |

| Nota | Critério |
|------|---|
| 5 | A avaliação dos custos de remediação ambiental é razoavelmente detalhada, mas ainda pode conter algumas lacunas na identificação de todos os gastos associados à mitigação de impactos ambientais. |
| 6 | Embora a análise dos custos seja razoável, ainda existem algumas lacunas na avaliação detalhada de todos os gastos de remediação ambiental necessários para o projeto. |
| 7 | A estimativa dos gastos de remediação ambiental é coerente e abrangente, considerando de forma detalhada todos os custos associados à mitigação de possíveis danos ao meio ambiente. Há um cálculo sólido e claro sobre como esses custos foram determinados. |
| 8 | A avaliação dos custos de remediação ambiental é altamente detalhada e abrangente, identificando minuciosamente todos os gastos necessários para a mitigação de possíveis impactos ambientais. |
| 9 | A análise dos gastos de remediação ambiental é excepcionalmente detalhada, oferecendo uma compreensão profunda de todos os custos associados à mitigação de possíveis danos ao meio ambiente. Todos os aspectos financeiros estão minuciosamente identificados e quantificados. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.13. "Custo de monitoramento e controle"

A atribuição de notas para o parâmetro “Custo de monitoramento e controle” em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 26.

Quadro 26. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Custo de monitoramento e controle”.

| Nota | Critério |
|------|--|
| 1 | Não há consideração ou estimativa dos gastos relacionados à implementação de sistemas de monitoramento e controle. A ausência dessa análise pode resultar em deficiências graves na gestão e no funcionamento dos sistemas de drenagem. |
| 2 | A avaliação dos custos de monitoramento e controle é mínima ou superficial, não abrangendo todas as áreas necessárias para garantir a eficiência dos sistemas de drenagem. Aspectos cruciais podem estar ausentes ou mal quantificados. |
| 3 | Apesar de uma tentativa de avaliar os gastos de monitoramento e controle, a abordagem é superficial e não contempla integralmente todos os custos necessários para garantir a eficiência e qualidade das infraestruturas de drenagem. |
| 4 | A análise considera parcialmente os gastos de monitoramento e controle, mas não abrange todos os custos essenciais para garantir a eficiência e qualidade das infraestruturas de drenagem. Pode haver lacunas na identificação dos gastos totais. |
| 5 | A avaliação dos custos de monitoramento e controle é razoavelmente detalhada, mas ainda pode conter algumas lacunas na identificação de todos os gastos necessários para garantir a eficiência dos sistemas de drenagem. |
| 6 | Embora a análise dos custos seja razoável, ainda existem algumas lacunas na avaliação detalhada de todos os gastos de monitoramento e controle necessários para manter a eficiência dos sistemas. |
| 7 | A estimativa dos gastos de monitoramento e controle é coerente e abrangente, considerando de forma detalhada todos os custos associados à implementação de sistemas para garantir a eficiência e qualidade das infraestruturas de drenagem. Há um cálculo sólido sobre como esses custos foram determinados. |

| Nota | Critério |
|------|--|
| 8 | A avaliação dos custos de monitoramento e controle é altamente detalhada e abrangente, identificando minuciosamente todos os gastos necessários para garantir a eficiência e qualidade das infraestruturas de drenagem. |
| 9 | A análise dos gastos de monitoramento e controle é excepcionalmente detalhada, oferecendo uma compreensão profunda de todos os custos associados à implementação de sistemas para garantir a eficiência e qualidade das infraestruturas de drenagem. Todos os aspectos financeiros estão minuciosamente identificados e quantificados. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.14. "Custo de contingências e incertezas"

A atribuição de notas para o parâmetro “Custo de contingências e incertezas” em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 27.

Quadro 27. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Custo de contingências e incertezas”.

| Nota | Critério |
|------|--|
| 1 | Não há consideração ou previsão de gastos adicionais para lidar com situações imprevistas, riscos ou incertezas. A ausência dessa análise pode resultar em falta de recursos para superar obstáculos imprevistos. |
| 2 | A avaliação dos gastos adicionais é mínima ou superficial, não cobrindo integralmente as contingências e incertezas que podem surgir durante a execução do projeto. Aspectos cruciais podem estar ausentes ou mal quantificados. |
| 3 | Apesar de uma tentativa de avaliar gastos adicionais para contingências e incertezas, a abordagem é superficial e não abrange integralmente todos os custos necessários para garantir a capacidade de resposta e a conclusão bem-sucedida do projeto. |
| 4 | A análise considera parcialmente os gastos adicionais para contingências e incertezas, mas não abrange todos os custos essenciais para garantir a capacidade de resposta e a conclusão bem-sucedida do projeto. Pode haver lacunas na identificação dos gastos totais. |
| 5 | A avaliação dos custos adicionais para contingências e incertezas é razoavelmente detalhada, mas ainda pode conter algumas lacunas na identificação de todos os gastos necessários para garantir a capacidade de resposta do projeto. |
| 6 | Embora a análise dos gastos seja razoável, ainda existem algumas lacunas na avaliação detalhada de todos os gastos adicionais necessários para lidar com situações imprevistas e riscos. |
| 7 | A estimativa dos gastos adicionais para contingências e incertezas é coerente e abrangente, considerando de forma detalhada todos os custos associados à reserva de recursos financeiros para lidar com imprevistos, atrasos, mudanças de escopo, eventos climáticos extremos. |
| 8 | A avaliação dos custos adicionais para contingências e incertezas é altamente detalhada e abrangente, identificando minuciosamente todos os gastos necessários para garantir a capacidade de resposta e a conclusão bem-sucedida do projeto diante de obstáculos inesperados. |
| 9 | A análise dos gastos adicionais para contingências e incertezas é excepcionalmente detalhada, oferecendo uma compreensão profunda de todos os custos associados à reserva de recursos financeiros para lidar com situações imprevistas e riscos. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.15. "Redução do tempo de alagamento"

A atribuição de notas para o parâmetro “Redução do tempo de alagamento” em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 28.

Quadro 28. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Redução do tempo de alagamento”.

| Nota | Critério |
|------|---|
| 1 | O projeto não possui estratégias claras ou eficazes para reduzir o tempo de alagamento. As medidas adotadas não abordam efetivamente a rápida evacuação da água das áreas afetadas ou minimizam a duração dos períodos de inundação. |
| 2 | As estratégias implementadas para reduzir o tempo de alagamento são limitadas ou não suficientemente abrangentes. Não há medidas adequadas para lidar com a rápida evacuação da água ou não há consideração suficiente para a gestão eficaz do escoamento. |
| 3 | Apesar de existirem algumas estratégias para reduzir o tempo de alagamento, são superficiais ou insuficientes para minimizar eficazmente a duração dos períodos de inundação. Não há uma abordagem integral para lidar com essa questão. |
| 4 | As estratégias adotadas no projeto mostram-se parcialmente eficazes em reduzir o tempo de alagamento. Existe alguma consideração para a rápida evacuação da água, mas a eficácia das medidas ainda é limitada. |
| 5 | O projeto possui estratégias moderadas para reduzir o tempo de alagamento. Algumas medidas estão em vigor para minimizar a duração dos períodos de inundação, mas a eficácia dessas estratégias pode ser aprimorada. |
| 6 | Apesar de haver estratégias para reduzir o tempo de alagamento, estas são razoavelmente eficazes, mas ainda podem ser aperfeiçoadas para garantir uma resposta mais eficiente do sistema de drenagem. |
| 7 | As estratégias adotadas no projeto são eficazes na redução do tempo de alagamento. Foram implementadas medidas significativas para minimizar a duração dos períodos de inundação, demonstrando capacidade de resposta do sistema de drenagem. |
| 8 | O projeto apresenta estratégias altamente eficazes para reduzir o tempo de alagamento. As medidas implementadas são abrangentes e demonstram excelência na capacidade de resposta do sistema de drenagem. |
| 9 | As estratégias adotadas no projeto são excepcionalmente eficazes na redução do tempo de alagamento. Foram implementadas medidas altamente abrangentes e inovadoras, demonstrando um sistema de drenagem altamente adaptável e eficaz na redução de períodos de inundação. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.16. "Redução do volume de água acumulada"

A atribuição de notas para o parâmetro “Redução do volume de água acumulada” em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 29.

Quadro 29. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Redução do volume de água acumulada”.

| Nota | Critério |
|------|---|
| 1 | O projeto não aborda de forma satisfatória a redução do volume de água acumulada durante eventos de chuva intensa. Falhas graves na capacidade de captação, armazenamento e escoamento das águas pluviais. |
| 2 | Há uma abordagem mínima ou insatisfatória para reduzir o acúmulo de água durante eventos de chuva intensa. As medidas adotadas são muito limitadas e não são eficazes na minimização dos riscos de enchentes e alagamentos. |
| 3 | O projeto possui algumas estratégias, mas são superficiais ou insuficientes para lidar efetivamente com o volume de água acumulada. Falta uma abordagem abrangente e adequada para lidar com a gestão das águas pluviais. |
| 4 | As estratégias para reduzir o volume de água acumulada são parcialmente eficazes, mas ainda carecem de maior eficiência e abrangência. As medidas adotadas são moderadas, mas podem ser aprimoradas. |
| 5 | O projeto apresenta estratégias moderadas para reduzir o volume de água acumulada, embora algumas medidas possam ser mais eficazes e abrangentes para minimizar os riscos de enchentes e alagamentos. |
| 6 | Apesar de existirem estratégias para reduzir o volume de água acumulada, estas são razoavelmente eficazes, mas ainda podem ser aperfeiçoadas para garantir uma gestão mais eficiente das águas pluviais. |
| 7 | O projeto demonstra eficácia na redução do volume de água acumulada durante eventos de chuva intensa. Foram implementadas medidas eficientes na captação, armazenamento e escoamento das águas pluviais, minimizando riscos de enchentes. |
| 8 | As estratégias adotadas no projeto são altamente eficazes na redução do volume de água acumulada. As medidas implementadas são abrangentes e demonstram excelência na gestão das águas pluviais, reduzindo significativamente os riscos de enchentes e alagamentos. |
| 9 | O projeto apresenta estratégias excepcionais na redução do volume de água acumulada. Foram adotadas medidas inovadoras e altamente eficazes, demonstrando uma gestão de águas pluviais exemplar e altamente eficiente na redução de enchentes e alagamentos. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.17. "Prevenção de alagamentos"

A atribuição de notas para o parâmetro “Prevenção de alagamentos” em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 30.

Quadro 30. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Prevenção de alagamentos”.

| Nota | Critério |
|------|--|
| 1 | O projeto não adota medidas efetivas ou adequadas para prevenir a ocorrência de alagamentos em áreas críticas. As estratégias propostas são praticamente ausentes ou insuficientes. |
| 2 | Há uma abordagem mínima para a prevenção de alagamentos, mas as medidas adotadas são limitadas e não proporcionam uma proteção efetiva contra inundações. |
| 3 | O projeto inclui algumas medidas para prevenir alagamentos, porém são superficiais ou insuficientes para lidar eficazmente com a questão. Falta uma abordagem abrangente para prevenção de inundações. |
| 4 | As estratégias para prevenir alagamentos são parcialmente eficazes, mas ainda carecem de maior eficiência e cobertura. As medidas propostas são moderadas, mas podem ser aprimoradas. |

| Nota | Critério |
|------|---|
| 5 | O projeto apresenta estratégias moderadas para prevenção de alagamentos, embora algumas medidas possam ser mais eficazes e abrangentes para garantir maior proteção contra inundações. |
| 6 | Apesar de existirem estratégias para prevenção de alagamentos, estas são razoavelmente eficazes, mas ainda podem ser aperfeiçoadas para garantir uma proteção mais eficiente contra inundações. |
| 7 | O projeto demonstra eficácia na prevenção da ocorrência de alagamentos em áreas críticas. Foram implementadas medidas eficientes e adequadas, reduzindo significativamente os riscos de inundações. |
| 8 | As estratégias adotadas no projeto são altamente eficazes na prevenção de alagamentos. As medidas implementadas são abrangentes e demonstram excelência na prevenção de inundações. |
| 9 | O projeto apresenta estratégias excepcionais na prevenção de alagamentos. Foram adotadas medidas inovadoras e altamente eficazes, demonstrando uma abordagem exemplar na prevenção de inundações. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.18. "Melhoria do escoamento das águas pluviais"

A atribuição de notas para o parâmetro “Melhoria do escoamento das águas pluviais” em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 31.

Quadro 31. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Melhoria do escoamento das águas pluviais”.

| Nota | Critério |
|------|--|
| 1 | O projeto não oferece intervenções significativas ou adequadas para melhorar o escoamento das águas pluviais. As estratégias propostas são insuficientes ou praticamente inexistentes. |
| 2 | Há uma abordagem mínima para a melhoria do escoamento das águas pluviais, mas as medidas adotadas são limitadas e não proporcionam um impacto significativo no escoamento mais eficiente. |
| 3 | O projeto inclui algumas intervenções para melhorar o escoamento das águas pluviais, porém são superficiais ou insuficientes para gerar um impacto positivo significativo no escoamento eficiente. |
| 4 | As estratégias para melhorar o escoamento das águas pluviais são parcialmente eficazes, mas ainda carecem de maior abrangência e eficiência para garantir um escoamento mais eficiente. |
| 5 | O projeto apresenta estratégias moderadas para melhorar o escoamento das águas pluviais, embora algumas intervenções possam ser mais eficazes e abrangentes para garantir um escoamento mais eficiente. |
| 6 | Apesar de existirem intervenções destinadas a melhorar o escoamento das águas pluviais, estas são razoavelmente eficazes, mas ainda podem ser aprimoradas para garantir um impacto mais significativo. |
| 7 | O projeto demonstra eficácia nas intervenções destinadas a aprimorar o escoamento das águas pluviais. Foram implementadas medidas eficientes, proporcionando um impacto positivo para um escoamento mais eficiente. |
| 8 | As estratégias adotadas no projeto são altamente eficazes na melhoria do escoamento das águas pluviais. As intervenções implementadas são abrangentes e demonstram excelência na promoção de um escoamento mais eficiente. |

| Nota | Critério |
|------|--|
| 9 | O projeto apresenta intervenções excepcionais na melhoria do escoamento das águas pluviais. Foram adotadas medidas inovadoras e altamente eficazes, demonstrando uma abordagem exemplar para um escoamento mais eficiente. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.19. "Gestão sustentável da água"

A atribuição de notas para o parâmetro “Gestão sustentável da água” em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 32.

Quadro 32. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Gestão sustentável da água”.

| Nota | Critério |
|------|---|
| 1 | O projeto não incorpora tecnologias ou estratégias para o reuso de águas pluviais, nem implementa práticas de conservação do solo e vegetação para infiltração e recarga dos aquíferos. Não há consideração para a sustentabilidade hídrica. |
| 2 | O projeto apresenta esforços mínimos ou quase inexistentes para incorporar tecnologias de reuso de águas pluviais ou práticas de conservação do solo e vegetação. A gestão sustentável da água é quase inexistente. |
| 3 | Algumas tentativas superficiais de reuso de águas pluviais são observadas, mas são insuficientes ou ineficazes. As práticas de conservação do solo e vegetação são limitadas e não contribuem significativamente para a infiltração ou recarga dos aquíferos. |
| 4 | O projeto contempla algumas iniciativas de reuso de águas pluviais, porém são parciais e pouco abrangentes. As práticas de conservação do solo e vegetação apresentam resultados limitados na infiltração e recarga dos aquíferos. |
| 5 | Existem esforços moderados para incorporar tecnologias de reuso de águas pluviais, mas estas não são completamente eficazes ou abrangentes. As práticas de conservação do solo e vegetação têm um impacto modesto na infiltração e recarga dos aquíferos. |
| 6 | Embora haja algumas estratégias para reuso de águas pluviais, estas são razoavelmente eficazes, mas ainda podem ser mais abrangentes. As práticas de conservação do solo e vegetação contribuem de forma moderada para a infiltração e recarga dos aquíferos. |
| 7 | O projeto demonstra eficácia na incorporação de tecnologias para reuso de águas pluviais. Implementa práticas de conservação do solo e vegetação que contribuem significativamente para a infiltração e recarga dos aquíferos. |
| 8 | As estratégias de reuso de águas pluviais são altamente eficazes e abrangentes. O projeto adota práticas de conservação do solo e vegetação de forma exemplar, contribuindo de maneira significativa para a infiltração e recarga dos aquíferos. |
| 9 | O projeto apresenta estratégias excepcionais para o reuso de águas pluviais, demonstrando inovação e eficácia máxima. As práticas de conservação do solo e vegetação são de alto nível, resultando em uma contribuição exemplar para a infiltração e recarga dos aquíferos. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.20. "Sustentabilidade energética"

A atribuição de notas para o parâmetro “Sustentabilidade energética” em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 33.

Quadro 33. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Sustentabilidade energética”.

| Nota | Critério |
|------|--|
| 1 | O projeto não incorpora nem considera qualquer estratégia de geração de energia a partir de fontes renováveis, tampouco adota práticas ou tecnologias que promovem a eficiência energética. |
| 2 | Há uma mínima consideração para a geração de energia a partir de fontes renováveis, mas as estratégias ou implementações são superficiais, não cobrindo de forma eficaz as necessidades energéticas do projeto. Não há medidas de eficiência energética notáveis. |
| 3 | Algumas iniciativas para a geração de energia a partir de fontes renováveis são observadas, porém, são insuficientes ou pouco eficazes para atender às demandas energéticas do projeto. As práticas de eficiência energética são limitadas ou pouco implementadas. |
| 4 | O projeto contempla algumas estratégias para geração de energia a partir de fontes renováveis, mas estas são parciais e não abrangem integralmente as necessidades energéticas. A eficiência energética é considerada, mas de forma limitada. |
| 5 | Existem esforços moderados para incorporar tecnologias de geração de energia a partir de fontes renováveis, porém, estas não são completamente eficazes ou abrangentes. As práticas de eficiência energética têm um impacto modesto. |
| 6 | Embora haja algumas estratégias para geração de energia a partir de fontes renováveis, estas são razoavelmente eficazes, mas ainda podem ser mais abrangentes. As práticas de eficiência energética contribuem moderadamente para o projeto. |
| 7 | O projeto demonstra eficácia na incorporação de tecnologias para geração de energia a partir de fontes renováveis. Implementa práticas de eficiência energética que contribuem significativamente para reduzir o consumo e utilizar fontes mais sustentáveis. |
| 8 | As estratégias para geração de energia a partir de fontes renováveis são altamente eficazes e abrangentes. O projeto adota práticas de eficiência energética de forma notável, demonstrando um compromisso excepcional com a sustentabilidade energética. |
| 9 | O projeto apresenta estratégias excepcionais para a geração de energia a partir de fontes renováveis, utilizando inovação e eficácia máxima. As práticas de eficiência energética são de alto nível, resultando em uma considerável redução no consumo e na promoção de fontes sustentáveis. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.21. "Sistemas de drenagem sustentável"

A atribuição de notas para o parâmetro “Sistemas de drenagem sustentável” em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em

diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 34.

Quadro 34. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Sistemas de drenagem sustentável”.

| Nota | Critério |
|------|---|
| 1 | Ausência total de estratégias ou implementações de técnicas de drenagem sustentável. O projeto não considera medidas para reduzir o escoamento superficial ou melhorar a qualidade da água pluvial. |
| 2 | Mínima consideração para técnicas de drenagem sustentável, mas as estratégias são limitadas, pouco eficazes ou aplicadas em áreas pouco relevantes para a gestão das águas pluviais. |
| 3 | Algumas iniciativas para técnicas de drenagem sustentável são observadas, mas são insuficientes ou pouco eficazes para reduzir o escoamento superficial ou melhorar a qualidade da água pluvial. |
| 4 | O projeto contempla algumas estratégias para drenagem sustentável, mas estas são parciais ou não abrangentes o suficiente para contribuir de forma significativa na gestão das águas pluviais. |
| 5 | Existem esforços moderados para implementar técnicas de drenagem sustentável, mas estas não são completamente eficazes ou abrangentes, impactando de forma limitada na redução do escoamento superficial. |
| 6 | Embora haja algumas estratégias para drenagem sustentável, estas são razoavelmente eficazes, mas ainda podem ser mais abrangentes ou aplicadas de forma mais integrada. |
| 7 | O projeto demonstra eficácia na implementação de técnicas de drenagem sustentável. As estratégias contribuem significativamente para reduzir o escoamento superficial e melhorar a qualidade da água pluvial em áreas relevantes. |
| 8 | As estratégias para drenagem sustentável são altamente eficazes e abrangentes, demonstrando um compromisso excepcional com a gestão das águas pluviais. As práticas são aplicadas de forma integrada e impactam positivamente o ambiente. |
| 9 | O projeto apresenta estratégias excepcionais para drenagem sustentável, utilizando inovação e eficácia máxima. As técnicas implementadas demonstram um alto nível de integração e impacto positivo no gerenciamento das águas pluviais. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.22. "Preservação de áreas naturais"

A atribuição de notas para o parâmetro “Preservação de áreas naturais” em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 35.

Quadro 35. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Preservação de áreas naturais”.

| Nota | Critério |
|------|--|
| 1 | Ausência total de consideração ou planos para preservação ou restauração de áreas naturais. O projeto não incorpora estratégias para manter ou recuperar zonas úmidas, vegetação ripária ou outros ecossistemas relevantes. |
| 2 | Consideração mínima para a preservação de áreas naturais, mas as estratégias propostas são limitadas, pouco abrangentes ou não focadas nas áreas mais relevantes para a gestão das águas pluviais. |
| 3 | Algumas iniciativas para preservar áreas naturais são observadas, porém são insuficientes ou pouco eficazes para manter ou restaurar ecossistemas essenciais à drenagem sustentável. |
| 4 | O projeto contempla algumas estratégias para preservação de áreas naturais, mas estas são parciais ou não abrangentes o suficiente para contribuir significativamente na gestão das águas pluviais. |
| 5 | Existem esforços moderados para implementar a preservação de áreas naturais, mas estas não são completamente eficazes ou abrangentes, impactando de forma limitada na qualidade e resiliência dos ecossistemas. |
| 6 | Embora haja algumas estratégias para preservação de áreas naturais, estas são razoavelmente eficazes, mas ainda podem ser mais abrangentes ou aplicadas de forma mais integrada. |
| 7 | O projeto demonstra eficácia na implementação de técnicas de preservação e restauração de áreas naturais. As estratégias contribuem significativamente para a preservação de zonas úmidas, vegetação ripária e outros ecossistemas relevantes à drenagem sustentável. |
| 8 | As estratégias para preservação de áreas naturais são altamente eficazes e abrangentes, demonstrando um compromisso excepcional com a manutenção e restauração de ecossistemas necessários para a gestão das águas pluviais. |
| 9 | O projeto apresenta estratégias excepcionais para preservação de áreas naturais, utilizando inovação e eficácia máxima. As técnicas implementadas demonstram um alto nível de integração e impacto positivo na preservação e restauração de ecossistemas vitais para a drenagem sustentável. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.23. "Tratamento de águas pluviais urbanas"

A atribuição de notas para o parâmetro “Tratamento de águas pluviais urbanas” em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 36.

Quadro 36. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Tratamento de águas pluviais urbanas”.

| Nota | Critério |
|------|---|
| 1 | Ausência total de consideração para implementar tecnologias de tratamento de águas pluviais no projeto. Não há planos, estratégias ou dispositivos propostos para remover poluentes ou melhorar a qualidade da água das águas pluviais. |
| 2 | Consideração mínima para o tratamento de águas pluviais urbanas. As estratégias propostas são limitadas, pouco abrangentes ou não focadas na remoção eficiente de poluentes. |
| 3 | Existência de algumas iniciativas para o tratamento de águas pluviais urbanas, mas são insuficientes ou pouco eficazes para melhorar significativamente a qualidade da água ou reduzir os poluentes. |
| 4 | O projeto contempla algumas estratégias para o tratamento de águas pluviais, mas estas são parciais ou não abrangentes o suficiente para contribuir de maneira significativa na remoção eficiente de poluentes. |
| 5 | Existem esforços moderados para implementar o tratamento de águas pluviais, mas estes não são completamente eficazes ou abrangentes, impactando de forma limitada na melhoria da qualidade da água. |
| 6 | Embora haja algumas estratégias para o tratamento de águas pluviais, estas são razoavelmente eficazes, mas ainda podem ser mais abrangentes ou aplicadas de forma mais integrada. |
| 7 | O projeto demonstra eficácia na implementação de tecnologias de tratamento de águas pluviais urbanas. As estratégias contribuem significativamente para a remoção de poluentes e melhoria da qualidade da água. |
| 8 | As estratégias para o tratamento de águas pluviais são altamente eficazes e abrangentes, demonstrando um compromisso excepcional com a remoção eficiente de poluentes e a melhoria da qualidade da água. |
| 9 | O projeto apresenta estratégias excepcionais para o tratamento de águas pluviais urbanas, utilizando inovação e eficácia máxima. As técnicas implementadas demonstram um alto nível de integração e impacto positivo na qualidade das águas pluviais. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.24. "Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento"

A atribuição de notas para o parâmetro “Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento” em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 37.

Quadro 37. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento”.

| Nota | Critério |
|------|--|
| 1 | Ausência total de tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento no projeto. Não há menção ou incorporação de nenhuma das tecnologias mencionadas. |
| 2 | Mínima consideração para tecnologias avançadas. Algumas referências superficiais a tecnologias emergentes, mas sem implementação real ou propostas concretas. |
| 3 | Existência de algumas tecnologias avançadas, mas são limitadas ou não impactam significativamente a eficiência operacional ou a melhoria da qualidade da água. |
| 4 | Início da incorporação de algumas tecnologias avançadas, mas a abrangência e a integração são limitadas, não demonstrando efetividade total. |
| 5 | Algumas tecnologias avançadas estão presentes no projeto, mas são aplicadas de maneira parcial ou com eficácia moderada, tendo um impacto limitado. |

| Nota | Critério |
|------|---|
| 6 | As tecnologias avançadas estão presentes, mas não são totalmente abrangentes ou integradas, embora demonstrem alguma eficácia na melhoria operacional e na qualidade da água. |
| 7 | O projeto demonstra considerável integração e aplicação de tecnologias avançadas, como automação, sensoriamento, SIG, entre outros, contribuindo de maneira significativa para a eficiência operacional e qualidade da água. |
| 8 | As tecnologias avançadas estão altamente integradas e aplicadas com eficácia, mostrando um compromisso notável para melhorar a eficiência operacional e a qualidade da água. |
| 9 | O projeto incorpora tecnologias avançadas de forma excepcional, demonstrando uma integração completa e um alto impacto na eficiência operacional e na melhoria da qualidade da água, indo além das expectativas com inovação e eficácia máxima. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.25. "Incremento de novos materiais"

A atribuição de notas para o parâmetro “Incremento de novos materiais” em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 38.

Quadro 38. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Incremento de novos materiais”.

| Nota | Critério |
|------|---|
| 1 | Ausência total de utilização ou menção a novos materiais alternativos no projeto. Não há referência a materiais inovadores para sistemas de drenagem. |
| 2 | Mínima consideração para novos materiais alternativos. Referências superficiais a materiais inovadores, mas sem implementação real ou propostas concretas. |
| 3 | Existência de algumas menções a novos materiais alternativos, mas são limitadas ou não impactam significativamente a eficiência, durabilidade ou aspectos ambientais dos sistemas de drenagem. |
| 4 | Início da incorporação de alguns novos materiais, mas a abrangência e o impacto na eficiência do sistema são limitados. |
| 5 | Alguns novos materiais alternativos estão presentes no projeto, mas sua aplicação é parcial ou com eficácia moderada, resultando em um impacto limitado na eficiência do sistema de drenagem. |
| 6 | Os novos materiais alternativos estão presentes, mas não são totalmente abrangentes ou integrados, embora mostrem alguma eficácia na melhoria do sistema de drenagem. |
| 7 | O projeto demonstra considerável incorporação e aplicação de novos materiais alternativos, contribuindo de maneira significativa para a eficiência, durabilidade e aspectos ambientais dos sistemas de drenagem. |
| 8 | Os novos materiais alternativos estão altamente integrados e aplicados com eficácia, mostrando um compromisso notável para melhorar a eficiência, durabilidade e aspectos ambientais dos sistemas de drenagem. |
| 9 | O projeto incorpora novos materiais alternativos de maneira excepcional, demonstrando uma integração completa e um alto impacto na eficiência, durabilidade e aspectos ambientais dos sistemas de drenagem, superando as expectativas com inovação e eficácia máxima. |

Fonte: Autor, 2024.

6.4.26. "Inovações em gestão de resíduos"

A atribuição de notas para o parâmetro “Inovações em gestão de resíduos” em projetos de grandes obras de drenagem urbana pode ser determinada com base em diferentes níveis de adequação propostos e justificada conforme os critérios descritos no Quadro 39.

Quadro 39. Critérios para atribuição de notas no processo de avaliação do parâmetro “Inovações em gestão de resíduos”.

| Nota | Critério |
|------|---|
| 1 | Ausência total de abordagem ou menção a soluções inovadoras para a gestão de resíduos sólidos. Não há indicação de estratégias para a redução de volume ou impactos ambientais dos resíduos. |
| 2 | Mínima consideração ou menção a soluções inovadoras, porém sem propostas reais ou estratégias definidas para a gestão de resíduos sólidos. |
| 3 | Existência de algumas referências a soluções inovadoras para a gestão de resíduos sólidos, mas com aplicação limitada ou sem impacto significativo na redução de volume ou impactos ambientais. |
| 4 | Início da incorporação de algumas soluções inovadoras, porém com abrangência e eficácia limitadas na redução do volume ou impactos ambientais dos resíduos sólidos. |
| 5 | Algumas soluções inovadoras para a gestão de resíduos estão presentes, mas com aplicação parcial ou com eficácia moderada na redução de volume ou impactos ambientais. |
| 6 | As soluções inovadoras para gestão de resíduos estão presentes, mas não são totalmente integradas ou abrangentes, embora mostrem alguma eficácia na redução de volume ou impactos ambientais. |
| 7 | O projeto demonstra uma considerável incorporação e aplicação de soluções inovadoras para gestão de resíduos sólidos, contribuindo de maneira significativa para a redução do volume e impactos ambientais. |
| 8 | As soluções inovadoras para gestão de resíduos estão altamente integradas e aplicadas com eficácia, mostrando um compromisso notável para reduzir o volume e os impactos ambientais dos resíduos sólidos. |
| 9 | O projeto incorpora soluções inovadoras para gestão de resíduos de maneira excepcional, demonstrando uma integração completa e um alto impacto na redução do volume e impactos ambientais dos resíduos sólidos, superando as expectativas com inovação e eficácia máxima. |

Fonte: Autor, 2024.

6.5. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

A abordagem ética foi baseada nas diretrizes de pesquisa em ciências sociais (APA, 2020), onde foi assegurada a confidencialidade dos dados coletados, preservando a privacidade das partes envolvidas.

Os dados foram coletados de forma anônima, ou seja, os participantes não fossem identificados de forma direta ou indireta. Os dados foram armazenados em um local seguro e acessível apenas aos pesquisadores envolvidos no estudo. Os participantes

foram informados sobre os objetivos do estudo e sobre seus direitos, incluindo o direito de recusar a participar ou de retirar sua participação a qualquer momento.

Projeto do estudo e questionário a ser aplicado foi submetidos a avaliação da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CEP/CONEP) por meio da Plataforma Brasil (BRASIL, 2012).

O estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Pará (CEP/UFPA) e foi devidamente aprovado (DAAE 74518523.4.0000.0018). Para maiores esclarecimentos estas informações podem ser consultadas também junto ao Comitê de Ética em Pesquisa.

CEP: Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Pará (CEP - ICS/UFPA). Rua Augusto Corrêa, nº 01, Campus do Guamá. UFPA, Faculdade de Enfermagem do ICS, sala 13, 2º andar, CEP: 66.075-110, Belém-Pará. Tel: 3201-7735 E-mail: cepccs@ufpa.br

6.6. LIMITAÇÕES DA METODOLOGIA

A metodologia proposta para avaliação dos projetos apresenta limitações inerentes, notadamente, a dependência de dados de alta precisão e a sensibilidade das análises estatísticas a diferentes conjuntos de dados.

A atribuição de ponderações aos parâmetros avaliados pode ser influenciada subjetividades imputadas por especialistas diante do processo de coleta de dados. Os resultados podem ser diretamente afetados, por serem baseados na opinião de especialistas que contribuíram para o estudo Delphi introduzindo a possibilidade de tendências ou conceitos individuais por parte desses especialistas.

A possível falta da experiência técnica substancial entre os participantes, independente do que seja curricularmente claro e expressado pelos especialistas participantes, pode limitar a adequação das opiniões, afetando a amplitude dos resultados devido a complexidade das temáticas relacionadas às grandes obras de drenagem urbana. O estudo Delphi foi realizado em um contexto específico, sugerindo cautela na generalização dos resultados para outras realidades contextuais.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1. TESTES-PILOTO (MÉTODOS 1 E 2)

A “Planilha Interativa” (Método 1) e o “Questionário Online” (Método 2) passaram por uma rotina de testagem em 3 etapas. A primeira, verificou a clareza e o funcionamento da estruturação, submetida a avaliação de três engenheiros, entre civis e sanitaristas, com experiência em projetos de drenagem.

A segunda etapa de teste, ajustou as sugestões alcançadas na primeira etapa, reduzindo a quantidade de interações para conclusão da coleta de dados, também submetida a avaliação de três engenheiros, entre civis e sanitaristas, com experiência em projetos de drenagem.

A terceira etapa complementou as ferramentas de coletas de dados com estruturas textuais necessárias para melhor imersão do especialista consultado a pesquisa.

7.2. IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS TÉCNICOS (MÉTODOS 1 E 2)

Respeitando as diretrizes acordadas na submissão e aprovação junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Pará (CEP/UFPA) (DAAE 74518523.4.0000.0018). Não se estabeleceu nenhum mecanismo de identificação destes profissionais, além do convite enviado a compor a pesquisa. Foram enviados convites a especialistas de Belém/PA, Fortaleza/CE, Porto Alegre/RS e São Paulo/SP.

Pelo Método 1 foram contactados 22 especialistas de Belém/PA, Fortaleza/CE, Porto Alegre/RS e São Paulo/SP. Destes, houve retorno somente de 8 participantes (36%), sendo 6 de Belém/PA e 2 de Fortaleza/CE, dentro das recomendações de Pareja (2003).

Pelo Método 2, a pesquisa houve contato de 19 especialistas e o retorno somente de 10 (53%), atendendo as recomendações de Grisham (2009) e Osborne et al. (2003). Destes, 5 especialistas de Belém/PA, 3 de Fortaleza/CE e 2 de São Paulo/SP.

A menor adesão ao Método 1, com base nos *feedbacks* alcançados, se deu por conta da demanda de tempo, raciocínio e complexidade das relações entre os elementos analisados por pares, enquanto o Método 2 se apresentou de maneira bem mais rápida e objetiva.

O local de atuação e a aceitação em participar da pesquisa foram as únicas perguntas realizadas além do corpo técnico do estudo.

Todos os 8 participantes pelo Método 1 e os 10 participantes pelo Método 2, concordaram em participar da pesquisa. Salienta-se que a maioria dos especialistas a quem foram enviados os convites, aceitaram a participação de maneira imediata, embora alguns destes não tenham retornado com as respostas até a conclusão desta etapa.

Aos especialistas foram apresentadas as 4 dimensões e os 26 parâmetros previamente alcançadas pela análise da literatura focada em projetos de grandes obras de drenagem urbana realizada previamente no estudo. Diante da estrutura de coleta de dados, junto a cada dimensão, foi dado espaço para que os especialistas sugerissem novos parâmetros e justificassem suas sugestões. No Quadro 40 apresentam-se as sugestões apontadas por especialistas na coleta de dados.

Quadro 40. Sugestões apontadas por especialistas na coleta de dados pelos Métodos 1 e 2.

| N. | Sugestão | Justificativa apresentada | Método |
|----|--|--|--------|
| 1 | Interação com a comunidade | “Construção de um relacionamentos com a comunidade envolvida, ouvindo as suas principais necessidades e tirando eventuais dúvidas de modo a adquirir confiança e parceria na implantação da obra.” | 1 |
| 2 | Comparação com obras similares | “Buscar conhecimentos adquiridos por outros agentes que realizaram obras similares, suas experiência positivas e negativas a fim de otimizar o projeto.” | 1 |
| 3 | Adoção de medidas não-estruturais | “Criação de medidas visando otimizar o gerenciamento dos riscos, como a elaboração de planos de contingência ou de prevenção através da Defesa Civil, Mapeamento das áreas de risco, educação ambiental em escolas e centros comunitários, dentre outras.” | 1 |
| 4 | Preocupações com drenagem urbana na gestão pública | “Adoção de medidas para a ocupação urbana visando minimizar os problemas decorrentes da ausência de áreas impermeáveis nas cidades.” | 1 |
| 5 | Social | “Vale considerar os aspectos sociais no projeto. Quais as percepções da população em relação ao projeto? Paisagística; bem-estar; visual.” | 1 |
| 6 | Existência de sistema de alerta | “Há sistema de alerta para orientar os usuários do sistema viário sobre alagamentos?” | 1 |
| 7 | Instalação de sistemas de monitoramento na macrodrenagem | “A tendência global é que haverá necessidade de se conviver com chuvas intensas cada vez mais frequentes em decorrência das mudanças climáticas. O investimento em sistema de monitoramento, alerta e controle dos alagamentos tende a ser | 1 |

| N. | Sugestão | Justificativa apresentada | Método |
|----|---|--|--------|
| | | prioritário, uma vez que a expansão física dos sistemas de drenagem convencionais ficarão cada vez mais caros.” | |
| 8 | Participação da comunidade | “A escuta é fundamental para que o projeto seja viável, afinal, são os maiores interessados no sucesso do projeto que lhes proporcionará melhoria na qualidade de vida.” | 2 |
| 9 | Parâmetros climáticos | “A maioria dos projetos não apresentaram. Os projetos são poucos e não feitos de maneira clara. Geralmente, não apresentam parâmetros de viabilidade ambiental. A viabilidade dos projetos são poucas.” | 2 |
| 10 | Governança do Órgão Gestor | “Capacidade Técnica.” | 2 |
| 11 | Tecnologia | “Utilização da melhor tecnologia disponível.” | 2 |
| 12 | Coeficiente de urbanização | - | 2 |
| 13 | Coeficiente de Escoamento Superficial | - | 2 |
| 14 | Vazão Específica | - | 2 |
| 15 | Coeficiente Econômico | - | 2 |
| 16 | Percentual de Área Alagável | - | 2 |
| 17 | Densidade Populacional | - | 2 |
| 18 | Custo etapalização projeto de do | “Projetos subdivididos em muitas etapas correm o risco de ter etapas que jamais serão implementadas, ou, quando o forem, seus custos serão muito superiores ao valor estimado no projeto inicial.” | 2 |
| 19 | Remediação ambiental ou mitigação impactos dos ambientais | “Deve ser uma ação de monitoramento e execução permanente para que o projeto cumpra a sua função técnica, social, saneamento e conforto ambiental.” | 2 |
| 20 | Regionalização de custos | “Os custos variam de estado para estado.” | 2 |
| 21 | Áreas infiltração de | “Incluir previsão de áreas de infiltração como praças, parques, canteiros e/ou outros dispositivos que contribuam para a captação de águas pluviais e, consequentemente reduzindo a utilização de seção plena de escoamento dos dispositivos de drenagem, além de contribuir para o aumento do volume do lençol freático.” | 2 |

| N. | Sugestão | Justificativa apresentada | Método |
|----|---|---|--------|
| 22 | Medidas alternativas para controle das cheias urbanas | “Visão holística sobre a bacia de contribuição ao escoamento superficial. Controle de montante. Legislação específica para armazenamento intra-lote.” | 2 |
| 23 | Aprofundar a hidrologia | - | 2 |
| 24 | Sistemas de reuso das águas pluviais em prédios públicos, condomínios e residências | “Proporcionando capacitação quanto a forma de execução e manutenção.” | 2 |
| 25 | Sistema de gestão de resíduos sólidos | - | 2 |
| 26 | Implantação de tecnologias abrangendo desde a limpeza de logradouros até a coleta de resíduos domiciliares, hospitalares, etc | - | 2 |
| 27 | Central de monitoramento dessas ações | - | 2 |
| 28 | Padronização | “Os projetos são feitos sem nenhum padrão bem definido. Deverão ser usados padrões mais modernos.” | 2 |
| 29 | Leis | “Legislação específica sobre drenagem urbana atrelada ao uso e ocupação do solo.” | 2 |

Fonte: Autor, 2024.

Um parâmetro que impõe a comparação com obras similares é uma maneira de buscar conhecimento prévio por meio da experiência de outras obras semelhantes, e uma prática valiosa, porém, subjetiva diante do desafio de equiparar objetivos, aspectos locais e complexidade de diferentes projetos. Ainda assim, é valioso aprender com os sucessos e falhas de projetos anteriores, otimizando o planejamento e a execução.

A adoção de medidas não-estruturais, como educação ambiental, planos de contingência e prevenção, é crucial para um sistema de drenagem urbana completo. Essas ações podem ajudar na minimização de riscos e no engajamento da comunidade e está diretamente relacionada com a adoção de soluções alternativas.

Um parâmetro relacionado às preocupações com drenagem urbana na gestão pública destaca a importância de políticas e ações para minimizar os problemas resultantes da ausência de áreas impermeáveis. Isso é essencial para um planejamento urbano sustentável, e está diretamente relacionada com a gestão sustentável da água.

A existência de sistema de alerta para alagamentos é fundamental para mitigar riscos e informar os usuários do sistema viário, contribuindo para a segurança da população. Sistemas de monitoramento na macrodrenagem, considerando as mudanças climáticas e a necessidade de investir em sistemas de monitoramento e alerta para alagamentos, são elementos críticos para a eficiência do sistema de drenagem urbana. Ambos, diretamente ligados a tecnologias avançadas, associadas a ferramentas de sistemas de informações geográficas.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, na avaliação bibliográfica, identificou-se que a participação da comunidade pode ser enquadrada como um parâmetro “Participação e engajamento da comunidade” com objetivo de analisar se as comunidades afetadas tiveram oportunidade de participar do processo de tomada de decisões e se foram engajadas de forma significativa no projeto. Além de verificar se houve canais de comunicação, consultas públicas e mecanismos de participação efetivos. Dentro de uma dimensão de “Impacto social”.

A participação comunitária pode ser expressa dentro de uma dimensão “Impacto político” com parâmetro de “Legitimidade e aceitação social” afim de avaliar a legitimidade e a aceitação social do projeto junto à população afetada e às partes interessadas. Isso envolve a construção de confiança, o respeito aos direitos das comunidades e a consideração das suas necessidades e perspectivas no processo de implementação.

A participação comunitária como um parâmetro dentro de uma dimensão “Educação Ambiental” buscando considerar se o projeto incentiva a participação ativa da comunidade local no processo de planejamento, implementação e monitoramento das ações de saneamento e drenagem, promovendo a conscientização, a mobilização e o engajamento dos moradores no cuidado com o meio ambiente.

O “Engajamento comunitário” é tão amplo que pode ser considerado uma dimensão com diversos objetivos (ARNSTEIN, 1969; PRETTY, 1995; HICKEY; MOHAN, 2005):

- Verificar o nível de envolvimento da comunidade no processo de planejamento, implementação e monitoramento do projeto. Isso inclui consultas públicas, reuniões comunitárias, grupos de trabalho, canais de comunicação abertos e transparentes, entre outros;
- Avaliar se foram realizadas ações de capacitação e empoderamento da comunidade, visando fortalecer seus conhecimentos, habilidades e confiança para participar ativamente nas decisões relacionadas ao projeto;
- Considerar se foram adotadas medidas para garantir a participação de grupos vulneráveis, como mulheres, idosos, pessoas com deficiência, comunidades tradicionais e outros grupos marginalizados. Isso inclui a criação de espaços seguros e acessíveis, além de estratégias específicas para garantir sua representatividade;
- Avaliar se foram adotadas estratégias eficazes de comunicação e divulgação do projeto, de forma clara, acessível e em linguagem adequada à comunidade. Isso inclui o uso de diferentes canais de comunicação, como mídias sociais, rádio comunitária, panfletos informativos, entre outros;
- Verificar se foram estabelecidos mecanismos para promover o consenso entre os diferentes atores envolvidos e para resolver eventuais conflitos de interesse que possam surgir durante o processo. Isso inclui a mediação, o diálogo e a busca por soluções que atendam às necessidades e demandas da comunidade;
- Considerar se foram estabelecidos mecanismos de monitoramento e avaliação do projeto de forma participativa, permitindo que a comunidade acompanhe e avalie os resultados e impactos do projeto ao longo do tempo;
- Avaliar a percepção da comunidade em relação ao projeto, por meio de pesquisas de opinião, entrevistas e feedback direto. Isso permite verificar se as expectativas da comunidade estão sendo atendidas, se há satisfação em relação ao processo de engajamento e se existem preocupações ou necessidades adicionais a serem consideradas.

Parâmetros climáticos dentro de uma visão genérica estão enquadrados dentro do parâmetro “Impacto ambiental” da dimensão “Viabilidade técnica”. A exemplo, a ausência de um estudo de impactos de mudanças climáticas sobre a obra a ser implementada, conduz a análise do projeto para uma classificação de inadequação.

Impactos ambientais podem ser encarados como um parâmetro amplo ou até mesmo uma dimensão, onde podem ser observados diversos detalhamentos, como (WATHERN, 2013; BUTLER, 2018):

Quanto a emissões de gases de efeito estufa para avaliar a quantidade de gases, como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), liberados pelo projeto, contribuindo para o aquecimento global e o efeito estufa. Essa análise ajuda a identificar medidas para reduzir as emissões e mitigar os impactos climáticos.

Quanto ao consumo de recursos naturais para verificar a quantidade de recursos naturais, como água, energia e materiais, utilizados pelo projeto. Isso inclui a análise do consumo de água para abastecimento e tratamento, a demanda energética das instalações e o uso de materiais de construção.

Quanto a degradação do solo para avaliar as alterações adversas ocorridas no solo em decorrência do projeto, como compactação, erosão, perda de fertilidade ou alterações nas características físicas, químicas e biológicas do solo. A análise busca identificar medidas para minimizar a degradação do solo e promover sua recuperação.

Quanto a degradação da biodiversidade para verificar os impactos do projeto sobre a diversidade biológica e os ecossistemas locais. Isso inclui a avaliação do impacto sobre a flora, a fauna e os habitats naturais, levando em consideração aspectos como fragmentação de habitats, perda de espécies e interferência nos ciclos ecológicos.

Quanto a contaminação do solo e água para analisar a possibilidade de contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas em decorrência do projeto. Isso inclui a avaliação de possíveis vazamentos de substâncias químicas, lixiviação de poluentes, contaminação por efluentes ou resíduos sólidos.

Quanto a alteração do clima local para verificar as possíveis alterações no clima local causadas pelo projeto, como mudanças nos padrões de vento, umidade, temperatura e precipitação. Isso inclui a análise do impacto sobre o microclima e as condições atmosféricas da região afetada.

Quanto a geração de resíduos e rejeitos para avaliar a quantidade e a natureza dos resíduos e rejeitos gerados pelo projeto, como resíduos de construção, efluentes líquidos, lodo de tratamento, entre outros.

A Governança do órgão gestor está diretamente ligada a capacidade técnica para desenvolvimento e implementação de grandes projetos e obras. Intrinsecamente a governança está associada a dimensão “Viabilidade técnica”, no desenvolvimento de seus parâmetros. Não existe viabilidade técnica se não houver governança entre órgãos públicos e empresas privadas envolvidas no desenvolvimento das obras.

Se detalhada, Governança e coordenação institucional, podem se tornar uma dimensão com diversos objetivos (GOMIDE; PEREIRA, 2018; OSTROM, 2010; COELHO et al., 2019):

A estrutura institucional para analisar a estrutura organizacional das instituições envolvidas no projeto, incluindo os órgãos governamentais responsáveis, agências reguladoras, empresas prestadoras de serviços e outros atores relevantes. Verificar se existe uma estrutura clara e bem definida que facilite a coordenação e colaboração entre essas instituições.

Definição de papel e responsabilidades para avaliar a definição clara dos papéis e responsabilidades das instituições envolvidas no projeto. Verificar se as responsabilidades são atribuídas de forma adequada e se existe um entendimento compartilhado das tarefas e funções de cada instituição.

A coordenação interinstitucional para verificar se existe um mecanismo de coordenação eficiente entre as instituições envolvidas no projeto. Isso inclui a realização de reuniões regulares, o estabelecimento de canais de comunicação efetivos e a busca de consenso nas decisões importantes.

A gestão integrada para avaliar se existe uma abordagem de gestão integrada do projeto, que envolva a colaboração e coordenação entre diferentes setores e disciplinas. Isso é especialmente importante em projetos de saneamento e drenagem urbana, que envolvem múltiplos aspectos, como infraestrutura, meio ambiente, saúde pública e planejamento urbano.

A participação das partes interessadas afim de considerar se as partes interessadas, incluindo a comunidade local, são envolvidas no processo de tomada de decisão e na implementação do projeto. Verificar se existem mecanismos de consulta,

participação e engajamento das partes interessadas, visando incorporar suas perspectivas e necessidades.

A capacidade institucional para avaliar a capacidade das instituições envolvidas no projeto em termos de recursos humanos, técnicos e financeiros. Verificar se as instituições possuem o conhecimento, expertise e capacidade de gerenciamento necessários para a implementação adequada do projeto.

O monitoramento e avaliação para considerar se existe um sistema de monitoramento e avaliação para acompanhar o progresso e os resultados do projeto. Isso envolve a definição de indicadores de desempenho, a coleta de dados relevantes e a análise regular dos resultados alcançados.

A sustentabilidade institucional afim de verificar se as instituições envolvidas no projeto possuem planos e estratégias para garantir a sustentabilidade a longo prazo das atividades de saneamento e drenagem urbana. Isso inclui aspectos como a gestão financeira, a capacitação dos funcionários e a manutenção adequada das infraestruturas.

A utilização da melhor tecnologia disponível é uma demanda imersa na dimensão “tecnologias e soluções alternativas”.

Sugestões como Coeficiente de urbanização, Coeficiente de escoamento superficial, Vazão específica, Coeficiente econômico, Percentual de área alagável, Densidade populacional, estão imersos na dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” dentro de seus quatro parâmetros. Do mesmo modo, estas sugestões estão relacionadas as dimensões “Viabilidade Técnica” e “Licenciamento e custo do projeto”.

Um parâmetro para custo de etapalização do projeto deve ser analisado dentro da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”, porém, a etapalização deve ser um item analisado dentro da “Viabilidade técnica”, onde uma etapalização não planejada ou mal planejada imputa uma avaliação inadequada ao parâmetro. A etapalização deve ser uma estratégia técnica, econômica e financeira para melhor desenvolvimento destes projetos.

A remediação ambiental e mitigação dos impactos ambientais são elementos considerados nas dimensões “Viabilidade Técnica” e “Licenciamento e custo do projeto”. A regionalização de custos é um elemento diretamente integrado a dimensão “Licenciamento e custo do projeto”.

As áreas de infiltração, as medidas alternativas para controle das cheias urbanas e o aprofundamento dos elementos de hidrologia são elementos diretamente associados a dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” e, também, na dimensão de

“Tecnologias e soluções alternativas”, possivelmente uma complementação em perguntas-síntese pode suprir o esclarecimento necessário a esta demanda.

Sistemas de reuso das águas pluviais em prédios públicos, condomínios e residências, sistema de gestão de resíduos sólidos, implantação de tecnologias abrangendo desde a limpeza de logradouros até a coleta de resíduos domiciliares, hospitalares, etc, e central de monitoramento são elementos integrados a dimensão de “Tecnologias e soluções alternativas”.

A padronização e uma legislação específica sobre drenagem urbana atrelada ao uso e ocupação do solo, atualmente, são macronecessidades que contrapõe as demandas por regionalização para estes projetos, considerando as dimensões e diversidade climática do Brasil.

Compreende-se que a conformidade legal é necessária para verificar se o projeto está em conformidade com as leis e regulamentações pertinentes, como leis de uso do solo, zoneamento urbano, código de edificações, entre outras. Além de avaliar se as obras estão sendo realizadas de acordo com os padrões técnicos e normas estabelecidas pelos órgãos competentes. Assim, a padronização e uma legislação específica sobre drenagem urbana são itens que podem ser adaptáveis dependendo da localidade onde os projetos estão situados.

A abordagem multidimensional neste estudo oferece uma visão abrangente e integrada dos projetos de grandes obras de drenagem urbana, com destaque a importância de considerar não apenas elementos técnicos, mas também dimensões financeiras, sociais, ambientais e climáticas para o planejamento e implementação bem-sucedida desses projetos. O desafio se deu em sintetizar e aglomerar como estas dimensões se estabelecem dentro das quatro dimensões propostas pela avaliação bibliográfica. Assim, optou-se por manter a base dos 26 parâmetros estudados.

Além das sugestões por novos parâmetros, os especialistas puderam realizar comentários que julgassem pertinentes à pesquisa, conforme se apresenta no Quadro 41.

Quadro 41. Comentários realizados por especialistas na coleta de dados pelo Métodos 1 e 2.

| N. | Comentário |
|----|---|
| 1 | <p>“Grandes obras de drenagem urbana devem incluir soluções de natureza estrutural e não estruturais. A oportunidade de se contar com um financiamento externo para implantação de obras de grande vulto em drenagem urbana não pode ser perdida sem que se foque também na definição de uma política sustentável de drenagem urbana, com a implantação de medidas não estruturais a partir de uma legislação específica para tratar da questão da drenagem urbana.</p> <p>Os tomadores de decisão precisam ter um esclarecimento sobre a importância da implementação de uma política sustentável, a longo termo, com relação à drenagem urbana. Soluções meramente estruturais correm o risco de em pouco tempo se tornarem obsoletas e ineficazes devido à tendência crescente de impermeabilização do solo urbano, com o consequente incremento do escoamento superficial. O uso de medidas não estruturais, baseadas num controle da geração do escoamento superficial intra-lotes e no espaço público deve ser sempre buscada na formação da política de drenagem urbana municipal. A governança dos órgãos afetos à gestão da drenagem urbana é outro aspecto essencial para se estruturar uma política sustentável e eficaz de solução para o problema da drenagem urbana.”</p> |
| 2 | <p>“A interação e compatibilização entre os parâmetros propostos, Viabilidade técnica, Licenciamento e custos, Eficácia no controle de alagamentos e Tecnologias e soluções alternativas são fundamentais, daí a consideração máxima de influência. Ao meu ver todos os parâmetros estão no mesmo nível de influência, pois, de forma integrada, conduzem a um projeto exequível, que cumpre a sua função. A manutenção e operação, pós-conclusão, é um parâmetro que pode ser incluído de forma separada, pois diz respeito à vida útil das obras, que, por requererem altos investimentos, “têm que se pagar”, aumentando o custo-benefício. O controle social, com a criação de comissões ou grupos de acompanhamento, proporciona a sensação de pertencimento à comunidade, criando uma nova mentalidade de preservação e auxílio/cobrança ao poder público para a boa execução/manutenção do empreendimento.”</p> |
| 3 | <p>“Como contribuição, sugiro observar aspectos hidrológicos, climáticos, altitudes, uso de solo.”</p> |
| 4 | <p>“Os projetos são feitos sem normas, portanto deverão ser concluídos com normas bem definidas.”</p> |

Fonte: Autor, 2024.

Os comentários dos especialistas são importantes contribuições para a pesquisa, pois fornecem maior compreensão sobre os desafios e oportunidades na avaliação de projetos de grandes obras de drenagem urbana.

O comentário 1 destaca a importância de uma política sustentável de drenagem urbana, que inclua soluções de natureza estruturais e não-estruturais. As soluções estruturais, como obras de drenagem, são essenciais para a redução dos impactos negativos das chuvas. No entanto, as soluções não-estruturais, como ações de controle da impermeabilização do solo, também são importantes para reduzir a geração de escoamento superficial e mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

O comentário 2 destaca a importância da interação e compatibilização entre os parâmetros propostos. Os parâmetros estão interligados e devem ser considerados de

forma integrada para garantir a eficácia do projeto. Além disso, o comentário sugere a importância parâmetros, como manutenção e operação pós-conclusão e controle social.

O comentário 3 sugere a inclusão de aspectos hidrológicos, climáticos, altitudes e uso do solo na avaliação de projetos de grandes obras de drenagem urbana. Esses aspectos são importantes para garantir a adequação técnica do projeto às condições específicas da região.

O comentário 4 destaca a importância da definição de normas para a elaboração de projetos de grandes obras de drenagem urbana. As normas ajudam a garantir a qualidade e a eficiência das obras, bem como a segurança da população.

Com base nos comentários dos especialistas, é possível concluir que a avaliação de projetos de grandes obras de drenagem urbana é um desafio complexo, que requer a consideração de múltiplos fatores.

7.3. MÉTODO 1 PARA COLETA DE DADOS

Para o Método 1, a luz do método Delphi, de sua base estatística para análise de consenso, não se seguiu para uma segunda rodada pois em todos os itens consultados, devido a variabilidade numérica dos resultados, não houve consenso entre a maioria dos especialistas.

Tem-se uma ideia inicial de que o Método Delphi se consiste nas consultas em busca de consenso estatístico quanto as opiniões emitidas por especialistas. Porém, analisou-se que ao se submeter os resultados da planilha para reanálise em uma segunda rodada, não haveria direcionamento ou norteamento para a busca do consenso, tendo em vista os valores dispersos. A amplitude de resultados em um parâmetro, por exemplo, foi de mais de 50%.

Vários autores frisam que a obtenção de consenso não é sempre possível ou desejável. Por exemplo, Gupta e Clarke (1996) afirmam que ao contrário de outros métodos de planejamento e previsão, o objetivo do Delphi não é chegar a uma resposta única ou a um consenso, mas simplesmente obter o maior número possível de respostas e opiniões de grande qualidade, de um grupo de especialistas, de modo a subsidiar tomadas de decisão. Tudo vai depender do caso particular em estudo e, consequentemente, do tipo de Delphi a aplicar.

Uma maneira para analisar os resultados foi por meio do ranqueamento da importância dos parâmetros e dimensões, desconsiderando inicialmente os valores alcançados.

Para o Método 1, a coleta de respostas diretamente por meio das Planilhas Interativa AHP, foram identificados 22 especialistas em Belém/PA, Fortaleza/CE, Porto Alegre/RS e São Paulo/SP. Houve contato, na maioria dos casos houve aceite prévio, explanação e explicação, bem como o envio do termo de consentimento e da “Planilha Interativa”.

Em uma janela de 3 meses, com algumas solicitações frequentes para o retorno das planilhas preenchidas, houve a devolução de 8 planilhas, ou seja, 36.36%, sendo 6 especialistas atuantes em Belém/PA e 2 em Fortaleza/CE.

As diferentes realidades de infraestrutura entre cidades como Belém/PA, Fortaleza/CE e São Paulo/SP têm um impacto significativo nos serviços de saneamento oferecidos. Essas disparidades podem ser observadas em vários aspectos, como:

Cobertura de saneamento: São Paulo/SP, como uma metrópole maior e mais desenvolvida, geralmente possui uma infraestrutura de saneamento mais consolidada em comparação com Belém/PA e Fortaleza/CE. Isso pode refletir em uma maior cobertura de serviços como abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, drenagem urbana, entre outros.

- Investimentos e tecnologias disponíveis/acessíveis: cada cidade tem diferentes capacidades de investimento em infraestrutura. São Paulo, por ser a maior cidade brasileira, mais rica, pode ter acesso a tecnologias mais avançadas e investimentos mais substanciais em sistemas de drenagem urbana e saneamento.
- Necessidades e desafios únicos: Belém e Fortaleza podem enfrentar desafios distintos, como áreas propensas a inundações, problemas de drenagem devido à topografia, disponibilidade de recursos hídricos e limitações financeiras para investir em infraestrutura.

Os diferentes perfis curriculares dos especialistas podem interferir na avaliação, mesmo que todos sejam projetistas de grandes obras de drenagem urbana, e deve se considerar as subjetividades relativas:

- O contexto regional da formação acadêmica e experiência profissional: Especialistas de diferentes regiões podem ter formação e experiência

adaptadas às necessidades específicas de suas áreas. Por exemplo, especialistas de Belém podem ter mais experiência com soluções para áreas alagadas ou regiões com chuvas intensas, enquanto especialistas de São Paulo podem estar mais familiarizados com problemas urbanos de grande escala e infraestruturas complexas.

- A influência do contexto das perspectivas e abordagens profissionais: As diferentes realidades das cidades podem influenciar a maneira como os especialistas veem e abordam os problemas de drenagem urbana. Suas experiências práticas e a exposição a desafios específicos de suas respectivas cidades podem moldar suas perspectivas e soluções propostas.
- A variação na priorização gera consequências na avaliação: Essas diferentes realidades podem levar a uma priorização diferenciada dos parâmetros de viabilidade técnica. Por exemplo, especialistas de Belém podem valorizar mais a capacidade de enfrentar inundações, enquanto especialistas de São Paulo podem priorizar tecnologias avançadas para gerenciamento de água.
- A interpretação dos parâmetros: As discrepâncias nas condições de infraestrutura podem influenciar a interpretação dos parâmetros de viabilidade técnica. Por exemplo, a importância atribuída ao parâmetro de compatibilidade com infraestrutura existente pode variar significativamente, pois as cidades possuem infraestruturas diferentes.

As diferentes realidades de infraestrutura entre Belém/PA, Fortaleza/CE e São Paulo/SP e as distintas experiências e formações dos especialistas podem gerar perspectivas variadas e prioridades divergentes na avaliação de projetos de drenagem urbana. Essas disparidades foram consideradas ao interpretar as avaliações dos especialistas e ao tomar decisões para o planejamento e execução de obras nesse campo.

Como feedback inicial foi constatado que a complexidade na elaboração das respostas foi um impedimento para maior adesão de especialistas. O método AHP é caracterizado pela análise por pares entre parâmetros de linhas e colunas, onde pela escala de Saaty se atribuem valores para caracterizar a importância de um parâmetro em detrimento do outro.

A cada especialista exige-se de uma excelente organização estrutural sobre o conteúdo da pesquisa para atribuir valores coesos a sua percepção e experiência ao objetivo programado. Assim, é comum que no decorrer ou ao fim da análise por pares, novas reflexões surjam e ajustes sejam implementados nos valores atribuídos. Provavelmente o Índice de Consistência (CR) presente e automatizado na “Planilha Interativa” foi outro fator determinante para o processo de desenvolvimento, análise e possíveis reanálises efetuadas.

A complexidade do tema, da associação entre as variáveis, ligados a subjetividades envolvidas quando a maneira que cada profissional enxerga e elabora determinados elementos de projetos de grandes obras de drenagem urbana, além do próprio processo de preenchimento da planilha, mostram que a organização do processo de resposta é muito mais elaborada e trabalhosa neste Método 1.

A escolha das medidas numéricas descritivas utilizadas levou em consideração o propósito para o qual o resumo descritivo dos dados é realizado, a facilidade de interpretação, o grau de sensibilidade a valores extremos, e o potencial para uso em inferência estatística.

Na análise dos dados compreendeu-se que entre as medidas de variação, a amplitude melhor reflete o que se busca compreender dos dados obtidos. Cálculos estatísticos como o coeficiente de variação ou dispersão não refletem a análise dos dados pois não há valores de respostas que possam ser considerados como ideais ou factíveis. A proposta metodológica não trabalhou com a Escala Likert, onde na escala de respostas tem-se resultados considerados corretos ou adequados.

As análises por dispersão geram coeficientes de variação altos, mesmo que visualmente nos gráficos sejam notórias as existências de faixas de proximidade entre os dados. Assim, a análise pela diferença do valor máximo e do valor mínimo mostrou-se mais adequada. Para cada parâmetro e dimensão foi calculada a amplitude.

A percepção inicial é de que quanto menor esse valor da amplitude, significa que o agrupamento das respostas alcançadas foi bem aproximado. A análise pelos box-plots detalha a estatística dos dados e possibilita a percepção sobre os outliers.

Para controlar a retirada arbitrária desses outliers, a amplitude interquartil é uma ferramenta estatística que se adequa a proposta de análise, pois não é afetada se uma fração pequena dos valores é muito pequena ou muito grande, utilizando a distância entre o 3º quartil e o 1º quartil.

Os parâmetros e dimensões com uma amplitude maior, podem ser justificadas de acordo com sua subjetividade, o local e currículo dos especialistas envolvidos. É consenso estatístico que a qualificação de um coeficiente como alto ou baixo requer familiaridade com o material que é objeto de pesquisa.

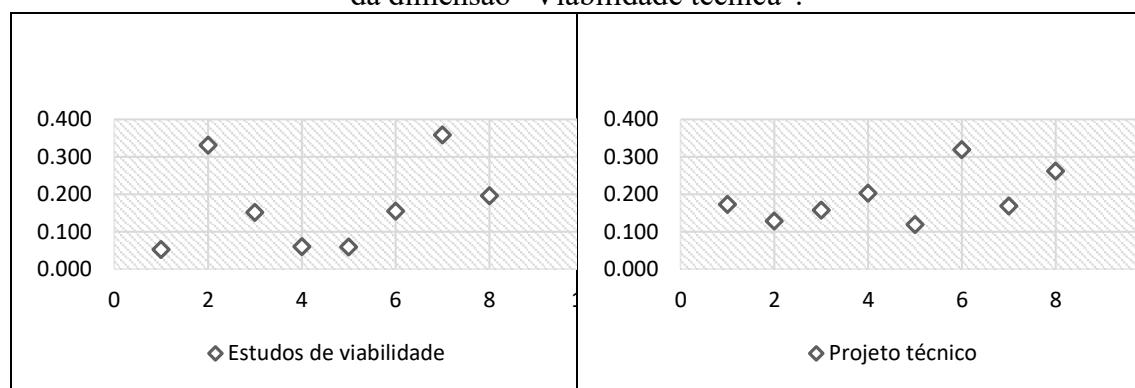
No Método AHP, após a análise por pares, são normalizados valores representativos aos percentuais de importância dos elementos correlacionados, valores que somados representam o universo de 100%. O percentual de importância de cada um dos parâmetros e dimensões foi o valor correlacionado entre os especialistas na busca de consenso.

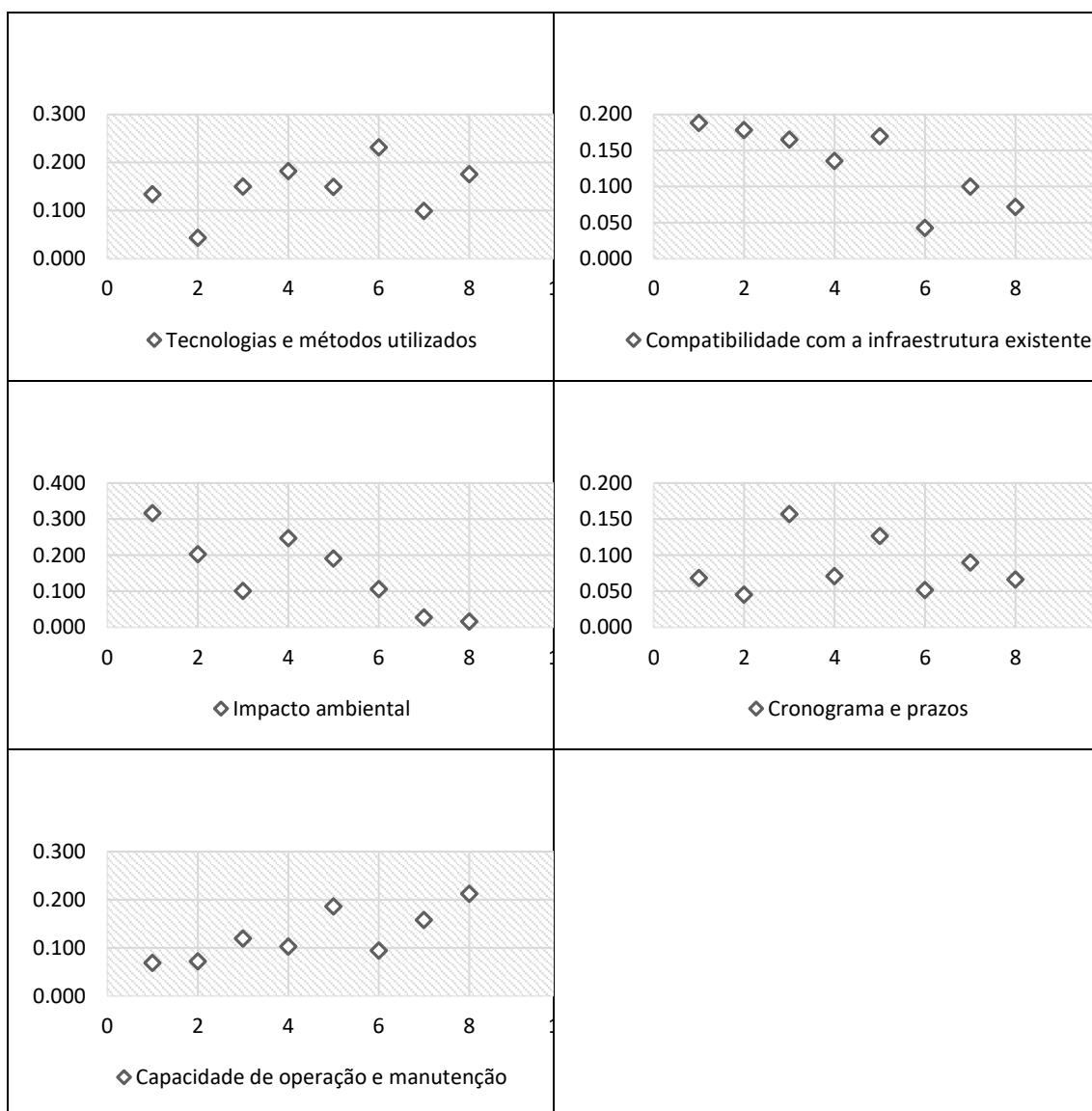
7.3.1. Parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica”

Aos especialistas foram apresentados os 7 parâmetros previamente estudados pela avaliação bibliográfica da dimensão “Viabilidade técnica”, seguindo a lógica de coleta de dados para inserção de valores em uma escala de 1 a 9 (escala de Saaty), onde mais próximo de 1 significa de igual importância e mais próximo de 9 significa extremamente mais importante, obedecendo a análise de pares entre linhas e colunas (Método AHP).

Na Figura 3 são apresentados os gráficos de dispersão dos 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica” para avaliação de projetos de grandes obras de drenagem urbana, considerando as respostas dos 8 especialistas participantes.

Figura 3. Gráficos de dispersão das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância dos 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica”.





Fonte: Autor, 2024.

Não há valores de respostas que possam ser considerados como ideais ou corretos para os parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica”, assim como não há disposição de uma faixa de valores considerada como coerente, na literatura. Deste modo, mesmo que visualmente nos gráficos sejam notórias as existências de faixas de proximidade entre os dados, na Tabela 3 apresenta-se o detalhamento estatístico dos parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica”.

Tabela 3. Síntese estatística das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância dos 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica”.

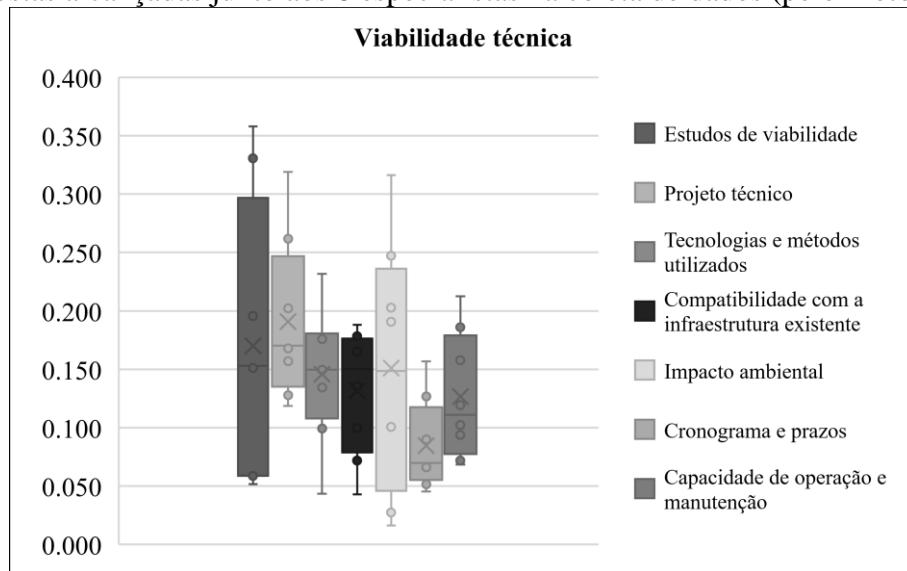
| Viabilidade técnica | | | I | II | III | IV | V | VI | VII |
|----------------------|------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Parâmetros | | | | | | | | | |
| Especialistas | Belém | A | 0,052 | 0,173 | 0,134 | 0,188 | 0,316 | 0,068 | 0,068 |
| | Belém | B | 0,331 | 0,128 | 0,043 | 0,178 | 0,203 | 0,045 | 0,072 |
| | Belém | C | 0,151 | 0,157 | 0,150 | 0,165 | 0,101 | 0,157 | 0,119 |
| | Belém | D | 0,059 | 0,202 | 0,182 | 0,136 | 0,247 | 0,071 | 0,102 |
| | Belém | E | 0,358 | 0,168 | 0,099 | 0,100 | 0,027 | 0,090 | 0,158 |
| | Belém | F | 0,196 | 0,262 | 0,176 | 0,072 | 0,016 | 0,066 | 0,213 |
| | Fortaleza | G | 0,059 | 0,119 | 0,149 | 0,170 | 0,191 | 0,127 | 0,186 |
| | Fortaleza | H | 0,155 | 0,319 | 0,232 | 0,043 | 0,106 | 0,052 | 0,094 |
| Mínimo | | | 0,052 | 0,119 | 0,043 | 0,043 | 0,016 | 0,045 | 0,068 |
| Máximo | | | 0,358 | 0,319 | 0,232 | 0,188 | 0,316 | 0,157 | 0,213 |
| Amplitude | | | 0,306 | 0,200 | 0,188 | 0,145 | 0,300 | 0,111 | 0,144 |
| 1º Quartil | | | 0,059 | 0,150 | 0,126 | 0,093 | 0,082 | 0,063 | 0,088 |
| Mediana | | | 0,153 | 0,170 | 0,150 | 0,150 | 0,149 | 0,070 | 0,111 |
| 3º Quartil | | | 0,229 | 0,217 | 0,177 | 0,172 | 0,214 | 0,099 | 0,165 |
| AI | | | 0,170 | 0,068 | 0,052 | 0,079 | 0,131 | 0,037 | 0,076 |
| Desv.P | | | 0,112 | 0,064 | 0,053 | 0,051 | 0,099 | 0,036 | 0,050 |
| Média | | | 0,170 | 0,191 | 0,146 | 0,131 | 0,151 | 0,084 | 0,127 |
| CV | | | 0,661 | 0,336 | 0,363 | 0,385 | 0,657 | 0,427 | 0,395 |

Legenda: I - Estudos de viabilidade; II - Projeto técnico; III - Tecnologias e métodos utilizados; IV - Compatibilidade com a infraestrutura existente; V - Impacto ambiental; VI - Cronograma e prazos; VII - Capacidade de operação e manutenção; AI – Amplitude interquartil; Desv.P – Desvio padrão; e CV – Coeficiente de variação.

Fonte: Autor, 2024.

Na Figura 4 apresenta-se o gráfico box-plot dos resultados dos 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica” para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1).

Figura 4. Box-plots dos 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica” para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1).



Fonte: Autor, 2024.

Os box-plots mostram a presença de valores outliers, que impactam significativamente na distribuição dos resultados. Os parâmetros “Estudos de viabilidade” e “Impacto ambiental” apresentaram maior variabilidade do percentual de importância atribuído pelos especialistas, indicando maior divergência entre os resultados. Os parâmetros “Tecnologias e métodos utilizados” e “Cronograma e prazos” foram os que apresentaram menor variabilidade do percentual de importância atribuído pelos especialistas, indicando convergência entre os resultados.

O parâmetro “Estudos de viabilidade” apresentou amplitude de 30,6% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo em quase a metade este valor quando considerada a amplitude interquartil, para 17%.

O parâmetro “Projeto técnico” apresentou amplitude de 20% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo em mais da metade este valor quando considerada a amplitude interquartil, para 6,8%.

O parâmetro “Tecnologias e métodos utilizados” apresentou amplitude de 18,8% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo em quase quatro vezes este valor quando considerada a amplitude interquartil, para 5,2%.

O parâmetro “Compatibilidade com a infraestrutura existente” apresentou amplitude de 14,5% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo em quase a metade este valor quando considerada a amplitude interquartil, para 7,9%.

O parâmetro “Impacto ambiental” apresentou amplitude de 30% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo em mais da metade deste valor quando considerada a amplitude interquartil, para 13,1%.

O parâmetro “Cronograma e prazos” apresentou amplitude de 11,1% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo em três vezes seu valor quando considerada a amplitude interquartil, para 3,7%.

O parâmetro “Capacidade de operação e manutenção” apresentou amplitude de 14,4% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo em quase a metade deste valor quando considerada a amplitude interquartil, para 7,6%.

O mapa de cores foi a ferramenta utilizada para melhor visualizar o ranqueamento dos 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica” entre os 8 especialistas, conforme apresenta-se no Quadro 42.

Quadro 42. Mapa de cores para o ordenamento da importância entre os 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica”, para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1).

| Ran que ame nto | Especialistas | | | | | | | |
|--------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | Belém | | Belém | | Belém | | Fortaleza | |
| | A | B | C | D | E | F | G | H |
| 1º | Impacto ambiental | Estudos de viabilidade | Compatibilidade com a infraestrutura existente | Impacto ambiental | Estudos de viabilidade | Projeto técnico | Impacto ambiental | Projeto técnico |
| 2º | Compatibilidade com a infraestrutura existente | Impacto ambiental | Projeto técnico | Projeto técnico | Projeto técnico | Capacidade de operação e manutenção | Compatibilidade com a infraestrutura existente | Tecnologias e métodos utilizados |
| 3º | Projeto técnico | Compatibilidade com a infraestrutura existente | Cronograma e prazos | Tecnologias e métodos utilizados | Capacidade de operação e manutenção | Estudos de viabilidade | Capacidade de operação e manutenção | Estudos de viabilidade |
| 4º | Tecnologias e métodos utilizados | Projeto técnico | Estudos de viabilidade | Compatibilidade com a infraestrutura existente | Compatibilidade com a infraestrutura existente | Tecnologias e métodos utilizados | Tecnologias e métodos utilizados | Impacto ambiental |
| 5º | Cronograma e prazos | Capacidade de operação e manutenção | Tecnologias e métodos utilizados | Capacidade de operação e manutenção | Tecnologias e métodos utilizados | Compatibilidade com a infraestrutura existente | Cronograma e prazos | Capacidade de operação e manutenção |
| 6º | Capacidade de operação e manutenção | Cronograma e prazos | Capacidade de operação e manutenção | Cronograma e prazos | Cronograma e prazos | Cronograma e prazos | Projeto técnico | Cronograma e prazos |
| 7º | Estudos de viabilidade | Tecnologias e métodos utilizados | Impacto ambiental | Estudos de viabilidade | Impacto ambiental | Impacto ambiental | Estudos de viabilidade | Compatibilidade com a infraestrutura existente |
| Legenda de cores | | | | | | | | |
| Estudos de viabilidade | | Projeto técnico | Tecnologias e métodos utilizados | Compatibilidade com a infraestrutura existente | Impacto ambiental | Cronograma e prazos | Capacidade de operação e manutenção | |

Fonte: Autor, 2024.

Os resultados obtidos na avaliação dos sete parâmetros da dimensão "Viabilidade técnica" fornecem informações valiosas sobre a percepção dos especialistas em relação à importância desses aspectos em projetos de grandes obras de drenagem urbana.

"Estudo de viabilidade" foi oscilante e controverso entre os 7 parâmetros avaliados. Se apresentou duas vezes como o mais importante, duas vezes como o terceiro mais importante, uma vez como o quarto mais importante e três vezes como o menos importante. O parâmetro foi controverso inclusive sob a perspectiva da regionalização das respostas. Especialistas de Belém/PA e Fortaleza/CE oscilaram entre suas respostas.

"Projeto técnico" se apresentou duas vezes como o mais importante, com avaliações de especialistas de Belém/PA e Fortaleza/CE. Três vezes como o segundo mais importante, uma vez como terceiro, quarto e sexto, respectivamente, sendo que um especialista de Fortaleza/CE atribuiu a sua classificação de menor importância.

"Tecnologias e métodos utilizados" apareceu uma vez em segundo lugar, uma vez em terceiro, três vezes em quarto lugar, duas vezes em quinto lugar e um vez em último lugar, entre os sete parâmetros quanto a ordem de importância para a análise da adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana. A melhor classificação foi dada por um especialista de Fortaleza/CE e a pior, por um especialista de Belém/PA.

"Compatibilidade com a infraestrutura existente" apresentou-se uma vez como o mais importante por um especialista de Belém/PA. Uma vez como o segundo mais importante, duas vezes como o terceiro mais importante, duas vezes como o quarto mais importante, uma vez como o quinto e uma vez como o menos importante. Entre os especialistas de Fortaleza/CE, houve um terceiro lugar e uma última posição.

Assim como "Estudo de viabilidade", "Impacto ambiental" foi um parâmetro oscilante e controverso entre os 7 parâmetros avaliados. "Impacto ambiental" apresentou-se uma vez como o mais importante, uma vez como o segundo mais importante, duas vezes como o terceiro mais importante, duas vezes como o quarto mais importante, uma vez como o quinto e uma vez como o menos importante. Especialistas das duas cidades convergiram em classificar o elemento como mais importante. E três especialistas de Belém/PA classificaram como o menos importante.

“Cronograma e prazos” ficou uma vez em terceiro lugar, duas vezes em quinto lugar e cinco vezes em sexto lugar. É o parâmetro mais regular no ranqueamento, mesmo considerando a regionalização entre os especialistas.

“Capacidade de operação e manutenção” alcançou o segundo lugar por duas vezes, uma vez o terceiro lugar, três vezes o quinto lugar e duas vezes o penúltimo lugar. A melhor classificação foi dada por um profissional de Fortaleza/CE, ainda assim, controversa ao outro profissional da cidade.

Observa-se influência da região de atuação dos especialistas nas suas percepções, como evidenciado pelas divergências em parâmetros específicos entre especialistas de Belém/PA e Fortaleza/CE.

“Estudos de viabilidade”, “Projeto técnico” e “Compatibilidade com infraestrutura existente” apresentaram-se como os parâmetros mais relevantes em várias ocasiões, sugerindo que são aspectos-chave a serem considerados prioritariamente.

“Cronograma e prazos”, “Capacidade de operação e manutenção” foram consistentemente classificados em posições intermediárias, indicando que, embora importantes, podem não ser considerados tão críticos quanto outros aspectos.

A presença de valores outliers destaca a diversidade de opiniões entre os especialistas, tornando a interpretação dos resultados mais desafiadora e indicando a necessidade de abordagens mais detalhadas para compreender essas discrepâncias.

Essas percepções variadas têm implicações significativas na tomada de decisões estratégicas para o planejamento de obras de drenagem urbana, destacando a necessidade de considerar múltiplas perspectivas ao tomar decisões.

As oscilações frequentes e divergências em certos parâmetros, como "Estudos de viabilidade" e "Impacto ambiental", podem ser analisadas como divergências características das diferenças regionais e curriculares dos especialistas consultados.

Os resultados destacam a necessidade de contextualizar as prioridades em função do local, indicando que a regionalização pode influenciar a percepção de importância dos parâmetros.

Esses resultados são fundamentais para uma análise mais abrangente e para tomar decisões mais bem fundamentadas ao planejar e executar projetos de drenagem urbana, levando em consideração a variedade de opiniões dos especialistas e suas respectivas áreas de atuação.

Destaca-se a presença de valores outliers nos box-plots que ressaltam a existência de respostas discrepantes entre os especialistas. Esses valores extremos podem influenciar consideravelmente a distribuição dos dados e, consequentemente, a interpretação dos resultados.

Embora tenha havido concordância ampla em certos parâmetros, como "Projeto técnico" e "Compatibilidade com a infraestrutura existente", observou-se uma variedade de perspectivas entre os especialistas, especialmente sobre "Estudos de viabilidade" e "Impacto ambiental". Esse aspecto sugere que as diferenças regionais, além das abordagens e conhecimentos técnicos específicos dos especialistas, podem dispersar resultados.

A ênfase na influência regional sobre as percepções dos especialistas ressalta a importância de considerar os contextos locais ao planejar projetos de drenagem urbana. Diferenças nos padrões de desenvolvimento urbano, questões climáticas, infraestrutura preexistente e políticas ambientais podem afetar significativamente a priorização de certos parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica” em diferentes regiões do país.

Os resultados, apesar das divergências, oferecem informações cruciais para a tomada de decisões em projetos de drenagem urbana. A compreensão desses pontos de vista variados pode permitir a criação de estratégias mais abrangentes e adaptáveis, capazes de considerar uma ampla gama de fatores e opiniões na execução desses projetos.

Além disso, uma análise aprofundada desses resultados, incorporando métodos estatísticos adicionais ou até mesmo abordagens qualitativas, oferecem uma visão mais complexa e robusta, permitindo a identificação de tendências mais claras ou a validação das divergências encontradas.

Estes resultados obtidos fornecem uma visão multifacetada da percepção dos especialistas sobre os parâmetros da dimensão "Viabilidade técnica". Porém, ressaltam a complexidade e a subjetividade inerente à avaliação desses projetos e a necessidade de considerar a diversidade de perspectivas ao elaborar estratégias e tomar decisões para projetos de drenagem urbana.

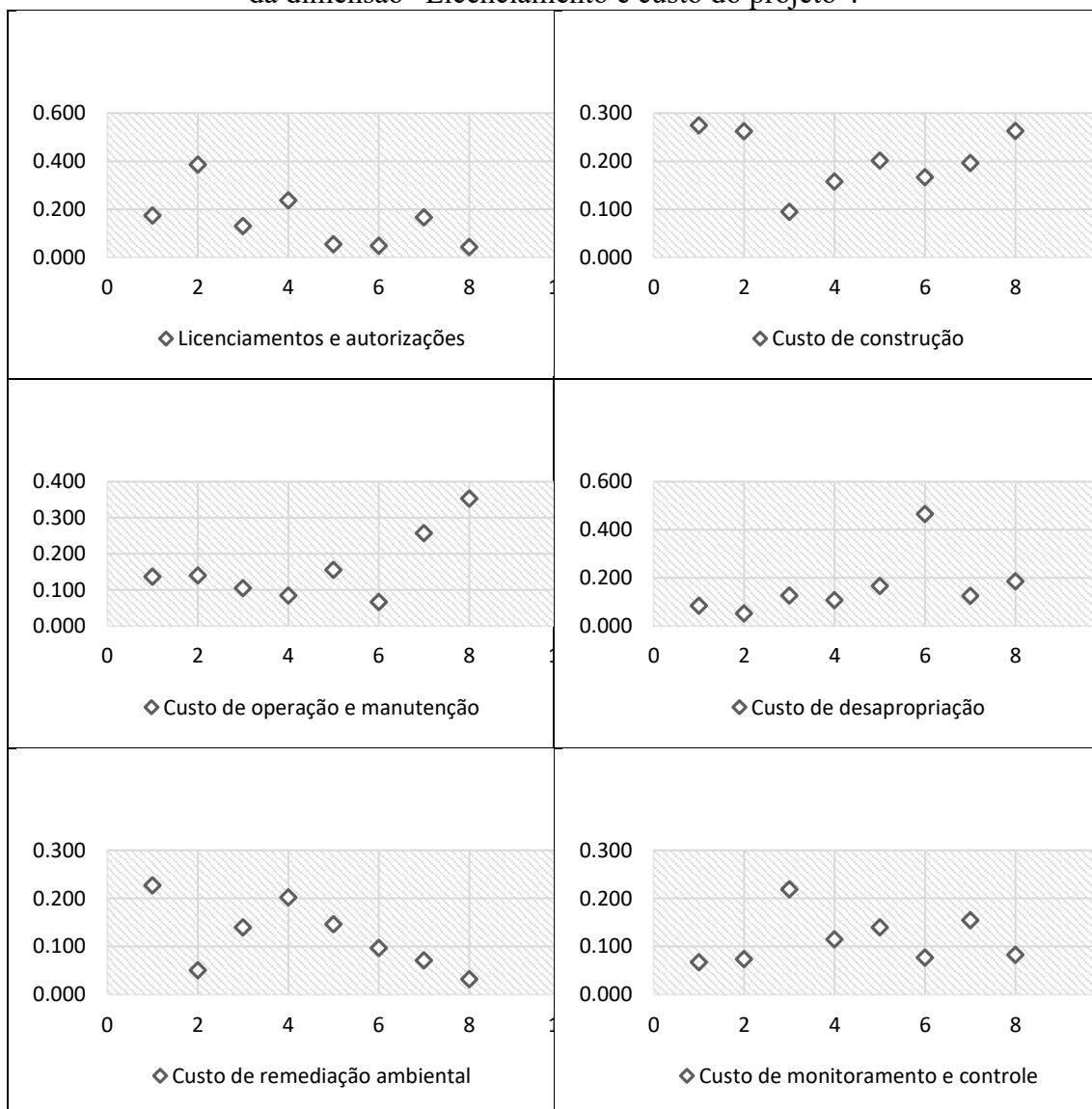
7.3.2. Parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”

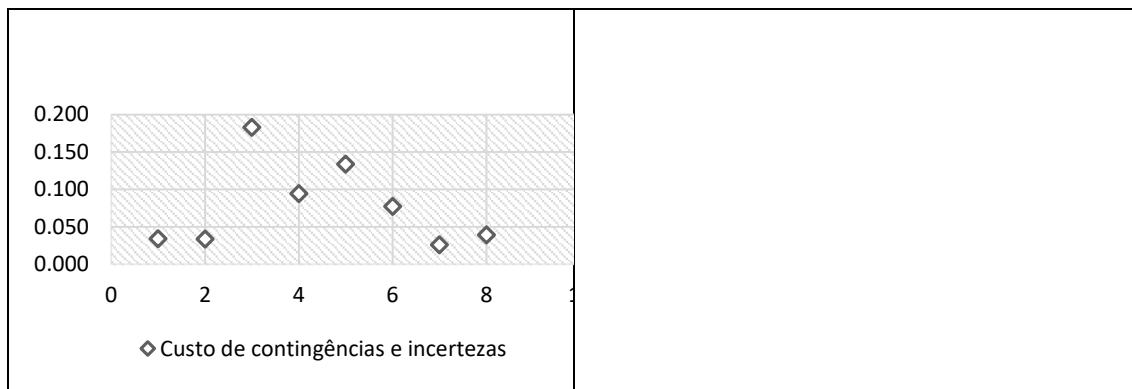
Aos especialistas foram apresentados os 7 parâmetros previamente estudados pela avaliação bibliográfica da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”, seguindo a

lógica de coleta de dados para inserção de valores em uma escala de 1 a 9 (escala de Saaty), onde mais próximo de 1 significa de igual importância e mais próximo de 9 significa extremamente mais importante, obedecendo a análise de pares entre linhas e colunas (Método AHP).

Na Figura 5 são apresentados os gráficos de dispersão dos 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” para avaliação de projetos de grandes obras de drenagem urbana, considerando as respostas dos 8 especialistas participantes.

Figura 5. Gráficos de dispersão das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância dos 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”.





Fonte: Autor, 2024.

Não há valores de respostas que possam ser considerados como ideais ou corretos para os parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”, assim como não há disposição de uma faixa de valores considerada como coerente. Deste modo, a mesmo que visualmente nos gráficos sejam notórias as existências de faixas de proximidade entre os dados, na Tabela 4 apresenta-se o detalhamento estatístico dos parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”.

Tabela 4. Síntese estatística das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância dos 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”.

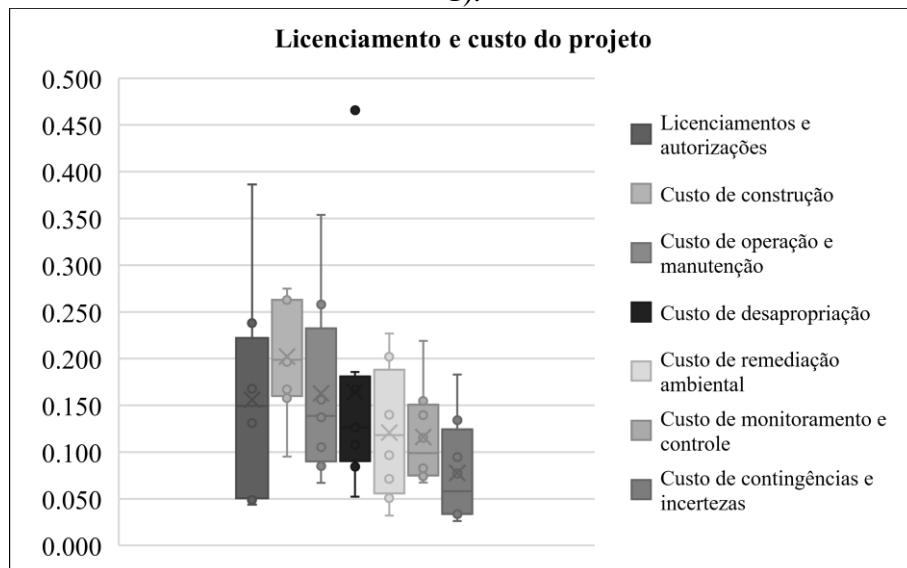
| Licenciamento e custo do projeto | | | I | II | III | IV | V | VI | VII |
|----------------------------------|------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Parâmetros | | | | | | | | | |
| Especialistas | Belém | A | 0,175 | 0,275 | 0,137 | 0,084 | 0,227 | 0,067 | 0,034 |
| | Belém | B | 0,386 | 0,263 | 0,140 | 0,052 | 0,051 | 0,074 | 0,034 |
| | Belém | C | 0,131 | 0,095 | 0,105 | 0,127 | 0,140 | 0,219 | 0,183 |
| | Belém | D | 0,238 | 0,158 | 0,085 | 0,108 | 0,202 | 0,115 | 0,095 |
| | Belém | E | 0,168 | 0,196 | 0,258 | 0,126 | 0,071 | 0,155 | 0,026 |
| | Belém | F | 0,044 | 0,263 | 0,354 | 0,186 | 0,032 | 0,083 | 0,039 |
| | Fortaleza | G | 0,055 | 0,201 | 0,156 | 0,167 | 0,146 | 0,140 | 0,134 |
| | Fortaleza | H | 0,049 | 0,167 | 0,067 | 0,466 | 0,097 | 0,077 | 0,077 |
| Mínimo | | | 0,044 | 0,095 | 0,067 | 0,052 | 0,032 | 0,067 | 0,026 |
| Máximo | | | 0,386 | 0,275 | 0,354 | 0,466 | 0,227 | 0,219 | 0,183 |
| Amplitude | | | 0,343 | 0,180 | 0,287 | 0,413 | 0,195 | 0,152 | 0,157 |
| 1º Quartil | | | 0,054 | 0,165 | 0,100 | 0,102 | 0,066 | 0,076 | 0,034 |
| Mediana | | | 0,149 | 0,199 | 0,139 | 0,126 | 0,118 | 0,099 | 0,058 |
| 3º Quartil | | | 0,191 | 0,263 | 0,181 | 0,172 | 0,160 | 0,143 | 0,104 |
| AI | | | 0,137 | 0,098 | 0,081 | 0,070 | 0,094 | 0,067 | 0,071 |
| Desv.P | | | 0,109 | 0,058 | 0,090 | 0,121 | 0,066 | 0,049 | 0,053 |
| Média | | | 0,156 | 0,202 | 0,163 | 0,165 | 0,121 | 0,116 | 0,078 |
| CV | | | 0,7 | 0,289 | 0,555 | 0,733 | 0,546 | 0,424 | 0,683 |

Legenda: I - Licenciamentos e autorizações; II - Custo de construção; III - Custo de operação e manutenção; IV - Custo de desapropriação; V - Custo de remediação ambiental; VI - Custo de monitoramento e controle; VII - Custo de contingências e incertezas; AI – Amplitude interquartil; Desv.P – Desvio padrão; e CV – Coeficiente de variação.

Fonte: Autor, 2024.

Na Figura 6 apresenta-se o gráfico box-plot dos resultados dos 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1).

Figura 6. Box-plots dos 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1).



Fonte: Autor, 2024.

Os box-plots mostram a presença de valores outliers, que impactam significativamente na distribuição dos resultados.

O parâmetro “Licenciamentos e autorizações” apresentou amplitude de 34,3% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo em duas vezes e meia este valor quando considerada a amplitude interquartil, para 13,7%.

O parâmetro “Custo de construção” apresentou amplitude de 18% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo em quase a metade deste valor quando considerada a amplitude interquartil, para 9,8%.

O parâmetro “Custo de operação e manutenção” apresentou amplitude de 28,7% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo em mais de três vezes deste valor quando considerada a amplitude interquartil, para 8,1%.

O parâmetro “Custo de desapropriação” apresentou amplitude de 41,3% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo em quase seis vezes este valor quando considerada a amplitude interquartil, para 7%.

O parâmetro “Custo de remediação ambiental” apresentou amplitude de 19,5% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo em pouco mais de duas vezes este valor quando considerada a amplitude interquartil, para 9,4%.

O parâmetro “Custo de monitoramento e controle” apresentou amplitude de 15,2% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo a menos da metade deste valor quando considerada a amplitude interquartil, para 6,7%.

O parâmetro “Custo de contingências e incertezas” apresentou amplitude de 15,7% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo a menos da metade deste valor quando considerada a amplitude interquartil, para 7,1%.

O mapa de cores foi a ferramenta utilizada para melhor visualizar o ranqueamento dos 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” entre os 8 especialistas, conforme apresenta-se no Quadro 43.

Quadro 43. Mapa de cores para o ordenamento da importância entre os 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”, para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1).

| Ranqueamento | Especialistas | | | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | Belém | Belém | Belém | Belém | Belém | Belém | Fortaleza | Fortaleza |
| | A | B | C | D | E | F | G | H |
| 1º | Custo de construção | Licenciamentos e autorizações | Custo de monitoramento e controle | Licenciamentos e autorizações | Custo de operação e manutenção | Custo de operação e manutenção | Custo de construção | Custo de desapropriação |
| 2º | Custo de remediação ambiental | Custo de construção | Custo de contingências e incertezas | Custo de remediação ambiental | Custo de construção | Custo de construção | Custo de desapropriação | Custo de construção |
| 3º | Licenciamentos e autorizações | Custo de operação e manutenção | Custo de remediação ambiental | Custo de construção | Licenciamentos e autorizações | Custo de desapropriação | Custo de operação e manutenção | Custo de remediação ambiental |
| 4º | Custo de operação e manutenção | Custo de monitoramento e controle | Licenciamentos e autorizações | Custo de monitoramento e controle | Custo de monitoramento e controle | Custo de monitoramento e controle | Custo de remediação ambiental | Custo de monitoramento e controle |
| 5º | Custo de desapropriação | Licenciamentos e autorizações | Custo de monitoramento e controle | Custo de contingências e incertezas |
| 6º | Custo de monitoramento e controle | Custo de remediação ambiental | Custo de operação e manutenção | Custo de contingências e incertezas | Custo de remediação ambiental | Custo de contingências e incertezas | Custo de contingências e incertezas | Custo de operação e manutenção |
| 7º | Custo de contingências e incertezas | Custo de contingências e incertezas | Custo de construção | Custo de operação e manutenção | Custo de contingências e incertezas | Custo de remediação ambiental | Licenciamentos e autorizações | Licenciamentos e autorizações |
| | | | | | | | | |
| Legenda de cores | | Licenciamentos e autorizações | Custo de construção | Custo de operação e manutenção | Custo de desapropriação | Custo de remediação ambiental | Custo de monitoramento e controle | Custo de contingências e incertezas |

Fonte: Autor, 2024.

Os resultados obtidos na avaliação dos sete parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” oferecem dados valiosos sobre a percepção dos especialistas em relação à importância desses aspectos para grandes obras de drenagem urbana.

“Licenciamentos e autorizações” classificado duas vezes como o mais importante, duas vezes em terceiro lugar, uma vez em quarto, outra em quinto e duas vezes na última posição entre os 7 parâmetros. Os dois especialistas de Fortaleza/CE classificaram o parâmetro como menos importante. Apesar das variações nas classificações, este parâmetro foi classificado em posições divergentes pelos especialistas, mostrando falta de consenso sobre sua importância.

“Custo de construção” foi ordenado em primeiro lugar por dois especialistas, em segundo lugar por quatro especialistas, na terceira posição uma vez e na última posição uma vez.

“Custo de operação e manutenção” O parâmetro é classificado por dois especialistas como o mais importante, por outros dois em terceiro lugar, por um em quarto lugar, dois em penúltimo e um na última colocação.

“Custo de desapropriação” é classificado em primeiro e segundo lugar pelos dois especialistas de Fortaleza/CE. Uma vez em terceiro lugar e cinco vezes em quinto lugar.

“Custo de remediação ambiental” aparece por duas vezes em segundo e em terceiro lugar. Uma classificação em quarto lugar e outra em último, além de duas em penúltimo lugar.

“Custo de monitoramento e controle” foi classificado como mais importante por um especialista, em quinto lugar por cinco especialistas, além de sexto e sétimo lugar por outros dois especialistas.

“Custo de contingências e incertezas” alcançou segundo e quinto lugar em classificações de dois especialistas, por três vezes em penúltimo lugar e outras três classificações em último lugar.

Os custos tidos como principais, como "Custo de construção" e "Custo de operação e manutenção", parecem ser os pontos de maior convergência entre os especialistas.

Os especialistas de Fortaleza/CE classificaram de forma diferente alguns parâmetros, indicando que as percepções podem ser influenciadas por fatores locais ou específicos de cada região. Apesar das divergências, há também consensos parciais, especialmente em relação à importância de certos parâmetros, indicando áreas-chave que exigem atenção prioritária.

A presença de outliers nos dados pode indicar divergências extremas entre algumas opiniões, dificultando a identificação clara de um consenso.

Essas percepções variadas podem ser cruciais para a tomada de decisões estratégicas e a alocação de recursos em projetos de drenagem urbana, enfatizando a importância de considerar opiniões divergentes para um planejamento mais abrangente e inclusivo.

A análise desses parâmetros oferece dados valiosos sobre as prioridades percebidas pelos especialistas e pode ajudar na elaboração de estratégias mais eficazes para a gestão de projetos de drenagem urbana, considerando as variadas perspectivas dos especialistas envolvidos.

Os resultados apresentam uma variação significativa nas classificações dos parâmetros, refletindo a diversidade de opiniões entre os especialistas. Por exemplo, "Licenciamentos e autorizações" e "Custo de construção" obtiveram classificações divergentes, com o primeiro sendo classificado de maneira variada entre os especialistas, enquanto o segundo, embora tenha sido destacado por vários especialistas, também sofreu variações em suas classificações.

Além disso, a presença de valores discrepantes (outliers) nos dados destacados nos box-plots pode indicar opiniões extremas entre alguns especialistas, o que torna desafiador identificar um consenso claro sobre a importância de certos parâmetros.

Apesar das divergências, há pontos de convergência entre os especialistas, especialmente em relação aos parâmetros "Custo de construção" e "Custo de operação e manutenção". No entanto, as diferentes classificações em outros parâmetros sugerem que as percepções podem ser influenciadas por fatores locais ou específicos de cada região.

No geral, a análise dos parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” oferece importantes informações sobre as prioridades percebidas pelos especialistas, e essa diversidade de opiniões são essenciais para uma tomada de decisão mais abrangente e inclusiva no planejamento e execução de projetos de drenagem urbana.

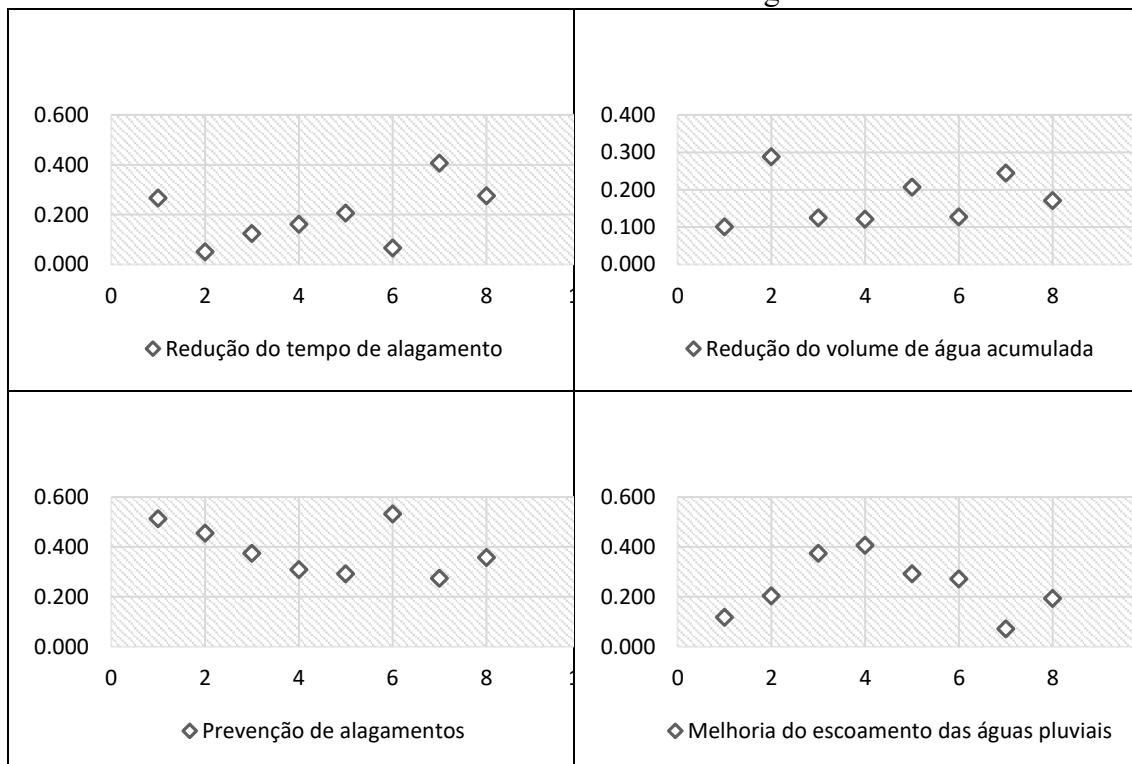
7.3.3. Parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”

Aos especialistas foram apresentados os 4 parâmetros previamente estudados pela avaliação bibliográfica da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”, seguindo a lógica de coleta de dados para inserção de valores em uma escala de 1 a 9 (escala de Saaty), onde mais próximo de 1 significa de igual importância e mais próximo

de 9 significa extremamente mais importante, obedecendo a análise de pares entre linhas e colunas (Método AHP).

Na Figura 7 são apresentados os gráficos de dispersão dos 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” para avaliação de projetos de grandes obras de drenagem urbana, considerando as respostas dos 8 especialistas participantes.

Figura 7. Gráficos de dispersão das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância dos 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”.



Fonte: Autor, 2024.

Não há valores de respostas que possam ser considerados como ideais ou corretos para os parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”, assim como não há disposição de uma faixa de valores considerada como coerente. Deste modo, a mesmo que visualmente nos gráficos sejam notórias as existências de faixas de proximidade entre os dados, na Tabela 5 apresenta-se o detalhamento estatístico dos parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”.

Tabela 5. Síntese estatística das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância dos 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”.

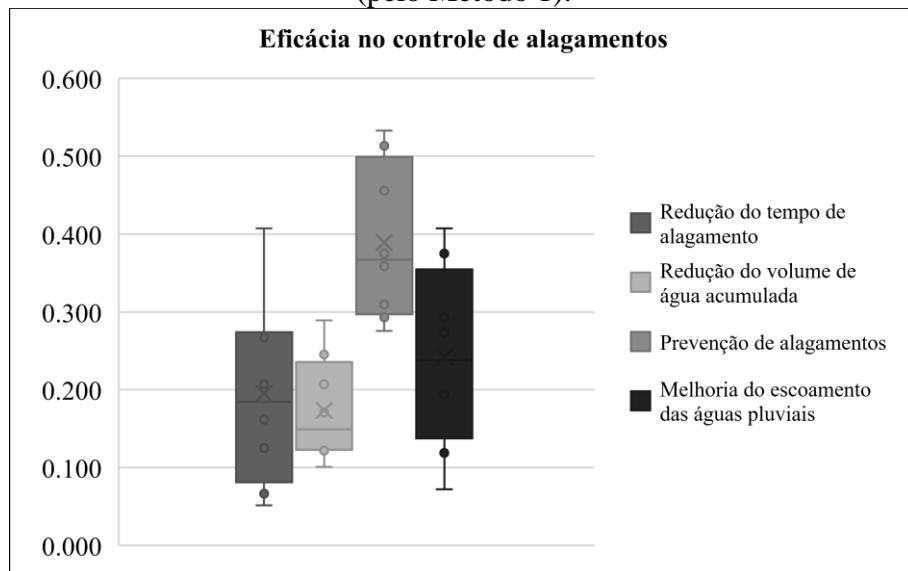
| Eficácia no controle de alagamentos | | | I | II | III | IV |
|-------------------------------------|------------------|----------|-------|-------|-------|-------|
| Parâmetros | | | | | | |
| Especialistas | Belém | A | 0,267 | 0,101 | 0,513 | 0,119 |
| | Belém | B | 0,052 | 0,289 | 0,456 | 0,204 |
| | Belém | C | 0,125 | 0,125 | 0,375 | 0,375 |
| | Belém | D | 0,162 | 0,122 | 0,309 | 0,407 |
| | Belém | E | 0,407 | 0,245 | 0,275 | 0,072 |
| | Belém | F | 0,276 | 0,171 | 0,358 | 0,194 |
| | Fortaleza | G | 0,207 | 0,207 | 0,293 | 0,293 |
| | Fortaleza | H | 0,067 | 0,128 | 0,533 | 0,273 |
| Mínimo | | | 0,052 | 0,101 | 0,275 | 0,072 |
| Máximo | | | 0,407 | 0,289 | 0,533 | 0,407 |
| Amplitude | | | 0,355 | 0,188 | 0,258 | 0,335 |
| 1º Quartil | | | 0,110 | 0,124 | 0,305 | 0,175 |
| Mediana | | | 0,184 | 0,149 | 0,367 | 0,238 |
| 3º Quartil | | | 0,269 | 0,217 | 0,470 | 0,313 |
| AI | | | 0,159 | 0,092 | 0,165 | 0,138 |
| Desv.P | | | 0,112 | 0,063 | 0,094 | 0,110 |
| Média | | | 0,195 | 0,173 | 0,389 | 0,242 |
| CV | | | 0,572 | 0,365 | 0,241 | 0,453 |

Legenda: I - Redução do tempo de alagamento; II - Redução do volume de água acumulada; III - Prevenção de alagamentos; IV - Melhoria do escoamento das águas pluviais; AI – Amplitude interquartil; Desv.P – Desvio padrão; e CV – Coeficiente de variação.

Fonte: Autor, 2024.

Na Figura 8 apresenta-se o gráfico box-plot dos resultados dos 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1).

Figura 8. Box-plots dos 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1).



Fonte: Autor, 2024.

Os box-plots mostram a presença de valores outliers, que impactam significativamente na distribuição dos resultados.

O parâmetro “Redução do tempo de alagamento” apresentou amplitude de 30,6% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo em quase a metade este valor quando considerada a amplitude interquartil, para 17%. “Redução do tempo de alagamento”

O parâmetro “Redução do volume de água acumulada” apresentou amplitude de 30,6% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo em quase a metade este valor quando considerada a amplitude interquartil, para 17%. “Redução do volume de água acumulada”

O parâmetro “Prevenção de alagamentos” apresentou amplitude de 30,6% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo em quase a metade este valor quando considerada a amplitude interquartil, para 17%. “Prevenção de alagamentos”

O parâmetro “Melhoria do escoamento das águas pluviais” apresentou amplitude de 30,6% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo em quase a metade este valor quando considerada a amplitude interquartil, para 17%. “Melhoria do escoamento das águas pluviais”

O mapa de cores foi a ferramenta utilizada para melhor visualizar a ranqueamento dos 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” entre os 8 especialistas, conforme apresenta-se no Quadro 44.

Quadro 44. Mapa de cores para o ordenamento da importância entre os 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”, para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1).

| Ran que ame nto | Especialistas | | | | | | | |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Belém | Belém | Belém | Belém | Belém | Belém | Fortaleza | Fortaleza |
| | A | B | C | D | E | F | G | H |
| 1° | Prevenção de alagamentos | Prevenção de alagamentos | Prevenção de alagamentos | Melhoria do escoamento das águas pluviais | Redução do tempo de alagamento | Prevenção de alagamentos | Prevenção de alagamentos | Prevenção de alagamentos |
| 2° | Redução do tempo de alagamento | Redução do volume de água acumulada | Melhoria do escoamento das águas pluviais | Prevenção de alagamentos | Prevenção de alagamentos | Redução do tempo de alagamento | Melhoria do escoamento das águas pluviais | Melhoria do escoamento das águas pluviais |
| 3° | Melhoria do escoamento das águas pluviais | Melhoria do escoamento das águas pluviais | Redução do tempo de alagamento | Redução do tempo de alagamento | Redução do volume de água acumulada | Melhoria do escoamento das águas pluviais | Redução do tempo de alagamento | Redução do volume de água acumulada |
| 4° | Redução do volume de água acumulada | Redução do tempo de alagamento | Redução do volume de água acumulada | Redução do volume de água acumulada | Melhoria do escoamento das águas pluviais | Redução do volume de água acumulada | Redução do volume de água acumulada | Redução do tempo de alagamento |
| Legenda de cores | | | | | | | | |
| | Redução do tempo de alagamento | Redução do volume de água acumulada | Prevenção de alagamentos | Melhoria do escoamento das águas pluviais | | | | |

Fonte: Autor, 2024.

Os resultados obtidos na avaliação dos quatro parâmetros da dimensão "Eficácia no controle de alagamentos" fornecem informações valiosas sobre a percepção dos especialistas em relação à importância desses aspectos para grandes obras de drenagem urbana.

Sobre a importância dos parâmetros, “Prevenção de alagamentos” emergiu como o parâmetro mais relevante, com um grau relativamente alto de concordância entre os especialistas. Apresentou uma amplitude considerável entre as respostas diretas e uma redução significativa quando considerada a amplitude interquartil. Ficou entre os dois primeiros lugares entre os 8 especialistas.

“Prevenção de alagamentos” e “Melhoria do escoamento das águas pluviais” ocuparam o primeiro e o segundo lugar, respectivamente entre os especialistas de Fortaleza/CE. “Melhoria do escoamento das águas pluviais” mostrou-se oscilante entre os especialistas de Belém/PA.

Os parâmetros “Redução do tempo de alagamento” e “Redução do volume de água acumulada” mostraram importância semelhante, com uma distribuição relativamente semelhante nos resultados. Apresentaram amplitudes significativas entre as respostas diretas e reduções consideráveis quando observadas as amplitudes interquartis.

“Redução do volume de água acumulada” pelo ordenamento é tido como o parâmetro menos importante entre os 8 especialistas, sobretudo para os especialistas de Belém/PA.

O parâmetro “Melhoria do escoamento das águas pluviais” foi percebido como um parâmetro importante, mas com uma variabilidade maior entre as respostas diretas, refletida na amplitude interquartil.

A redução significativa das amplitudes entre as respostas diretas e interquartis sugere que, apesar das diferenças iniciais, há uma convergência de opiniões entre os especialistas sobre a importância relativa desses parâmetros.

A presença de outliers nos dados pode indicar divergências de opiniões extremas entre alguns especialistas, afetando a distribuição e destacando a relevância de uma análise mais detalhada desses casos.

Apesar das diferenças iniciais, os resultados mostram uma consistência relativa entre a classificação dos parâmetros nos gráficos de dispersão e os dados estatísticos, indicando certa concordância entre as respostas dos especialistas.

A alta importância atribuída à "Prevenção de alagamentos" sugere a relevância crítica de estratégias proativas para evitar alagamentos, o que pode ser um ponto crucial em projetos de drenagem urbana.

O parâmetro "Melhoria do escoamento das águas pluviais" parece ter opiniões mais diversas entre os especialistas, o que pode necessitar de uma análise mais aprofundada para compreender essas variações.

Estes resultados podem oferecer orientações valiosas para priorizar estratégias e ações específicas em projetos de drenagem urbana, levando em consideração as percepções dos especialistas sobre quais aspectos são mais cruciais para o controle de alagamentos.

Analisar esses parâmetros proporciona uma compreensão mais detalhada das perspectivas dos especialistas, o que pode ser essencial para tomar decisões estratégicas e direcionar esforços em projetos de drenagem urbana, buscando otimizar a eficácia no controle de alagamentos.

Entre os parâmetros avaliados, "Prevenção de alagamentos" emergiu como um dos mais críticos, com uma alta concordância entre os especialistas, posicionando-se consistentemente entre os dois primeiros lugares na avaliação dos 8 especialistas envolvidos. Isso sugere que estratégias proativas para evitar alagamentos são fundamentais e prioritárias em projetos de drenagem urbana.

Entretanto, apesar da convergência em relação à "Prevenção de alagamentos", houve variações nas percepções dos especialistas quanto aos outros parâmetros. "Melhoria do escoamento das águas pluviais" apresentou um perfil mais divergente entre os especialistas de Belém/PA, indicando que a opinião sobre a importância desse parâmetro pode variar consideravelmente dependendo do contexto ou das características locais.

Os parâmetros "Redução do tempo de alagamento" e "Redução do volume de água acumulada" demonstraram importância similar, com uma distribuição relativamente consistente nos resultados, apesar de algumas variações. No entanto, "Redução do volume de água acumulada" foi classificado como o parâmetro menos importante entre os oito especialistas, principalmente entre os especialistas de Belém/PA.

Os box-plots dos dados revelaram a presença de valores outliers, indicando divergências extremas de opinião entre alguns especialistas. Esses casos precisam de uma análise mais detalhada para entender as razões por trás dessas divergências e se são influenciados por contextos específicos ou diferentes perspectivas sobre o controle de alagamentos.

Apesar das variações iniciais, a análise sugere uma convergência relativa entre as classificações dos parâmetros nos gráficos de dispersão e os dados estatísticos, evidenciando uma certa concordância entre as respostas dos especialistas.

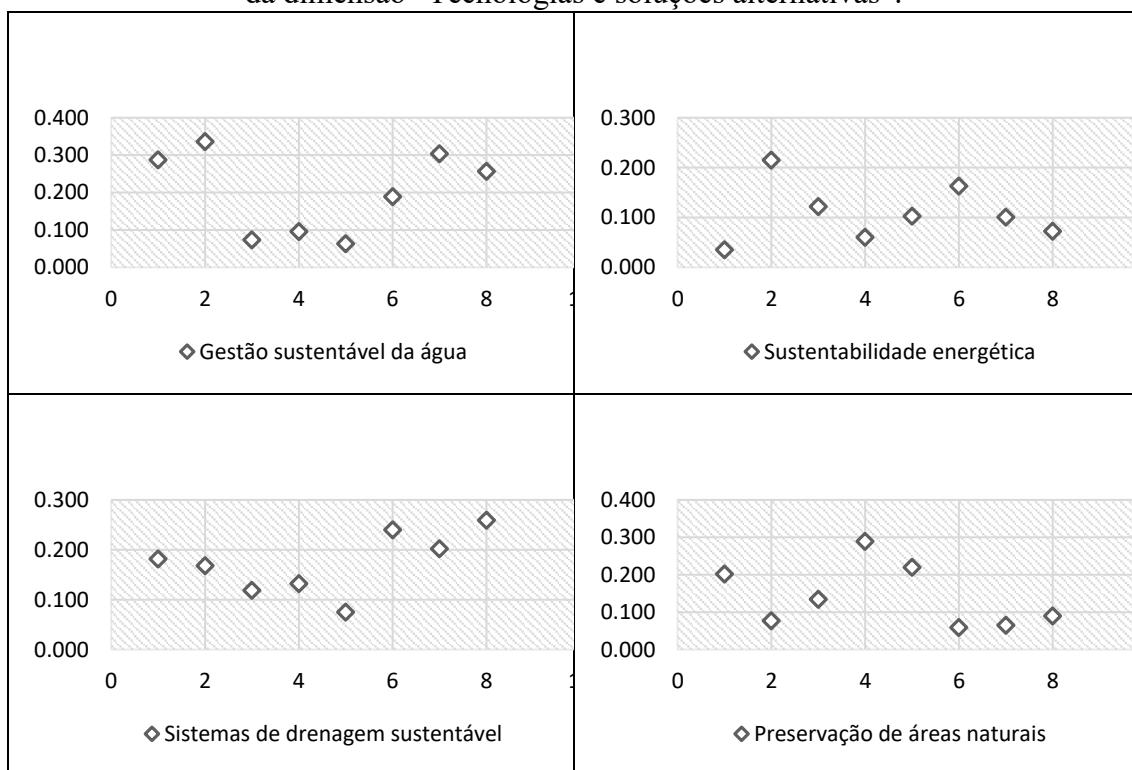
Esses resultados são fundamentais para priorizar estratégias em projetos de drenagem urbana, enfatizando a importância de considerar diferentes perspectivas e prioridades no controle de alagamentos. A compreensão das percepções dos especialistas oferece uma base crucial para decisões estratégicas que visam otimizar a eficácia no controle de alagamentos em projetos urbanos.

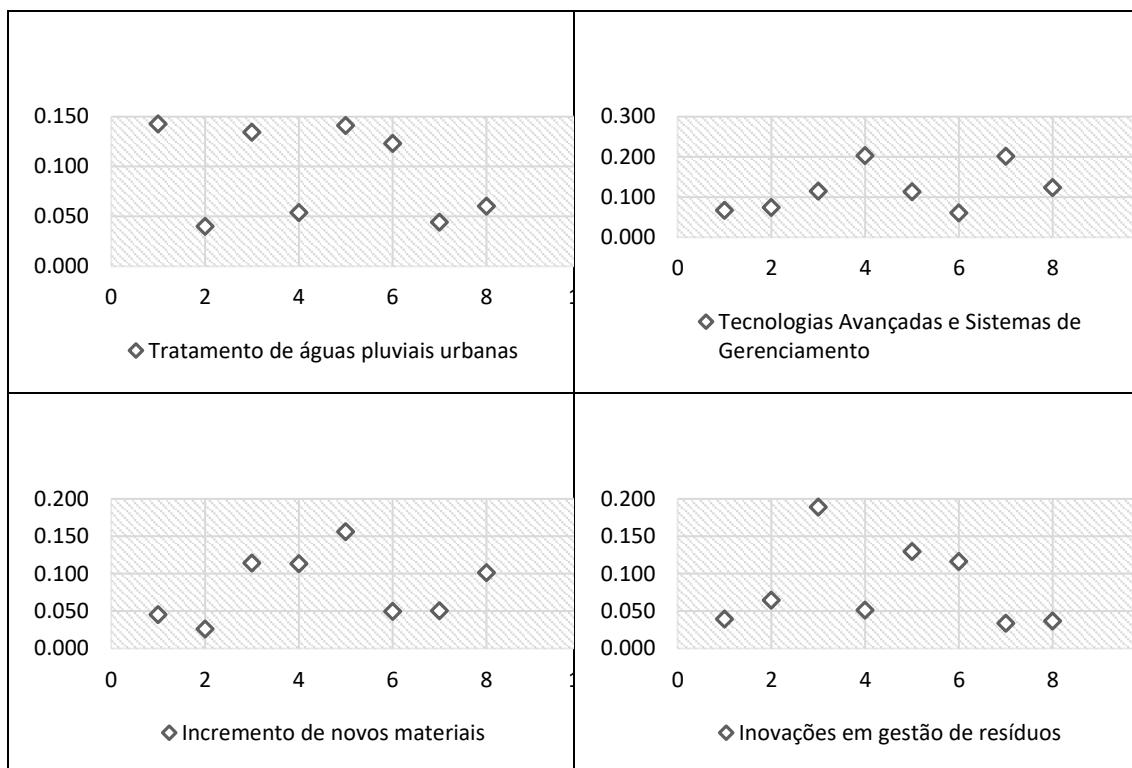
7.3.4. Parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”

Aos especialistas foram apresentados os 8 parâmetros previamente estudados pela avaliação bibliográfica da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”, seguindo a lógica de coleta de dados para inserção de valores em uma escala de 1 a 9 (escala de Saaty), onde mais próximo de 1 significa de igual importância e mais próximo de 9 significa extremamente mais importante, obedecendo a análise de pares entre linhas e colunas (Método AHP).

Na Figura 9 são apresentados os gráficos de dispersão dos 7 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” para avaliação de projetos de grandes obras de drenagem urbana, considerando as respostas dos 8 especialistas participantes.

Figura 9. Gráficos de dispersão das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância dos 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”.





Fonte: Autor, 2024.

Não há valores de respostas que possam ser considerados como ideais ou corretos para os parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”, assim como não há disposição de uma faixa de valores considerada como coerente. Deste modo, a mesmo que visualmente nos gráficos sejam notórias as existências de faixas de proximidade entre os dados, na Tabela 6 apresenta-se o detalhamento estatístico dos parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”.

Tabela 6. Síntese estatística das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância dos 7 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”.

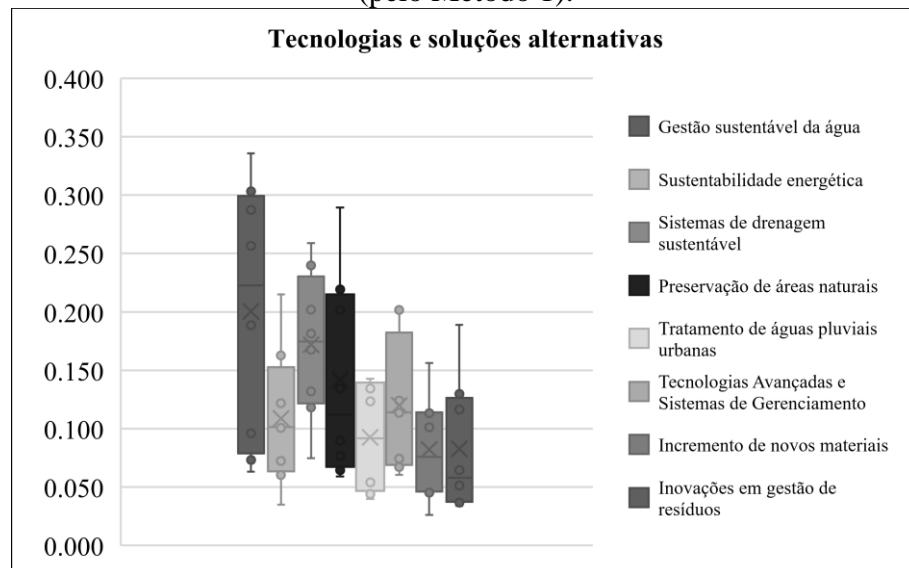
| Tecnologias e soluções alternativas | | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
|-------------------------------------|------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Parâmetros | | | | | | | | | | |
| Especialistas | Belém | A | 0,287 | 0,035 | 0,181 | 0,202 | 0,143 | 0,067 | 0,045 | 0,039 |
| | Belém | B | 0,336 | 0,215 | 0,168 | 0,077 | 0,040 | 0,074 | 0,026 | 0,064 |
| | Belém | C | 0,073 | 0,122 | 0,118 | 0,134 | 0,134 | 0,115 | 0,114 | 0,189 |
| | Belém | D | 0,096 | 0,060 | 0,132 | 0,289 | 0,054 | 0,204 | 0,113 | 0,051 |
| | Belém | E | 0,303 | 0,101 | 0,202 | 0,064 | 0,044 | 0,202 | 0,050 | 0,034 |
| | Belém | F | 0,257 | 0,072 | 0,259 | 0,090 | 0,060 | 0,124 | 0,101 | 0,037 |
| | Fortaleza | G | 0,063 | 0,102 | 0,075 | 0,219 | 0,141 | 0,113 | 0,156 | 0,130 |
| | Fortaleza | H | 0,189 | 0,163 | 0,240 | 0,059 | 0,123 | 0,060 | 0,050 | 0,116 |
| Mínimo | | | 0,063 | 0,035 | 0,075 | 0,059 | 0,040 | 0,060 | 0,026 | 0,034 |
| Máximo | | | 0,336 | 0,215 | 0,259 | 0,289 | 0,143 | 0,204 | 0,156 | 0,189 |
| Amplitude | | | 0,273 | 0,180 | 0,184 | 0,230 | 0,103 | 0,143 | 0,130 | 0,155 |
| 1º Quartil | | | 0,090 | 0,069 | 0,129 | 0,074 | 0,051 | 0,073 | 0,048 | 0,039 |
| Mediana | | | 0,223 | 0,101 | 0,175 | 0,112 | 0,092 | 0,114 | 0,076 | 0,058 |
| 3º Quartil | | | 0,291 | 0,132 | 0,211 | 0,206 | 0,136 | 0,143 | 0,114 | 0,120 |
| AI | | | 0,201 | 0,063 | 0,083 | 0,133 | 0,085 | 0,071 | 0,065 | 0,081 |
| Desv.P | | | 0,103 | 0,054 | 0,058 | 0,080 | 0,044 | 0,053 | 0,042 | 0,053 |
| Média | | | 0,200 | 0,109 | 0,172 | 0,142 | 0,092 | 0,120 | 0,082 | 0,083 |
| CV | | | 0,516 | 0,499 | 0,339 | 0,564 | 0,471 | 0,439 | 0,517 | 0,640 |

Legenda: I - Gestão sustentável da água; II - Sustentabilidade energética; III - Sistemas de drenagem sustentável; IV - Preservação de áreas naturais; V - Tratamento de águas pluviais urbanas; VI - Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento; VII - Incremento de novos materiais; VIII - Inovações em gestão de resíduos; AI – Amplitude interquartil; Desv.P – Desvio padrão; e CV – Coeficiente de variação.

Fonte: Autor, 2024.

Na Figura 10 apresenta-se o gráfico box-plot dos resultados dos 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1).

Figura 10. Box-plots dos 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1).



Fonte: Autor, 2024.

O parâmetro “Gestão sustentável da água” apresentou amplitude de 27,3% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo este valor quando considerada a amplitude interquartil, para 20,1%. “Gestão sustentável da água”.

O parâmetro “Sustentabilidade energética” apresentou amplitude de 18% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo em quase a metade este valor quando considerada a amplitude interquartil, para 6,3%. “Sustentabilidade energética”

O parâmetro “Sistemas de drenagem sustentável” apresentou amplitude de 18,4% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzido em mais da metade deste valor quando considerada a amplitude interquartil, para 8,3%. “Sistemas de drenagem sustentável”.

O parâmetro “Preservação de áreas naturais” apresentou amplitude de 23% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo este valor quando considerada a amplitude interquartil, para 13,3%. “Preservação de áreas naturais”.

O parâmetro “Tratamento de águas pluviais urbanas” apresentou amplitude de 10,3% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo este valor quando considerada a amplitude interquartil, para 8,5%. “Tratamento de águas pluviais urbanas”.

O parâmetro “Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento” apresentou amplitude de 14,3% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzido a metade este valor quando considerada a amplitude interquartil, para 7,1%. “Tecnologias avançadas e

sistemas de gerenciamento”. O parâmetro “Incremento de novos materiais” apresentou amplitude de 13% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzido a metade este valor quando considerada a amplitude interquartil, para 6,5%. “Incremento de novos materiais”. O parâmetro “Inovações em gestão de resíduos” apresentou amplitude de 15,5% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo este valor quando considerada a amplitude interquartil, para 8,1%. “Inovações em gestão de resíduos”.

O mapa de cores e o ranqueamento dos 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” entre os 8 especialistas, conforme apresenta-se no Quadro 45.

Quadro 45. Mapa de cores para o ordenamento da importância entre os 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”, para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1).

| Ran que ame nta | Especialistas | | | | | | | |
|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Belém | Belém | Belém | Belém | Belém | Belém | Fortaleza | Fortaleza |
| | A | B | C | D | E | F | G | H |
| 1º | Gestão sustentável da água | Gestão sustentável da água | Inovações em gestão de resíduos | Preservação de áreas naturais | Gestão sustentável da água | Sistemas de drenagem sustentável | Preservação de áreas naturais | Sistemas de drenagem sustentável |
| 2º | Preservação de áreas naturais | Sustabilidade energética | Preservação de áreas naturais | Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | Sistemas de drenagem sustentável | Gestão sustentável da água | Incremento de novos materiais | Gestão sustentável da água |
| 3º | Sistemas de drenagem sustentável | Sistemas de drenagem sustentável | Tratamento de águas pluviais urbanas | Sistemas de drenagem sustentável | Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | Tratamento de águas pluviais urbanas | Sustabilidade energética |
| 4º | Tratamento de águas pluviais urbanas | Preservação de áreas naturais | Sustabilidade energética | Incremento de novos materiais | Sustabilidade energética | Incremento de novos materiais | Inovações em gestão de resíduos | Tratamento de águas pluviais urbanas |
| 5º | Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | Sistemas de drenagem sustentável | Gestão sustentável da água | Preservação de áreas naturais | Preservação de áreas naturais | Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | Inovações em gestão de resíduos |
| 6º | Incremento de novos materiais | Inovações em gestão de resíduos | Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | Sustabilidade energética | Incremento de novos materiais | Sustabilidade energética | Sustabilidade energética | Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento |
| 7º | Inovações em gestão de resíduos | Tratamento de águas pluviais urbanas | Incremento de novos materiais | Tratamento de águas pluviais urbanas | Tratamento de águas pluviais urbanas | Tratamento de águas pluviais urbanas | Sistemas de drenagem sustentável | Preservação de áreas naturais |
| 8º | Sustabilidade energética | Incremento de novos materiais | Gestão sustentável da água | Inovações em gestão de resíduos | Inovações em gestão de resíduos | Inovações em gestão de resíduos | Gestão sustentável da água | Incremento de novos materiais |
| Legenda de cores | | | | | | | | |
| | Gestão sustentável da água | Sustabilidade energética | Sistemas de drenagem sustentável | Preservação de áreas naturais | Tratamento de águas pluviais urbanas | Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | Incremento de novos materiais | Inovações em gestão de resíduos |

Fonte: Autor, 2024.

Os resultados obtidos na avaliação dos oito parâmetros da dimensão "Tecnologias e soluções alternativas" ampliam a percepção sobre como os especialistas relacionam importância desses aspectos para grandes obras de drenagem urbana.

Entre os especialistas de Fortaleza/CE o ordenamento dos 8 parâmetros foi controverso. Entre os especialistas de Belém/PA, os parâmetros menos importantes foram menos distoantes, embora pontualmente controversos entre primeiras e últimas colocações.

O parâmetro “Gestão sustentável da água” destacou-se como o parâmetro mais relevante, considerado o mais importante por vários especialistas. Apresentou uma amplitude de respostas significativa, mas o intervalo interquartil foi relativamente menor, mostrando um grau de concordância.

O parâmetro “Preservação de áreas naturais” também foi percebido como um dos parâmetros fundamentais para os especialistas, apesar da amplitude. No entanto, a consistência entre os quartis sugere um grau considerável de concordância.

“Sistemas de drenagem sustentável”, embora tenha uma amplitude considerável entre as respostas diretas, teve intervalo interquartil menor, indicando uma concordância relativa entre os especialistas, desconsiderando opiniões destoantes.

O parâmetro “Tratamento de águas pluviais urbanas” apresentou uma amplitude menor entre as respostas diretas e interquartis relativamente consistentes, o que sugere uma visão mais alinhada entre os especialistas.

Alguns parâmetros apresentaram variação de importância, como “Sustentabilidade energética”, que apesar da amplitude entre respostas diretas, teve intervalo interquartil que sugere uma concordância maior entre os especialistas sobre sua importância relativa.

“Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento” apresentou uma amplitude considerável entre as respostas diretas, mas o intervalo interquartil foi relativamente menor, indicando uma convergência de opiniões.

“Incremento de novos materiais” e “Inovações em gestão de resíduos” mostraram menor amplitude e intervalos interquartis menores, sugerindo uma concordância maior entre os especialistas.

A consistência entre a classificação dos parâmetros nos gráficos de dispersão e os resultados estatísticos demonstra uma concordância geral entre as respostas dos especialistas.

A alta importância atribuída aos parâmetros "Gestão sustentável da água" e à "Preservação de áreas naturais" pode levantar discussões sobre a necessidade de atribuir maior ênfase esses aspectos em projetos de drenagem urbana.

Essa análise estatística dos parâmetros específicos oferece uma compreensão mais profunda das percepções dos especialistas, facilitando a tomada de decisões e a definição de estratégias em projetos de drenagem urbana.

Observou-se que, embora houvesse convergência sobre a importância dos parâmetros "Gestão sustentável da água" e "Preservação de áreas naturais", a percepção dos especialistas de Fortaleza/CE divergiu em relação ao ordenamento dos parâmetros, ao passo que os especialistas de Belém/PA mostraram uma discrepância menos expressiva, com um alinhamento mais geral.

O parâmetro "Gestão sustentável da água" emergiu como um parâmetro crítico e foi consistentemente classificado como um dos mais importantes por diversos especialistas. Embora tenha apresentado uma amplitude significativa de respostas, o intervalo interquartil foi relativamente menor, indicando um nível razoável de concordância entre os especialistas.

Da mesma forma, o parâmetro "Preservação de áreas naturais", apesar da amplitude, exibiu uma consistência entre os quartis, sugerindo um grau considerável de concordância entre os especialistas, embora com algumas variações pontuais.

Os parâmetros "Sistemas de drenagem sustentável", "Tratamento de águas pluviais urbanas", "Sustentabilidade energética", "Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento", "Incremento de novos materiais" e "Inovações em gestão de resíduos" apresentaram amplitudes e intervalos interquartis variados, refletindo diferentes níveis de concordância ou discordância entre os especialistas.

A análise estatística dos dados também destacou que, embora alguns parâmetros tenham demonstrado uma amplitude significativa entre as respostas diretas, houve uma redução considerável quando se considerou o intervalo interquartil, sinalizando uma convergência de opiniões entre os especialistas sobre a importância relativa desses parâmetros.

A presença de divergências no ordenamento dos parâmetros entre os especialistas de Fortaleza/CE sugere uma necessidade de investigação mais aprofundada para compreender as razões subjacentes a essas divergências, o que pode incluir fatores contextuais ou diferenças de perspectiva na análise de soluções alternativas em drenagem urbana.

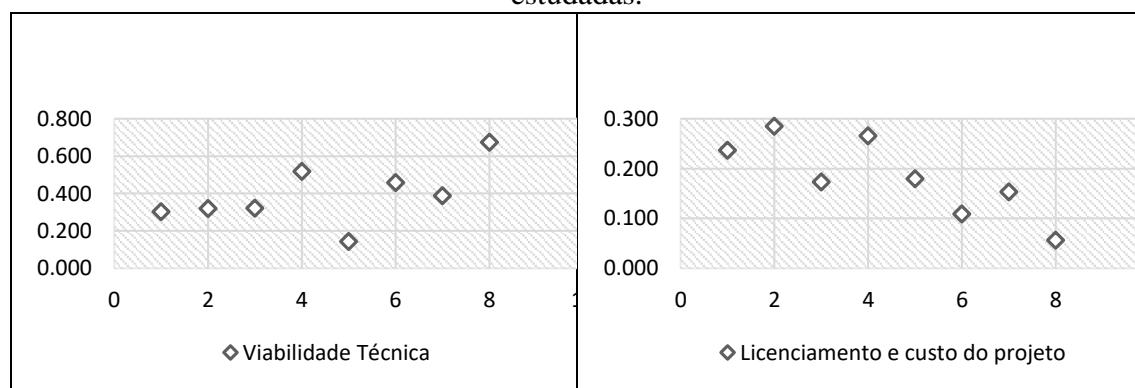
Esses resultados oferecem valiosas orientações para priorizar áreas fundamentais em projetos de drenagem urbana, levando em consideração as visões dos especialistas sobre os aspectos mais cruciais a serem considerados. A compreensão dessas percepções é crucial para direcionar estratégias e tomar decisões informadas em projetos de drenagem urbana, buscando otimizar o uso de tecnologias e soluções alternativas para um controle eficaz das águas pluviais em ambientes urbanos.

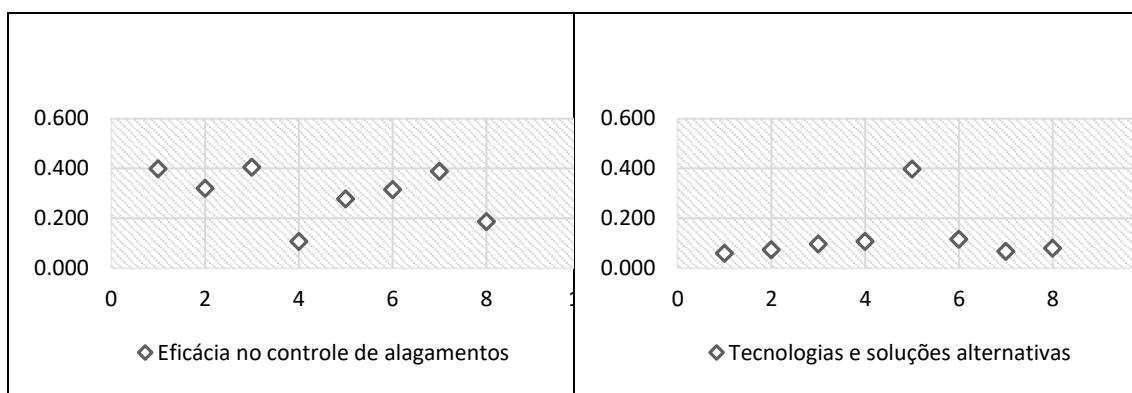
7.3.5. Dimensões

Aos especialistas foram apresentadas as 4 dimensões previamente alcançadas pela avaliação bibliográfica focada em projetos de grandes obras de drenagem urbana realizada previamente no estudo, seguindo a lógica de coleta de dados para inserção de valores em uma escala de 1 a 9 (escala de Saaty), onde mais próximo de 1 significa de igual importância e mais próximo de 9 significa extremamente mais importante, obedecendo a análise de pares entre linhas e colunas (Método AHP).

Na Figura 11 são apresentados os gráficos de dispersão das 4 dimensões estudadas para avaliação de projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Figura 11. Gráficos de dispersão das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância das 4 dimensões estudadas.





Fonte: Autor, 2024.

Não há valores de respostas que possam ser considerados como ideais ou corretos para as 4 dimensões estudadas, assim como não há disposição de uma faixa de valores considerada como coerente. Deste modo, a mesmo que visualmente nos gráficos sejam notórias as existências de faixas de proximidade entre os dados, na Tabela 7 apresenta-se o detalhamento estatístico das dimensões.

Tabela 7. Síntese estatística das respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1) para o ordenamento da importância das 4 dimensões.

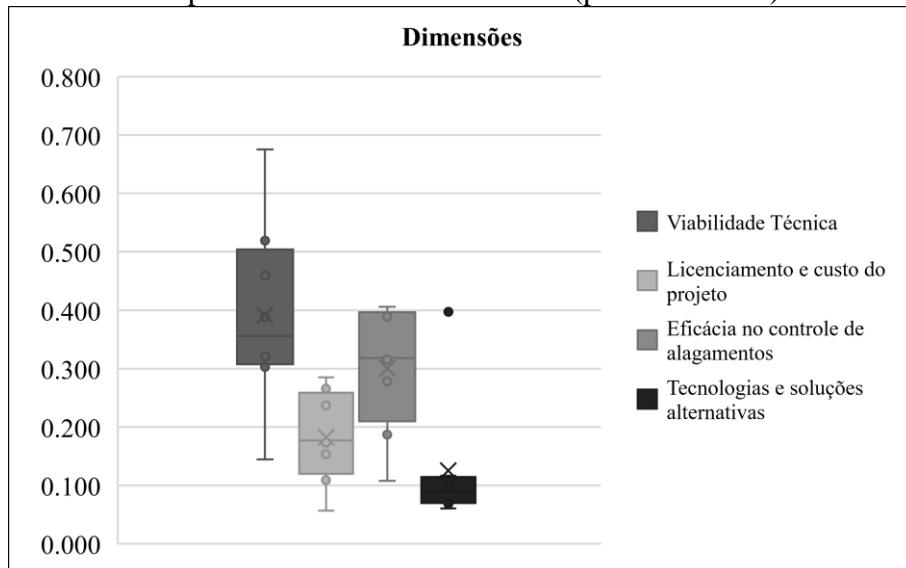
| Dimensões | | | Viabilidade Técnica | Licenciamento e custo do projeto | Eficácia no controle de alagamentos | Tecnologias e soluções alternativas |
|----------------------|------------------|---|---------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Especialistas | Belém | A | 0,303 | 0,237 | 0,399 | 0,061 |
| | Belém | B | 0,321 | 0,285 | 0,321 | 0,074 |
| | Belém | C | 0,323 | 0,174 | 0,406 | 0,098 |
| | Belém | D | 0,519 | 0,266 | 0,108 | 0,108 |
| | Belém | E | 0,389 | 0,153 | 0,389 | 0,069 |
| | Belém | F | 0,675 | 0,057 | 0,187 | 0,081 |
| | Fortaleza | G | 0,144 | 0,180 | 0,278 | 0,397 |
| | Fortaleza | H | 0,459 | 0,109 | 0,316 | 0,116 |
| Mínimo | | | 0,144 | 0,057 | 0,108 | 0,061 |
| Máximo | | | 0,675 | 0,285 | 0,406 | 0,397 |
| Amplitude | | | 0,531 | 0,228 | 0,298 | 0,337 |
| 1º Quartil | | | 0,316 | 0,142 | 0,255 | 0,073 |
| Mediana | | | 0,356 | 0,177 | 0,318 | 0,089 |
| 3º Quartil | | | 0,474 | 0,244 | 0,391 | 0,110 |
| AI | | | 0,158 | 0,102 | 0,136 | 0,037 |
| Desv.P | | | 0,150 | 0,073 | 0,100 | 0,104 |
| Média | | | 0,392 | 0,183 | 0,300 | 0,125 |
| CV | | | 0,383 | 0,399 | 0,333 | 0,832 |

Legenda: AI – Amplitude interquartil; Desv.P – Desvio padrão; e CV – Coeficiente de variação.

Fonte: Autor, 2024.

Na Figura 12 apresenta-se o gráfico box-plot dos resultados das 4 dimensões estudadas para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1).

Figura 12. Box-plots das 4 dimensões estudadas para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1).



Fonte: Autor, 2024.

Quanto a avaliação das dimensões pelos especialistas, não houve divergências quanto aos critérios de concordância. Não houve nenhuma resposta para não influência das dimensões.

A dimensão “Viabilidade técnica” apresentou amplitude de 53,1% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo este valor em mais de três vezes quando considerada a amplitude interquartil, para 15,8%. “Viabilidade técnica”

A dimensão “Licenciamento e custo do projeto” apresentou amplitude de 22,8% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo este valor em mais de duas vezes quando considerada a amplitude interquartil, para 10,2%. “Licenciamento e custo do projeto”

A dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” apresentou amplitude de 29,8% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo este valor em pouco mais de duas vezes quando considerada a amplitude interquartil, para 13,8%. “Eficácia no controle de alagamentos”

A dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” apresentou amplitude de 33,7% entre as respostas diretamente alcançadas, reduzindo este valor em pouco mais de nove vezes quando considerada a amplitude interquartil, para 3,7%. “Tecnologias e soluções alternativas”

O mapa de cores foi a ferramenta utilizada para melhor visualizar o ranqueamento das 4 dimensões entre os 8 especialistas, conforme apresenta-se no Quadro 46.

Quadro 46. Mapa de cores para o ordenamento da importância entre as 4 dimensões estudadas, para as respostas alcançadas junto aos 8 especialistas na coleta de dados (pelo Método 1).

| Ranqueamento | Especialistas | | | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | Belém | Belém | Belém | Belém | Belém | Belém | Fortaleza | Fortaleza |
| | A | B | C | D | E | F | G | H |
| 1° | Eficácia no controle de alagamentos | Eficácia no controle de alagamentos | Eficácia no controle de alagamentos | Viabilidade Técnica | Eficácia no controle de alagamentos | Viabilidade Técnica | Tecnologias e soluções alternativas | Viabilidade Técnica |
| 2° | Viabilidade Técnica | Viabilidade Técnica | Viabilidade Técnica | Licenciamento e custo do projeto | Viabilidade Técnica | Eficácia no controle de alagamentos | Eficácia no controle de alagamentos | Eficácia no controle de alagamentos |
| 3° | Licenciamento e custo do projeto | Licenciamento e custo do projeto | Licenciamento e custo do projeto | Eficácia no controle de alagamentos | Licenciamento e custo do projeto | Tecnologias e soluções alternativas | Licenciamento e custo do projeto | Tecnologias e soluções alternativas |
| 4° | Tecnologias e soluções alternativas | Licenciamento e custo do projeto | Viabilidade Técnica | Licenciamento e custo do projeto |
| | | | | | | | | |
| Legenda de cores | | Viabilidade Técnica | Licenciamento e custo do projeto | Eficácia no controle de alagamentos | Tecnologias e soluções alternativas | | | |

Fonte: Autor, 2024.

Para especialistas de Belém/PA, as dimensões “Eficácia no controle de alagamentos” e “Viabilidade técnica” são consolidadamente os mais importantes. Assim como, “Tecnologias e soluções alternativas” é a menos importante.

Houve considerável oscilação entre as colocações da “Viabilidade técnica” entre os especialistas de Fortaleza/CE, coincidindo somente a dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” como a segunda mais importante.

“Eficácia no controle de alagamentos” foi considerada a dimensão mais relevante, com maior valor de média (8,8), menor desvio padrão (0,4) e valor de 1º e 3º quartis iguais (9), demonstrando consistência ao resultado.

“Viabilidade técnica” mostrou-se como a segunda dimensão mais influente, com valor de média de 8,5, desvio padrão com valor de 0,671, 1º quartil com valor 8 e 3º quartil com valor 9, demonstrando consistência ao resultado.

“Tecnologias e soluções alternativas” mostrou-se como a terceira dimensão mais influente, com valor de média de 7,6, desvio padrão com valor de 1,02, 1º quartil com valor 7 e 3º quartil com valor 8, demonstrando consistência ao resultado.

“Licenciamento e custo do projeto” mostrou-se como a quarta dimensão mais influente, ou a menos influente entre as quatro dimensões estudadas, com valor de média de 7,3, desvio padrão com valor de 1,418, 1º quartil com valor 6 e 3º quartil com valor 8, demonstrando consistência ao resultado.

Os resultados alcançados ratificam que a utilização do valor médio como referência matemática para o cálculo da AHP é uma escolha adequada, de acordo com a variabilidade estatística dos dados alcançados.

Os resultados apresentados são bastante informativos e oferecem referências significativas sobre as percepções e ponderações dos especialistas em relação às quatro dimensões analisadas para projetos de grandes obras de drenagem urbana.

A dimensões “Eficácia no controle de alagamentos” destacou-se como a dimensão mais relevante, evidenciada pela média mais alta e o menor desvio padrão. Sua consistência nos quartis também reforça sua importância.

“Viabilidade técnica”, embora tenha uma média significativa e consistência nos quartis, apresenta um desvio padrão maior em comparação com a eficácia no controle de alagamentos, mostrando certa variabilidade nas opiniões.

A dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” ficou como a terceira dimensão mais influente, mas com um desvio padrão ainda maior. Isso pode indicar opiniões mais diversas entre os especialistas sobre o seu peso na avaliação.

“Licenciamento e custo do projeto” foi considerada a menos influente entre as quatro dimensões. Apesar de ter um desvio padrão alto, a consistência nos quartis sugere uma convergência na percepção sobre sua menor relevância.

A variabilidade nas opiniões pode ser compreendida pela complexidade em se sustentar a consistência na análise por pares quando se envolvem muitos parâmetros.

A consistência nos quartis reforça a estabilidade dos dados, indicando uma concordância razoável entre os especialistas em relação à importância relativa das dimensões.

O uso do valor médio da AHP como referência para os cálculos parece ser adequado, considerando a variabilidade estatística dos dados alcançados. O uso da medianas consistiria em números inteiros, retirando valores que pudessem ser significativos ao processo de avaliação.

Quanto a variação nas percepções, o desvio padrão maior em algumas dimensões, como "Viabilidade técnica" e "Tecnologias e soluções alternativas", sugere que existe uma diversidade maior de opiniões entre os especialistas sobre o peso dessas dimensões na avaliação.

A coerência entre a classificação das dimensões nos gráficos de dispersão e os resultados estatísticos é importante, indicando uma concordância geral entre as respostas.

A menor influência atribuída ao licenciamento e custo do projeto é relevante e pode gerar discussões sobre sua verdadeira importância em projetos desse tipo.

Estes resultados podem orientar o planejamento e a priorização de aspectos-chave em projetos de drenagem urbana, dando direcionamento às áreas que os especialistas consideram mais críticas.

Essa análise estatística e a concordância geral entre os especialistas podem ser uma base sólida para a tomada de decisões e a definição de estratégias futuras em projetos de drenagem urbana.

Apesar de ter sido enfatizada a importância da "Eficácia no controle de alagamentos" como a dimensão mais relevante, apoiada pela consistência nos quartis e uma média mais alta, é crucial compreender que a "Viabilidade técnica" também emerge como um fator determinante. Embora tenha apresentado um desvio padrão maior do que a "Eficácia no controle de alagamentos", isso pode indicar uma maior variabilidade nas percepções dos especialistas, mas não necessariamente diminui sua relevância.

A dimensão "Tecnologias e soluções alternativas", embora tenha sido classificada como a terceira mais influente, mostrou um desvio padrão significativo, evidenciando uma considerável diversidade de opiniões entre os especialistas. Essa variação pode ser explorada para entender perspectivas distintas sobre a importância das soluções alternativas e inovações tecnológicas no contexto de drenagem urbana.

Além disso, a dimensão "Licenciamento e custo do projeto" foi considerada a menos influente entre as quatro dimensões analisadas. Apesar disso, sua presença ainda é crucial, especialmente em projetos de grande escala. A percepção compartilhada pelos especialistas indica uma relativamente menor importância em comparação com outras

dimensões, o que pode ser uma área de discussão sobre como otimizar e equilibrar os requisitos de licenciamento e os custos envolvidos.

A observação sobre o uso do valor médio da AHP como referência para cálculos é relevante, pois fornece um ponto central que considera a variabilidade estatística dos dados. Embora a mediana seja uma alternativa em alguns casos, o valor médio pode capturar melhor a diversidade de opiniões, proporcionando uma visão mais abrangente das percepções dos especialistas.

A consistência entre a classificação das dimensões nos gráficos de dispersão e os resultados estatísticos é um indicador positivo, mostrando uma concordância geral entre as respostas dos especialistas. No entanto, a diversidade de opiniões, especialmente evidenciada pelos desvios padrão maiores em algumas dimensões, ressalta a complexidade de avaliar e priorizar diferentes aspectos em projetos complexos como os de drenagem urbana.

Esses resultados fornecem um entendimento valioso sobre as percepções dos especialistas e oferecem direcionamento para priorizar parâmetros-chave em projetos de drenagem urbana. A diversidade de opiniões destaca a importância de considerar várias perspectivas ao tomar decisões cruciais na execução desses projetos.

7.4. IMPORTÂNCIA DOS ELEMENTOS TÉCNICOS (MÉTODO 1)

7.4.1. Parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica”

Para classificação da importância dos 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica” considerando os resultados obtidos pelos 8 especialistas consultados, considerando que a amplitude interquartil foi adotada como referência para variação dos dados, a mediana foi utilizada como referência para os valores de Peso AHP para o Método 1, por meio do Método Delphi. A mediana necessitou ser normalizada, tendo em vista que possíveis descates de outliers afetaram o somatório dos parâmetros não chegando ao valor de 1 ou 100%. Assim, a normalização somente proporcionalizou os valores para que seu somatório chegasse ao valor de 1 ou 100%.

Na Tabela 8 apresentam-se os valores da mediana e da mediana normalizada para os pesos atribuídos aos 7 parâmetros estudados da dimensão “Viabilidade técnica” adotados para o desenvolvimento da análise multicritério AHP, pelo Método 1.

Tabela 8. Pesos atribuídos aos parâmetros estudados da dimensão “Viabilidade técnica” – Método 1.

| Parâmetro | Mediana | Mediana normalizada |
|--|---------|---------------------|
| Estudos de viabilidade | 0,153 | 0,161 |
| Projeto técnico | 0,170 | 0,179 |
| Tecnologias e métodos utilizados | 0,150 | 0,157 |
| Compatibilidade com a infraestrutura existente | 0,150 | 0,158 |
| Impacto ambiental | 0,149 | 0,156 |
| Cronograma e prazos | 0,070 | 0,073 |
| Capacidade de operação e manutenção | 0,111 | 0,116 |
| Σ | 0,952 | 1,000 |

Fonte: Autor, 2024.

7.4.2. Parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”

Para classificação da importância dos 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” considerando os resultados obtidos pelos 8 especialistas consultados, considerando que a amplitude interquartil foi adotada como referência para variação dos dados, a mediana foi utilizada como referência para os valores de Peso AHP para o Método 1, por meio do Método Delphi. A mediana necessitou ser normalizada, tendo em vista que possíveis descates de outliers afetaram o somatório dos parâmetros não chegando ao valor de 1 ou 100%. Assim, a normalização somente proporcionou os valores para que seu somatório chegasse ao valor de 1 ou 100%.

Na Tabela 9 apresentam-se os valores da mediana e da mediana normalizada para os pesos atribuídos aos 7 parâmetros estudados da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” adotados para o desenvolvimento da análise multicritério AHP, pelo Método 1.

Tabela 9. Pesos atribuídos aos parâmetros estudados da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” – Método 1.

| Parâmetro | Mediana | Mediana normalizada |
|-------------------------------------|---------|---------------------|
| Licenciamentos e autorizações | 0,149 | 0,168 |
| Custo de construção | 0,199 | 0,224 |
| Custo de operação e manutenção | 0,139 | 0,156 |
| Custo de desapropriação | 0,126 | 0,142 |
| Custo de remediação ambiental | 0,118 | 0,133 |
| Custo de monitoramento e controle | 0,099 | 0,111 |
| Custo de contingências e incertezas | 0,058 | 0,066 |
| Σ | 0,889 | 1,000 |

Fonte: Autor, 2024.

7.4.3. Parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”

Para classificação da importância dos 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” considerando os resultados obtidos pelos 8 especialistas consultados, considerando que a amplitude interquartil foi adotada como referência para variação dos dados, a mediana foi utilizada como referência para os valores de Peso AHP para o Método 1, por meio do Método Delphi. A mediana necessitou ser normalizada, tendo em vista que possíveis descates de outliers afetaram o somatório dos parâmetros não chegando ao valor de 1 ou 100%. Assim, a normalização somente proporcionalizou os valores para que seu somatório chegassem ao valor de 1 ou 100%.

Na Tabela 10 apresentam-se os valores da mediana e da mediana normalizada para os pesos atribuídos aos 4 parâmetros estudados da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” adotados para o desenvolvimento da análise multicritério AHP, pelo Método 1.

Tabela 10. Pesos atribuídos aos parâmetros estudados da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” – Método 1.

| Parâmetro | Mediana | Mediana normalizada |
|---|---------|---------------------|
| Redução do tempo de alagamento | 0,184 | 0,196 |
| Redução do volume de água acumulada | 0,149 | 0,159 |
| Prevenção de alagamentos | 0,367 | 0,391 |
| Melhoria do escoamento das águas pluviais | 0,238 | 0,254 |
| Σ | 0,939 | 1,000 |

Fonte: Autor, 2024.

7.4.4. Parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”

Para classificação da importância dos 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” considerando os resultados obtidos pelos 8 especialistas consultados, considerando que a amplitude interquartil foi adotada como referência para variação dos dados, a mediana foi utilizada como referência para os valores de Peso AHP para o Método 1, por meio do Método Delphi. A mediana necessitou ser normalizada, tendo em vista que possíveis descates de outliers afetaram o somatório dos parâmetros não chegando ao valor de 1 ou 100%. Assim, a normalização somente proporcionalizou os valores para que seu somatório chegassem ao valor de 1 ou 100%.

Na Tabela 11 apresentam-se os valores da mediana e da mediana normalizada para os pesos atribuídos aos 8 parâmetros estudados da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” adotados para o desenvolvimento da análise multicritério AHP, pelo Método 1.

Tabela 11. Pesos atribuídos aos parâmetros estudados da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” – Método 1.

| Parâmetro | Mediana | Mediana normalizada |
|---|---------|---------------------|
| Gestão sustentável da água | 0,223 | 0,234 |
| Sustentabilidade energética | 0,101 | 0,107 |
| Sistemas de drenagem sustentável | 0,175 | 0,184 |
| Preservação de áreas naturais | 0,112 | 0,118 |
| Tratamento de águas pluviais urbanas | 0,092 | 0,097 |
| Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | 0,114 | 0,120 |
| Incremento de novos materiais | 0,076 | 0,080 |
| Inovações em gestão de resíduos | 0,058 | 0,061 |
| Σ | 0,950 | 1,000 |

Fonte: Autor, 2024.

7.4.5. Dimensões

Para classificação da importância das 4 dimensões, considerando os resultados obtidos pelos 8 especialistas consultados, sendo que a amplitude interquartil foi adotada como referência para variação dos dados, a mediana foi utilizada como referência para os valores de Peso AHP para o Método 1, por meio do Método Delphi. A mediana necessitou ser normalizada, tendo em vista que possíveis descates de outliers afetaram o somatório dos parâmetros não chegando ao valor de 1 ou 100%. Assim, a normalização somente proporcionalizou os valores para que seu somatório chegasse ao valor de 1 ou 100%.

Na Tabela 12 apresentam-se os valores da mediana e da mediana normalizada para os pesos atribuídos às 4 dimensões estudadas adotados para o desenvolvimento da análise multicritério AHP, pelo Método 1.

Tabela 12. Pesos atribuídos às dimensões estudadas – Método 1.

| Parâmetro | Mediana | Mediana normalizada |
|-------------------------------------|---------|---------------------|
| Viabilidade Técnica | 0,356 | 0,378 |
| Licenciamento e custo do projeto | 0,177 | 0,188 |
| Eficácia no controle de alagamentos | 0,318 | 0,338 |
| Tecnologias e soluções alternativas | 0,089 | 0,095 |
| Σ | 0,940 | 1,000 |

Fonte: Autor, 2024.

7.4.6. Análise de sensibilidade

Com base nos resultados da aplicação do método Delphi e análise multicritério AHP para avaliar as 4 dimensões e sua escala de importância na estrutura da pesquisa, conforme apresentados na Tabela 13.

Tabela 13. Escala de influência das dimensões a estrutura de avaliação de projetos de grandes obras de drenagem – Método 1.

| N. | Dimensão | Ordem de relevância |
|----|-------------------------------------|---------------------|
| 1 | Viabilidade Técnica | 1 |
| 3 | Eficácia no controle de alagamentos | 2 |
| 2 | Licenciamento e custo do projeto | 3 |
| 4 | Tecnologias e soluções alternativas | 4 |

Fonte: Autor, 2024.

Nesta etapa os valores das dimensões passam a ser analisados a frente dos valores dos parâmetros, pois terão influência direta ao se ajustarem ao resultado final. Os valores finais dos parâmetros são ajustados ao atribuir sobre eles o valor do peso AHP (Mediana normalizada) de sua respectiva dimensão. Na Tabela 14 apresenta-se a análise numérica dos valores alcançados para os 26 parâmetros como possíveis resultados de avaliação de um projeto.

Tabela 14. Análise numérica dos valores alcançados para os 26 parâmetros como possíveis resultados de avaliação de um projeto – Método 1.

| N. | Parâmetro | Nota 1 | Nota 9 | Nota 1 ajust | Nota 9 ajust | Amplit ude |
|----|--|--------|--------|-----------------|-----------------|---------------|
| 1 | Estudos de viabilidade | 0,161 | 1,445 | 0,061 | 0,547 | 0,486 |
| 2 | Projeto técnico | 0,179 | 1,608 | 0,068 | 0,609 | 0,541 |
| 3 | Tecnologias e métodos utilizados | 0,157 | 1,415 | 0,030 | 0,266 | 0,237 |
| 4 | Compatibilidade com a infraestrutura existente | 0,158 | 1,421 | 0,060 | 0,538 | 0,478 |
| 5 | Impacto ambiental | 0,156 | 1,404 | 0,059 | 0,531 | 0,472 |
| 6 | Cronograma e prazos | 0,073 | 0,659 | 0,028 | 0,249 | 0,222 |
| 7 | Capacidade de operação e manutenção | 0,116 | 1,048 | 0,044 | 0,397 | 0,353 |
| 8 | Licenciamentos e autorizações | 0,168 | 1,512 | 0,032 | 0,284 | 0,253 |
| 9 | Custo de construção | 0,224 | 2,013 | 0,042 | 0,379 | 0,337 |
| 10 | Custo de operação e manutenção | 0,156 | 1,405 | 0,029 | 0,264 | 0,235 |
| 11 | Custo de desapropriação | 0,142 | 1,281 | 0,027 | 0,241 | 0,214 |
| 12 | Custo de remediação ambiental | 0,133 | 1,197 | 0,025 | 0,225 | 0,200 |
| 13 | Custo de monitoramento e controle | 0,111 | 1,001 | 0,021 | 0,188 | 0,167 |
| 14 | Custo de contingências e incertezas | 0,066 | 0,590 | 0,012 | 0,111 | 0,099 |
| 15 | Redução do tempo de alagamento | 0,196 | 1,768 | 0,066 | 0,598 | 0,532 |
| 16 | Redução do volume de água acumulada | 0,159 | 1,431 | 0,054 | 0,484 | 0,430 |
| 17 | Prevenção de alagamentos | 0,391 | 3,516 | 0,132 | 1,190 | 1,057 |
| 18 | Melhoria do escoamento das águas pluviais | 0,254 | 2,284 | 0,086 | 0,773 | 0,687 |

| N. | Parâmetro | Nota 1 | Nota 9 | Nota 1 ajust | Nota 9 ajust | Amplitude |
|----|---|--------|--------|-----------------|-----------------|-----------|
| 19 | Gestão sustentável da água | 0,234 | 2,108 | 0,022 | 0,201 | 0,178 |
| 20 | Sustentabilidade energética | 0,107 | 0,961 | 0,010 | 0,092 | 0,081 |
| 21 | Sistemas de drenagem sustentável | 0,184 | 1,653 | 0,017 | 0,157 | 0,140 |
| 22 | Preservação de áreas naturais | 0,118 | 1,062 | 0,011 | 0,101 | 0,090 |
| 23 | Tratamento de águas pluviais urbanas | 0,097 | 0,870 | 0,009 | 0,083 | 0,074 |
| 24 | Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | 0,120 | 1,080 | 0,011 | 0,103 | 0,091 |
| 25 | Incremento de novos materiais | 0,080 | 0,718 | 0,008 | 0,068 | 0,061 |
| 26 | Inovações em gestão de resíduos | 0,061 | 0,548 | 0,006 | 0,052 | 0,046 |

Legenda: Nota 1 é a mediana normalizada de cada parâmetro, seu peso atribuído (peso base, quando a nota atribuída ao parâmetro no processo de avaliação é 1); Nota 9 é a mediana normalizada de cada parâmetro multiplicada pela nota 9, atribuída ao parâmetro no processo de avaliação como nota máxima; Nota 1 ajust é a mediana normalizada de cada parâmetro multiplicada pela a mediana normalizada de sua respectiva dimensão; Nota 9 ajust é a mediana normalizada de cada parâmetro multiplicada pela nota 9, e também multiplicada pela a mediana normalizada de sua respectiva dimensão.

Fonte: Autor, 2024.

É importante observar que os parâmetros com maior amplitude, ou seja, variação nos valores de resultados, são considerados os mais relevantes na estrutura matemática proposta, além de os mais sensíveis, pois dentro da escala de avaliação de 1 a 9, a alteração de seu valor avaliado pode resultar em mudança significativa no resultado final.

Na Tabela 15 apresenta-se o ordenamento dos parâmetros de acordo com a relevância atribuída.

Tabela 15. Escala de importância dos parâmetros à estrutura de avaliação de projetos de grandes obras de drenagem, considerando a influência das suas respectivas dimensões – Método 1.

| N. | Parâmetro | Dimensão | Ordem de relevância |
|----|--|-------------------------------------|---------------------|
| 17 | Prevenção de alagamentos | Eficácia no controle de alagamentos | 1 |
| 18 | Melhoria do escoamento das águas pluviais | Eficácia no controle de alagamentos | 2 |
| 2 | Projeto técnico | Viabilidade Técnica | 3 |
| 15 | Redução do tempo de alagamento | Eficácia no controle de alagamentos | 4 |
| 1 | Estudos de viabilidade | Viabilidade Técnica | 5 |
| 4 | Compatibilidade com a infraestrutura existente | Viabilidade Técnica | 6 |
| 5 | Impacto ambiental | Viabilidade Técnica | 7 |
| 16 | Redução do volume de água acumulada | Eficácia no controle de alagamentos | 8 |
| 7 | Capacidade de operação e manutenção | Viabilidade Técnica | 9 |
| 9 | Custo de construção | Licenciamento e custo do projeto | 10 |
| 8 | Licenciamentos e autorizações | Licenciamento e custo do projeto | 11 |
| 3 | Tecnologias e métodos utilizados | Viabilidade Técnica | 12 |
| 10 | Custo de operação e manutenção | Licenciamento e custo do projeto | 13 |
| 6 | Cronograma e prazos | Viabilidade Técnica | 14 |
| 11 | Custo de desapropriação | Licenciamento e custo do projeto | 15 |
| 12 | Custo de remediação ambiental | Licenciamento e custo do projeto | 16 |
| 19 | Gestão sustentável da água | Tecnologias e soluções alternativas | 17 |
| 13 | Custo de monitoramento e controle | Licenciamento e custo do projeto | 18 |

| N. | Parâmetro | Dimensão | Ordem de relevância |
|----|---|-------------------------------------|---------------------|
| 21 | Sistemas de drenagem sustentável | Tecnologias e soluções alternativas | 19 |
| 14 | Custo de contingências e incertezas | Licenciamento e custo do projeto | 20 |
| 24 | Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | Tecnologias e soluções alternativas | 21 |
| 22 | Preservação de áreas naturais | Tecnologias e soluções alternativas | 22 |
| 20 | Sustentabilidade energética | Tecnologias e soluções alternativas | 23 |
| 23 | Tratamento de águas pluviais urbanas | Tecnologias e soluções alternativas | 24 |
| 25 | Incremento de novos materiais | Tecnologias e soluções alternativas | 25 |
| 26 | Inovações em gestão de resíduos | Tecnologias e soluções alternativas | 26 |

Fonte: Autor, 2024.

É importante ressaltar que a dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” é a mais relevante na avaliação de projetos de grandes obras de drenagem. Numericamente pelo Peso AHP ficou em segundo lugar, mas no ranqueamento dos 26 parâmetros, os parâmetros que compõem essa dimensão, “Melhoria do escoamento das águas pluviais”, “Redução do volume de água acumulada”, “Prevenção de alagamentos” e “Redução do tempo de alagamento” apresentam-se entre os 8 mais influentes, sendo 3 deles entre os 4 mais influentes, refletindo a prioridade na solução direta desses problemas ao se elaborar projetos.

Isso indica que, com base no padrão estabelecido pelo Método Delphi, os projetos de grandes obras de drenagem devem ser avaliados, em primeiro lugar, com base em sua capacidade de reduzir os impactos negativos das chuvas, como inundações e alagamentos. A qualidade do projeto no que se refere a realmente resolver os problemas de alagamento é o critério mais determinante para sua adequação técnica.

A dimensão “Viabilidade técnica” também é um muito fator importante na avaliação de projetos de grandes obras de drenagem. Os parâmetros que compõem essa dimensão, ocupam posições intermediárias, mostrando sua importância para a eficácia do projeto. A compatibilidade com a infraestrutura existente e os estudos de viabilidade são fundamentais nessa avaliação.

Isso indica que os projetos de grandes obras de drenagem devem ser avaliados, também, com base em sua viabilidade técnica, considerando aspectos como a eficiência, a segurança e a durabilidade das obras, garantindo que as obras sejam construídas e operadas de forma eficiente e segura. Além disso, a viabilidade técnica também contribui para a redução dos custos de manutenção e operação das obras.

A dimensão “Licenciamento e custo do projeto” está diretamente ligada às demandas técnicas para viabilidade econômica de projetos de grandes obras de drenagem.

Uma adequação técnica destes parâmetros garante que as obras sejam financiadas e implementadas de forma sustentável, economicamente e ambientalmente. Os licenciamentos visam garantir que as obras sejam implementadas de forma a minimizar o impacto ambiental, contribuindo para a melhoria da qualidade ambiental local.

A influência desta dimensão é menos significativa em comparação com outras, porém, garante o terceiro e penúltimo lugar no ranqueamento. No entanto, ainda é importante considerar elementos como custo de construção, autorizações e desapropriações para garantir a viabilidade financeira e legal dos projetos.

A dimensão "Tecnologias e soluções alternativas" é a menos influente na avaliação de projetos de grandes obras de drenagem, relacionada a utilização de tecnologias e soluções alternativas para melhorar a eficiência e a sustentabilidade das obras. A utilização de tecnologias e soluções alternativas é uma tendência crescente na área de drenagem urbana. A escolha das tecnologias adequadas deve ser feita com base nas características do projeto e do contexto em que ele será implementado, e ainda desempenham um papel na avaliação, especialmente em aspectos como gestão sustentável da água, sistemas de drenagem sustentável e outras tecnologias avançadas.

Estes resultados indicam que para adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem, por meio da coleta de informações via Método Delphi, deve considerar as 4 dimensões estudadas são influentes no processo de avaliação.

Os 6 parâmetros menos influentes são “Custo de monitoramento e controle”, “Custo de operação e manutenção”, “Tratamento de águas pluviais urbanas”, “Custo de remediação ambiental”, “Inovações em gestão de resíduos” e “Custo de contingências e incertezas”. Apesar de menos influentes, não deixam de ser importantes para o processo de avaliação da adequação técnica.

A baixa influência desses parâmetros pode ser explicada pela prioridade aos objetivos de eficácia no controle de alagamentos e viabilidade técnica, a dificuldade de mensuração de alguns desses parâmetros e ao fato de alguns desses parâmetros viabilizaram aumentos no custo das obras. Em suma, os resultados apontam para a importância de priorizar a capacidade de reduzir alagamentos e a viabilidade técnica ao avaliar projetos de drenagem urbana. A análise dos parâmetros individuais também destaca quais aspectos devem ser considerados como centrais na tomada de decisões para garantir a eficácia desses projetos.

7.5. MÉTODO 2 PARA COLETA DE DADOS

Para o Método 2, a luz do método Delphi, de sua base estatística para análise de consenso, não se seguiu para uma segunda rodada pois em todos os itens consultados houve consenso entre a maioria dos especialistas.

Vários autores defendem como característica essencial do método de Delphi a possibilidade de análise e feedback dos especialistas em, pelo menos, duas rodadas, porém, pela análise estatística dos resultados pelo Método 2 os critérios de consenso foram obtidos logo na primeira rodada. Há estudos que começam de maneira mais direcionada, com questionários semiestruturados ou fechados na primeira rodada (MARQUES; FREITIAS, 2018). Estudos como Jünger et al. (2017), Diamond et al. (2014) e Morgado, Loureiro e Botelho (2020) também se caracterizaram por consenso em única rodada.

Para o Método 2, a coleta de respostas diretamente por meio do “Questionário Online”, foram identificados 22 especialistas em Belém/PA, Fortaleza/CE e São Paulo/SP. Houve contato, na maioria dos casos houve aceite prévio, explanação e explicação, bem como o envio do termo de consentimento e do link para acesso ao “Questionário Online”.

Em uma janela de 3 meses, com algumas solicitações frequentes para o retorno das planilhas preenchidas, houve a devolução de 10 planilhas, ou seja, 45.45%, sendo 5 especialistas atuantes em Belém/PA, 3 em Fortaleza/CE e 2 em São Paulo/SP.

A abordagem esplanada sobre as diferentes realidades de infraestrutura entre cidades como Belém/PA, Fortaleza/CE e São Paulo/SP e seu impacto significativo nos serviços de saneamento oferecidos à população, conforme abordado no item “MÉTODO 2 PARA COLETA DE DADOS” deste estudo, aplica-se novamente aqui.

As diferentes realidades de infraestrutura entre Belém/PA, Fortaleza/CE e São Paulo/PA e as distintas experiências e formações dos especialistas podem gerar perspectivas variadas e prioridades divergentes na avaliação de projetos de drenagem urbana. Essas disparidades foram consideradas ao interpretar as avaliações dos especialistas e ao tomar decisões para o planejamento e execução de obras nesse campo.

Como feedback inicial foi constatado que a objetividade na elaboração das respostas foi um ponto positivo mencionado por especialistas. Pelo “Questionário

Online”, somente foram diretamente atribuídos pesos aos parâmetros e dimensões, não houve a necessidade da realização da análise por pares entre parâmetros de linhas e colunas, devido a adaptação de “Processo de Hierarquia Analítica (AHP) usando a escala de julgamento da raiz quadrada de Harker e Vargas (1987) adaptado em uma abordagem estendida de Zuffo (2011)” mencionado por Daibert (2021). Ou seja, a aplicação do método AHP passou a ser subsequente a análise estatística dos resultados alcançados pela aplicação do “Questionário Online”.

A objetividade do Método 2 exige maior atenção do especialista quanto a complexidade do tema, as associações entre as variáveis, as subjetividades envolvidas quando a maneira que cada profissional enxerga e elabora determinados elementos de projetos de grandes obras de drenagem urbana.

A escolha das medidas numéricas descritivas utilizadas levou em consideração o propósito para o qual o resumo descritivo dos dados é realizado, a facilidade de interpretação, o grau de sensibilidade a valores extremos, e o potencial para uso em inferência estatística.

Para análise de concordância foram utilizados os critérios explanados na “METODOLOGIA”, por meio da avaliação estatística e do IRA.

A percepção sobre os outliers se deu por análise direta de possíveis resultados discrepantes em relação ao conjunto de respostas.

Os parâmetros e dimensões com maiores discrepâncias de repostas, podem ser justificadas de acordo com sua subjetividade, o local e currículo dos especialistas envolvidos. É consenso estatístico que a qualificação de um coeficiente como alto ou baixo requer familiaridade com o material que é objeto de pesquisa.

7.5.1. Parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica”

Aos especialistas foram apresentados os 7 parâmetros previamente estudados pela avaliação bibliográfica da dimensão “Viabilidade técnica”, seguindo a lógica de coleta de dados para atribuição de pesos, em uma escala de 1 a 9, onde mais próximo de 1 significa menos influente e mais próximo de 9 significa mais influente. Também foi dada a opção para que o especialista apontasse a não influência do parâmetro ao estudo.

Na Tabela 16 apresentam-se as respostas alcançadas junto aos especialistas na coleta de dados para a relevância/influência dos 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica” para avaliação de projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Tabela 16. Respostas alcançadas junto aos especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência dos 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica”.

| Parâmetros | Especialistas | | | | | | | | | | 1º Q | 3º Q | Desv. P | Média |
|--|---------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|------|---------|-----------|
| | Belém | Belém | Belém | Belém | Belém | Fortaleza | Fortaleza | Fortaleza | São Paulo | São Paulo | | | | |
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | | | | |
| Estudos de viabilidade | 9 | 9 | 7 | 9 | 7 | 0 | 9 | 8 | 9 | 9 | 8 | 9 | 0,831 | 8,44 4 |
| Projeto técnico | 9 | 8 | 8 | 9 | 9 | 8 | 9 | 7 | 9 | 9 | 8 | 9 | 0,671 | 8,50 0 |
| Tecnologias e métodos utilizados | 8 | 7 | 7 | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 | 9 | 5 | 7 | 9 | 1,166 | 7,80 0 |
| Compatibilidade com a infraestrutura existente | 7 | 8 | 9 | 9 | 9 | 0 | 8 | 7 | 8 | 9 | 8 | 9 | 0,786 | 8,22 2 |
| Impacto ambiental | 8 | 9 | 7 | 9 | 7 | 0 | 8 | 9 | 7 | 5 | 7 | 9 | 1,247 | 7,66 7 |
| Cronograma e prazos | 6 | 8 | 7 | 9 | 7 | 7 | 8 | 7 | 7 | 9 | 7 | 8 | 0,922 | 7,50 0 |
| Capacidade de operação e manutenção | 6 | 5 | 7 | 9 | 5 | 5 | 7 | 9 | 7 | 7 | 5 | 7 | 1,418 | 6,70 0 |

Legenda: 1º Q – primeiro quartil; 3º Q – terceiro quartil; Desv.p – desvio padrão.

Fonte: Autor, 2024.

Os parâmetros “Estudos de viabilidade”, “Compatibilidade com a infraestrutura existente” e “Impacto ambiental” receberam nota 0 pela não influência por um dos especialistas. Considerando a notória discrepância entre as demais notas atribuídas, estas notas 0 foram desconsideradas por serem outliers ao grupo de respostas.

Com base nos resultados apresentados, é possível concluir que os parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica” são considerados importantes para a avaliação de projetos de grandes obras de drenagem urbana. Os parâmetros com maior média de influência foram “Estudos de viabilidade”, “Projeto técnico” e “Impacto ambiental”. Os parâmetros com menor média de influência foram “Capacidade de operação e manutenção” e “Compatibilidade com a infraestrutura existente”.

Os resultados da pesquisa apontam para a importância de uma avaliação abrangente da viabilidade técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana. Os parâmetros considerados mais influentes indicam que os projetos devem ser bem

planejados e projetados, considerando aspectos como a adequação às condições do local, os impactos ambientais e a capacidade de operação e manutenção.

Na Tabela 17 apresentam-se os resultados de concordância ou discordância das respostas alcançadas junto aos especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência dos 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica”

Tabela 17. Concordância ou discordância das respostas alcançadas junto aos especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência dos 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica”.

| Parâmetros | Especialistas | | | | | | | | | | | | Critérios de concordância | | |
|--|---------------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-----------|---|-----------|---|---------------------------|-----------|--------|
| | Belém | | Belém | | Belém | | Belém | | Fortaleza | | Fortaleza | | São Paulo | São Paulo | |
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | 1 | 2 | 3 | IRA | Class. |
| Estudos de viabilidade | 9 | 9 | 7 | 9 | 7 | 0 | 9 | 8 | 9 | 9 | C | C | 0.90 | MB | |
| Projeto técnico | 9 | 8 | 8 | 9 | 9 | 8 | 9 | 7 | 9 | 9 | C | C | 0.93 | MB | |
| Tecnologias e métodos utilizados | 8 | 7 | 7 | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 | 9 | 5 | C* | C | 0.80 | B | |
| Compatibilidade com a infraestrutura existente | 7 | 8 | 9 | 9 | 9 | 0 | 8 | 7 | 8 | 9 | C* | C | 0.91 | MB | |
| Impacto ambiental | 8 | 9 | 7 | 9 | 7 | 0 | 8 | 9 | 7 | 5 | C* | C | 0.77 | B | |
| Cronograma e prazos | 6 | 8 | 7 | 9 | 7 | 7 | 8 | 7 | 7 | 9 | C* | C | 0.87 | MB | |
| Capacidade de operação e manutenção | 6 | 5 | 7 | 9 | 5 | 5 | 7 | 9 | 7 | 7 | C* | C | 0.70 | B | |

Legenda: IRA – Interrater Agreement; B – boa; MB – muito boa. *Concordância por agrupamento.

Fonte: Autor, 2024.

A análise de concordância entre os especialistas mostrou que, em geral, os parâmetros atenderam aos critérios de concordância. No entanto, alguns parâmetros apresentaram notas mais dispersas, como “Capacidade de operação e manutenção” e “Compatibilidade com a infraestrutura existente”. Essa dispersão pode ser explicada por fatores como a experiência e o conhecimento dos especialistas, bem como a natureza subjetiva da avaliação de projetos.

Estes resultados têm implicações importantes para a prática da avaliação de projetos de grandes obras de drenagem urbana. Os resultados indicam que os parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica” devem ser considerados de forma abrangente na avaliação desses projetos. A avaliação da viabilidade técnica deve ser realizada por uma

equipe multidisciplinar de especialistas, com experiência e conhecimento nas diferentes áreas envolvidas.

A média de influência dos parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica” variou de 6,7 a 8,5. Os parâmetros com maior média de influência foram “Estudos de viabilidade” (8,44), “Projeto técnico” (8,5) e “Impacto ambiental” (7,67). Os parâmetros com menor média de influência foram “Capacidade de operação e manutenção” (6,7) e “Cronograma e prazos” (7,5). Podem ser considerados como valores muito próximos, com baixa variação.

Os parâmetros com maior média de influência são aqueles que são considerados mais essenciais para a garantia da adequação técnica dos projetos. Os parâmetros “Estudos de viabilidade” e “Projeto técnico” são importantes para garantir que o projeto seja adequado às condições do local e que seja capaz de atender às necessidades da população. O parâmetro “Impacto ambiental” é importante para garantir que o projeto não cause impactos negativos ao meio ambiente.

Os parâmetros com menor média de influência são aqueles que são considerados menos essenciais para a garantia da eficácia e da eficiência do projeto. O parâmetro “Capacidade de operação e manutenção” é importante para garantir que o projeto possa ser operado e mantido de forma eficiente. O parâmetro “Cronograma e prazos” é importante para garantir o planejamento e cumprimento adequado com relação ao tempo de execução.

A avaliação da viabilidade técnica é um processo fundamental para garantir a eficácia e a eficiência de projetos de grandes obras de drenagem urbana. Estes resultados parciais da pesquisa fornecem um importante ponto de partida para o desenvolvimento de uma metodologia mais eficazes para a avaliação da adequação técnica desses projetos.

7.5.2. Parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”

Aos especialistas foram apresentados os 7 parâmetros previamente estudados pela avaliação bibliográfica da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”, seguindo a lógica de coleta de dados para atribuição de pesos, em uma escala de 1 a 9, onde mais próximo de 1 significa menos influente e mais próximo de 9 significa mais influente. Também foi dada a opção para que o especialista apontasse a não influência do parâmetro ao estudo.

Na Tabela 18 apresentam-se as respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados para a relevância/influência dos 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” para avaliação de projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Tabela 18. Respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência dos 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”.

| Parâmetros | Especialistas | | | | | | | | | | | | 1º Q | 3º Q | Desv. P | Média | | | | |
|-------------------------------------|---------------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-----------|---|-----------|-----------|-------|-------|---------|-------|--|--|--|--|
| | Belém | | Belém | | Belém | | Belém | | Fortaleza | | Fortaleza | | | | | | | | | |
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | São Paulo | São Paulo | | | | | | | | |
| Licenciamentos e autorizações | 6 | 8 | 8 | 9 | 9 | 0 | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 | 9 | 0,916 | 8,222 | | | | | | |
| Custo de construção | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 0 | 9 | 9 | 8 | 9 | 9 | 9 | 0,416 | 8,778 | | | | | | |
| Custo de operação e manutenção | 5 | 5 | 7 | 9 | 0 | 0 | 7 | 9 | 8 | 4 | 5 | 8 | 1,785 | 6,75 | | | | | | |
| Custo de desapropriação | 9 | 8 | 9 | 9 | 0 | 8 | 8 | 8 | 9 | 8 | 8 | 9 | 0,497 | 8,444 | | | | | | |
| Custo de remediação ambiental | 8 | 7 | 7 | 9 | 0 | 5 | 6 | 5 | 7 | 6 | 6 | 7 | 1,247 | 6,667 | | | | | | |
| Custo de monitoramento e controle | 6 | 6 | 8 | 9 | 0 | 6 | 6 | 7 | 7 | 5 | 6 | 7 | 1,155 | 6,667 | | | | | | |
| Custo de contingências e incertezas | 6 | 5 | 6 | 9 | 0 | 0 | 7 | 3 | 5 | 5 | 5 | 6 | 1,639 | 5,75 | | | | | | |

Legenda: 1º Q – primeiro quartil; 3º Q – terceiro quartil; Desv.p – desvio padrão.

Fonte: Autor, 2024.

Todos os parâmetros desta dimensão receberam nota 0 pela não influência por um dos especialistas, pelo menos uma vez, sendo que um avaliador de Belém/PA atribuiu nota 0 para a maioria deles. Os parâmetros “Custo de operação e manutenção” e “Custo de contingências e incertezas” receberam nota 0 por dois especialistas. Considerando a notória discrepância entre as demais notas atribuídas, estas notas 0 foram desconsideradas por serem outliers ao grupo de respostas.

De maneira geral, os resultados indicam que os parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” são considerados importantes na avaliação de projetos de grandes obras de drenagem urbana. As médias de influência mais altas foram atribuídas a "Licenciamentos e autorizações" (8,222), "Custo de construção" (8,778) e "Custo de desapropriação" (8,444), indicando que esses parâmetros são mais relevantes. Valores muito próximos, considerando a escala relativa utilizada.

Por outro lado, os parâmetros "Custo de operação e manutenção" (6,75), "Custo de remediação ambiental" (6,667), "Custo de monitoramento e controle" (6,6667) e

"Custo de contingências e incertezas" (5,75) receberam médias de influência mais baixas. Essas médias sugerem que esses parâmetros foram considerados menos influentes no contexto da avaliação de projetos de drenagem para a dimensão, porém, seguem sendo relevantes à adequação técnica de projetos.

Na Tabela 19 apresentam-se os resultados de concordância ou discordância das respostas alcançadas junto aos especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência dos 7 parâmetros da dimensão "Licenciamento e custo do projeto"

Tabela 19. Concordância ou discordância das respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência dos 7 parâmetros da dimensão "Licenciamento e custo do projeto".

| Parâmetros | Especialistas | | | | | | | | | | Critérios de concordância | | |
|-------------------------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------------|---|------|
| | Belém | Belém | Belém | Belém | Belém | Fortaleza | Fortaleza | Fortaleza | São Paulo | São Paulo | | | |
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | 1 | 2 | 3 |
| Licenciamentos e autorizações | 6 | 8 | 8 | 9 | 9 | 0 | 9 | 9 | 8 | 8 | C* | C | 0,87 |
| Custo de construção | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 0 | 9 | 9 | 8 | 9 | C | C | 0,97 |
| Custo de operação e manutenção | 5 | 5 | 7 | 9 | 0 | 0 | 7 | 9 | 8 | 4 | C* | C | 0,52 |
| Custo de desapropriação | 9 | 8 | 9 | 9 | 0 | 8 | 8 | 8 | 9 | 8 | C | C | 0,96 |
| Custo de remediação ambiental | 8 | 7 | 7 | 9 | 0 | 5 | 6 | 5 | 7 | 6 | C* | C | 0,77 |
| Custo de monitoramento e controle | 6 | 6 | 8 | 9 | 0 | 6 | 6 | 7 | 7 | 5 | C | C | 0,8 |
| Custo de contingências e incertezas | 6 | 5 | 6 | 9 | 0 | 0 | 7 | 3 | 5 | 5 | C* | C | 0,59 |

Legenda: IRA – Interrater Agreement; B – boa; M – moderada; MB – muito boa. *Concordância por agrupamento.

Fonte: Autor, 2024.

A análise de concordância entre os 10 especialistas mostrou que, em geral, os parâmetros atenderam aos critérios de concordância. No entanto, alguns parâmetros apresentaram notas mais dispersas, como "Custo de operação e manutenção", "Custo de monitoramento e controle" e "Custo de contingências e incertezas". Essa dispersão pode ser explicada por fatores como a experiência e o conhecimento dos especialistas, bem como a natureza subjetiva da avaliação de projetos. Em geral, aos parâmetros com notas mais dispersas se atribuiu menor relevância.

Esses resultados têm implicações importantes para a prática de avaliação de projetos de grandes obras de drenagem urbana. A dimensão "licenciamento e custo do

projeto" desempenha um papel importante na avaliação da adequação técnica desses projetos, e seus parâmetros com maiores médias de influência indicam áreas que merecem atenção especial. A análise também destaca a importância de considerar a influência de especialistas com experiência e conhecimento relevantes ao avaliar esses projetos.

Esses resultados fornecem informações valiosas para o desenvolvimento de uma metodologia abrangente e eficaz na avaliação de projetos de grandes obras de drenagem urbana, com foco na otimização dos aspectos de licenciamento e custos envolvidos.

7.5.3. Parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”

Aos especialistas foram apresentados os 4 parâmetros previamente estudados pela avaliação bibliográfica da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”, seguindo a lógica de coleta de dados para atribuição de pesos, em uma escala de 1 a 9, onde mais próximo de 1 significa menos influente e mais próximo de 9 significa mais influente. Também foi dada a opção para que o especialista apontasse a não influência do parâmetro ao estudo. Na Tabela 20 apresentam-se as respostas alcançadas junto aos especialistas na coleta de dados para a relevância/influência dos 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” para avaliação de projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Tabela 20. Respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência dos 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”.

| Parâmetros | Especialistas | | | | | | | | | | 1º Q | 3º Q | Desv. P | Média | | | | |
|---|---------------|---|-------|---|-------|---|-----------|---|-----------|---|------|------|---------|-------|--|--|--|--|
| | Belém | | Belém | | Belém | | Fortaleza | | Fortaleza | | | | | | | | | |
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | | | | | | | | |
| Redução do tempo de alagamento | 8 | 7 | 9 | 9 | 9 | 5 | 7 | 9 | 8 | 7 | 7 | 9 | 1,249 | 7,800 | | | | |
| Redução do volume de água acumulada | 8 | 7 | 9 | 9 | 9 | 6 | 8 | 9 | 9 | 6 | 7 | 9 | 1,183 | 8,000 | | | | |
| Prevenção de alagamentos | 8 | 8 | 8 | 9 | 8 | 5 | 8 | 9 | 8 | 8 | 8 | 8 | 1,044 | 7,900 | | | | |
| Melhoria do escoamento das águas pluviais | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 0 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 0,416 | 8,778 | | | | |

Legenda: 1º Q – primeiro quartil; 3º Q – terceiro quartil; Desv.p – desvio padrão.

Fonte: Autor, 2024.

O parâmetro “Melhoria do escoamento das águas pluviais” recebeu nota 0 pela não influência por um dos especialistas. Considerando a notória discrepância entre as demais notas atribuídas, esta nota 0 foi desconsiderada por ser outlier ao grupo de respostas.

Em geral, os resultados indicam que os parâmetros da dimensão "Eficácia no controle de alagamentos" são considerados importantes na avaliação da adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana. Essas médias sugerem que os 4 parâmetros são considerados altamente influentes no contexto da avaliação de projetos de drenagem urbana em relação à eficácia no controle de alagamentos. A diferença entre a média mais alta e a mais baixa foi de 0,978. Onde os 4 parâmetros se destacam e merecem atenção durante o planejamento e a avaliação desses projetos. Além disso, a análise aponta para a importância de envolver especialistas com conhecimento e experiência em lidar com esses aspectos específicos em projetos de drenagem urbana.

Na Tabela 21 apresentam-se os resultados de concordância ou discordância das respostas alcançadas junto aos especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência dos 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”.

Tabela 21. Concordância ou discordância das respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência dos 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”.

| Parâmetros | Especialistas | | | | | | | | | | Critérios de concordância | | | |
|---|---------------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-----------|---|---------------------------|---|-----------|-----|
| | Belém | | Belém | | Belém | | Belém | | Fortaleza | | Fortaleza | | São Paulo | |
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | 1 | 2 | 3 | IRA |
| Redução do tempo de alagamento | 8 | 7 | 9 | 9 | 9 | 5 | 7 | 9 | 8 | 7 | C* | C | 0,77 | B |
| Redução do volume de água acumulada | 8 | 7 | 9 | 9 | 9 | 6 | 8 | 9 | 9 | 6 | C* | C | 0,79 | B |
| Prevenção de alagamentos | 8 | 8 | 8 | 9 | 8 | 5 | 8 | 9 | 8 | 8 | C | C | 0,84 | MB |
| Melhoria do escoamento das águas pluviais | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 0 | 9 | 9 | 9 | 9 | C | C | 0,97 | MB |

Legenda: IRA – Interrater Agreement; B – boa; MB – muito boa. *Concordância por agrupamento.

Fonte: Autor, 2024.

Em geral, todos os 4 parâmetros foram considerados altamente influentes, com médias de influência variando entre 7,8 e 8,8, destacando sua importância para garantir a adequação técnica.

O parâmetro "Melhoria do escoamento das águas pluviais" foi considerado significativamente influente por todos os especialistas, com exceção de um avaliador, cuja resposta foi desconsiderada por se tratar de um outlier no grupo de respostas.

A análise de concordância entre os especialistas demonstrou um alto nível de acordo quanto à influência desses parâmetros. Em geral, os critérios de concordância foram atendidos, destacando a relevância desses aspectos na eficácia do controle de alagamentos em projetos de drenagem urbana. Os parâmetros com notas mais dispersas mantiveram uma concordância aceitável, apesar de alguma variação, reforçando a sua importância no contexto da avaliação dos projetos.

Esses resultados salientam a necessidade de considerar cuidadosamente esses parâmetros durante o planejamento, execução e avaliação de projetos de drenagem urbana. A variação mínima entre as médias indica que todos os parâmetros estudados merecem igual atenção, enfatizando a importância de envolver especialistas com conhecimento específico nesses aspectos.

7.5.4. Parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”

Aos especialistas foram apresentados os 8 parâmetros previamente estudados pela avaliação bibliográfica da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”, seguindo a lógica de coleta de dados para atribuição de pesos, em uma escala de 1 a 9, onde mais próximo de 1 significa menos influente e mais próximo de 9 significa mais influente. Também foi dada a opção para que o especialista apontasse a não influência do parâmetro ao estudo.

Na Tabela 22 apresentam-se as respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados para a relevância/influência dos 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” para avaliação de projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Tabela 22. Respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência dos 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”.

| Parâmetros | Especialistas | | | | | | | | | | 1º Q | 3º Q | Desv .P | Média | | | | |
|---|---------------|---|-------|---|-------|---|-----------|---|-----------|---|------|------|-----------|-----------|--|--|--|--|
| | Belém | | Belém | | Belém | | Fortaleza | | Fortaleza | | | | | | | | | |
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | | | | | | | | |
| Gestão sustentável da água | 6 | 7 | 8 | 9 | 9 | 5 | 8 | 9 | 7 | 7 | 7 | 9 | 1,28 5 | 7,5 | | | | |
| Sustentabilidade energética | 7 | 5 | 7 | 9 | 7 | 0 | 7 | 7 | 9 | 5 | 7 | 7 | 1,33 3 | 7,0 | | | | |
| Sistemas de drenagem sustentável | 7 | 8 | 7 | 9 | 7 | 0 | 8 | 9 | 7 | 5 | 7 | 8 | 1,16 5 | 7,44 4 | | | | |
| Preservação de áreas naturais | 7 | 7 | 8 | 9 | 7 | 6 | 8 | 9 | 8 | 9 | 7 | 9 | 0,98 | 7,8 | | | | |
| Tratamento de águas pluviais urbanas | 8 | 7 | 5 | 9 | 4 | 0 | 5 | 6 | 8 | 5 | 5 | 8 | 1,63 3 | 6,33 3 | | | | |
| Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | 7 | 7 | 8 | 9 | 7 | 0 | 9 | 9 | 6 | 5 | 7 | 9 | 1,34 3 | 7,44 4 | | | | |
| Incremento de novos materiais | 6 | 7 | 5 | 9 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 3 | 6 | 7 | 1,5 | 6,5 | | | | |
| Inovações em gestão de resíduos | 0 | 5 | 5 | 9 | 5 | 0 | 7 | 6 | 6 | 3 | 5 | 6 | 1,63 9 | 5,75 | | | | |

Legenda: 1º Q – primeiro quartil; 3º Q – terceiro quartil; Desv.p – desvio padrão.

Fonte: Autor, 2024.

Os parâmetros “Sustentabilidade energética”, “Sistemas de drenagem sustentável”, “Tratamento de águas pluviais urbanas”, “Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento” e “Inovação na gestão de resíduos” receberam notas 0 por pelo menos um especialista, sendo que “Sustentabilidade energética” e “Inovação na gestão de resíduos” receberam duas notas 0, pela não influência à dimensão estudada. Considerando a notória discrepância entre as demais notas atribuídas, estas notas 0 foram desconsideradas por serem outliers ao grupo de respostas.

Em geral, os resultados sugerem que os parâmetros da dimensão "Tecnologias e soluções alternativas" são considerados importantes na avaliação da adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana. As maiores médias de influência atribuídas pelos especialistas aos parâmetros desta dimensão foram "Gestão sustentável da água" que obteve uma média de 7,5, "Sistemas de drenagem sustentável" que obteve uma média de 7,444, "Preservação de áreas naturais" que obteve uma média de 7,8, "Sustentabilidade energética" que obteve média de 7 e "Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento" que obteve uma média de 7,444.

Na Tabela 23 apresentam-se os resultados de concordância ou discordância das respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a

relevância/influência dos 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”.

Tabela 23. Concordância ou discordância das respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência dos 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”.

| Parâmetros | Especialistas | | | | | | | | | | Critérios de concordância | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------------|---|------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|---------|
| | Belém | Belém | Belém | Belém | Belém | Fortaleza | Fortaleza | Fortaleza | São Paulo | São Paulo | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | 1 | 2 | 3 | IRA | Clas s. |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gestão sustentável da água | 6 | 7 | 8 | 9 | 9 | 5 | 8 | 9 | 7 | 7 | C* | C | 0,75 | B | | | | | | | | | | | |
| Sustentabilidade energética | 7 | 5 | 7 | 9 | 7 | 0 | 7 | 7 | 9 | 5 | C* | C | 0,73 | B | | | | | | | | | | | |
| Sistemas de drenagem sustentável | 7 | 8 | 7 | 9 | 7 | 0 | 8 | 9 | 7 | 5 | C* | C | 0,80 | B | | | | | | | | | | | |
| Preservação de áreas naturais | 7 | 7 | 8 | 9 | 7 | 6 | 8 | 9 | 8 | 9 | C* | C | 0,86 | MB | | | | | | | | | | | |
| Tratamento de águas pluviais urbanas | 8 | 7 | 5 | 9 | 4 | 0 | 5 | 6 | 8 | 5 | C* | C | 0,60 | M | | | | | | | | | | | |
| Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | 7 | 7 | 8 | 9 | 7 | 0 | 9 | 9 | 6 | 5 | C* | C | 0,73 | B | | | | | | | | | | | |
| Incremento de novos materiais | 6 | 7 | 5 | 9 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 3 | C | C | 0,66 | B | | | | | | | | | | | |
| Inovações em gestão de resíduos | 0 | 5 | 5 | 9 | 5 | 0 | 7 | 6 | 6 | 3 | C | C | 0,59 | M | | | | | | | | | | | |

Legenda: IRA – Interrater Agreement; B – boa; M – moderada; MB – muito boa. *Concordância por agrupamento.

Fonte: Autor, 2024.

Essas médias sugerem que esses parâmetros são considerados influentes no contexto da avaliação da adequação técnica de projetos de drenagem urbana em relação à aplicação de tecnologias e soluções alternativas.

Esses resultados sugerem que, ao avaliar projetos de drenagem urbana com foco em tecnologias e soluções alternativas, é essencial considerar estes parâmetros mais influentes.

Os resultados obtidos indicam que a maioria dos parâmetros foi considerada importante na avaliação da adequação técnica de projetos de drenagem urbana. Parâmetros como “Gestão sustentável da água”, “Preservação de áreas naturais” e “Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento” se destacaram com médias entre 7,444 e 7,8, indicando uma influência significativa.

A análise de concordância entre os especialistas demonstrou que a maioria dos parâmetros obteve níveis variados de concordância, com destaque para "Preservação de

"áreas naturais" que alcançou uma concordância muito boa, seguida por "Gestão sustentável da água" e "Sistemas de drenagem sustentável", com concordâncias boas.

Os resultados sugerem que os parâmetros analisados nesta dimensão são relevantes para a avaliação técnica de projetos de drenagem urbana. No entanto, é importante notar que a concordância moderada em alguns parâmetros, como "Tratamento de águas pluviais urbanas" e "Inovações em gestão de resíduos", aponta para uma possível diversidade de perspectivas entre os especialistas que pode ser explicada pela diversidade das questões curriculares ou regionais entre os especialistas.

Essa diversidade ressalta a importância de uma abordagem complexa ao avaliar projetos de drenagem urbana, integrando múltiplos parâmetros e considerando diferentes visões para garantir a eficácia e a sustentabilidade desses empreendimentos.

7.5.5. Dimensões

Aos especialistas foram apresentadas as 4 dimensões previamente alcançadas pela avaliação bibliográfica focada em projetos de grandes obras de drenagem urbana realizada previamente no estudo. Seguindo a lógica de coleta de dados para atribuição de pesos, em uma escala de 1 a 9, onde mais próximo de 1 significa menos influente e mais próximo de 9 significa mais influente. Também foi dada a opção para que o especialista apontasse a não influência da dimensão ao estudo.

Na Tabela 24 apresentam-se as respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados para a relevância/influência das dimensões estudadas para avaliação de projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Tabela 24. Respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência das 4 dimensões estudadas.

| Parâmetros | Especialistas | | | | | | | | | | 1° Q | 3° Q | Desv. P | Média | | | | |
|-------------------------------------|---------------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-----------|---|------|------|---------|-------|--|--|--|--|
| | Belém | | Belém | | Belém | | Belém | | Fortaleza | | | | | | | | | |
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | | | | | | | | |
| Viabilidade Técnica | 9 | 9 | 9 | 9 | 7 | 9 | 8 | 9 | 8 | 8 | 8 | 9 | 0,671 | 8,500 | | | | |
| Licenciamento e custo do projeto | 5 | 5 | 8 | 9 | 6 | 9 | 8 | 8 | 8 | 7 | 6 | 8 | 1,418 | 7,300 | | | | |
| Eficácia no controle de alagamentos | 9 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 0,400 | 8,800 | | | | |
| Tecnologias e soluções alternativas | 6 | 8 | 7 | 9 | 8 | 9 | 8 | 8 | 7 | 6 | 7 | 8 | 1,020 | 7,600 | | | | |

Legenda: 1° Q – primeiro quartil; 3° Q – terceiro quartil; Desv.p – desvio padrão.

Fonte: Autor, 2024.

Quanto a avaliação das dimensões pelos especialistas, não houve divergências quanto aos critérios de concordância. Não houve nenhuma resposta para não influência das dimensões.

Na Tabela 25 apresentam-se os resultados de concordância ou discordância das respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência das 4 dimensões estudadas.

Tabela 25. Concordância ou discordância das respostas alcançadas junto aos 10 especialistas na coleta de dados (pelo Método 2) para a relevância/influência das 4 dimensões estudadas.

| Parâmetros | Especialistas | | | | | | | | | | Critérios de concordância | | | |
|-------------------------------------|---------------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-----------|---|---------------------------|---|------|----|
| | Belém | | Belém | | Belém | | Belém | | Fortaleza | | | | | |
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | 1 | 2 | 3 | |
| Viabilidade Técnica | 9 | 9 | 9 | 9 | 7 | 9 | 8 | 9 | 8 | 8 | C | C | 0,93 | MB |
| Licenciamento e custo do projeto | 5 | 5 | 8 | 9 | 6 | 9 | 8 | 8 | 8 | 7 | C* | C | 0,70 | B |
| Eficácia no controle de alagamentos | 9 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 8 | 9 | 9 | C | C | 0,98 | MB |
| Tecnologias e soluções alternativas | 6 | 8 | 7 | 9 | 8 | 9 | 8 | 8 | 7 | 6 | C* | C | 0,84 | MB |

Legenda: IRA – Interrater Agreement. *Concordância por agrupamento.

Fonte: Autor, 2024.

O IRA encontrado para as dimensões estudas foi de 0,8 e 1 em 75% e de 0,6 e 0,8 para 25% das questões. Estes valores do IRA correspondem a uma forma de consenso de bom a muito bom; mostrando que a variância das respostas dos especialistas para cada dimensão é baixa e que, portanto, o consenso obtido é estatisticamente válido.

Eficácia no controle de alagamentos foi considerada a dimensão mais relevante, com maior valor de média (8,8), menor desvio padrão (0,4) e valor de 1º e 3º quartis iguais (9), demonstrando consistência ao resultado.

Viabilidade técnica mostrou-se como a segunda dimensão mais influente, com valor de média de 8,5, desvio padrão com valor de 0,671, 1º quartil com valor 8 e 3º quartil com valor 9, demonstrando consistência ao resultado.

Tecnologias e soluções alternativas mostrou-se como a terceira dimensão mais influente, com valor de média de 7,6, desvio padrão com valor de 1,02, 1º quartil com valor 7 e 3º quartil com valor 8, demonstrando consistência ao resultado.

“Licenciamento e custo do projeto” mostrou-se como a quarta dimensão mais influente, ou a menos influente entre as quatro dimensões estudadas, com valor de média de 7,3, desvio padrão com valor de 1,418, 1º quartil com valor 6 e 3º quartil com valor 8, demonstrando consistência ao resultado.

Os resultados alcançados ratificam que a utilização do valor médio como referência matemática para o cálculo da AHP é uma escolha adequada, de acordo com a variabilidade estatística dos dados alcançados.

Estes resultados revelaram que todas as dimensões foram consideradas relevantes pelos especialistas, demonstrando um consenso significativo. A dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” foi classificada como a mais influente, com uma média consideravelmente alta (8,8) e baixa variação entre as respostas dos especialistas, indicada pelo desvio padrão baixo (0,4). Esta consistência nos dados ressalta a importância atribuída a essa dimensão.

Em seguida, “Viabilidade técnica” foi identificada como a segunda dimensão mais relevante, obtendo uma média de 8,5 e mantendo uma consistência nos valores estatísticos, com baixa variação entre os especialistas.

“Tecnologias e soluções alternativas” foi considerada a terceira dimensão mais influente, com uma média de 7,6 e uma variação um pouco mais significativa entre as respostas dos especialistas.

Por último, "Licenciamento e custo do projeto" foi avaliada como a dimensão menos influente entre as quatro estudadas, com uma média de 7,3 e um desvio padrão maior (1,418), sugerindo uma diversidade um pouco mais acentuada nas percepções dos especialistas.

A análise do consenso (IRA) revelou valores entre 0,6 e 1, refletindo um bom a muito bom consenso entre os especialistas em 75% das questões. Isso evidencia uma baixa variância nas respostas dos especialistas para cada dimensão, fortalecendo a validade estatística do consenso alcançado.

Os resultados reforçam a utilização da média como referência para a abordagem AHP, considerando a estabilidade e a consistência estatística dos dados obtidos. A alta relevância atribuída à "Eficácia no controle de alagamentos" e à "Viabilidade técnica" destaca a importância de priorizar essas dimensões na avaliação de projetos de drenagem urbana.

7.6. RELEVÂNCIA DOS ELEMENTOS TÉCNICOS (MÉTODO 2)

7.6.1. Parâmetros da dimensão “Viabilidade Técnica”

Para atribuição dos pesos foram utilizados os valores médios das respostas dos especialistas por meio do Método Delphi. Na Tabela 26 apresentam-se os pesos atribuídos aos 7 parâmetros estudados da dimensão “Viabilidade técnica” adotados para o desenvolvimento da análise multicritério AHP.

Tabela 26. Pesos atribuídos aos parâmetros estudados da dimensão “Viabilidade técnica” – Método 2.

| Parâmetro | Peso Delphi |
|--|-------------|
| Estudos de viabilidade | 8,444 |
| Projeto técnico | 8,500 |
| Tecnologias e métodos utilizados | 7,800 |
| Compatibilidade com a infraestrutura existente | 8,222 |
| Impacto ambiental | 7,667 |
| Cronograma e prazos | 7,500 |
| Capacidade de operação e manutenção | 6,700 |

Legenda: Peso Delphi é a média dos pesos atribuídos pelos 10 especialistas a cada parâmetro.

Fonte: Autor, 2024.

Para aplicação da análise multicritério AHP, o passo inicial consiste na organização dos resultados dos Pesos Delphi em ordem decrescente (do maior para o menor) para a realização da análise por pares seguindo a análise e os cálculos conforme detalhado na Metodologia. No Quadro 47 apresenta-se o resultado alcançado pela análise multicritério AHP para os parâmetros 7 estudados da dimensão “Viabilidade técnica”.

Quadro 47. Resultado da análise multicritério AHP para os parâmetros 7 estudados da dimensão “Viabilidade técnica” – Método 2.

| Linha 1 | Parâmetros | Proj. Téc. | Est. Viab. | Comp. Infra. Exist. | Tec. M ét. Uti. | Imp. Amb. | Crono. Pr. | Cap. Op. Man. |
|----------|----------------------------|------------|------------|---------------------|-----------------|-----------|------------|---------------|
| Linha 2 | Peso | 8,500 | 8,444 | 8,222 | 7,800 | 7,667 | 7,500 | 6,700 |
| Linha 3 | Proj. Téc. | 1 | 1,056 | 1,278 | 1,700 | 1,833 | 2,000 | 2,800 |
| Linha 4 | Est. Viab. | | 1 | 1,222 | 1,644 | 1,778 | 1,944 | 2,744 |
| Linha 5 | Comp. Infra. Exist. | | | 1 | 1,422 | 1,556 | 1,722 | 2,522 |
| Linha 6 | Tec. M ét. Uti. | | | | 1 | 1,133 | 1,300 | 2,100 |
| Linha 7 | Imp. Amb. | | | | | 1 | 1,167 | 1,967 |
| Linha 8 | Crono. Pr. | | | | | | 1 | 1,800 |
| Linha 9 | Cap. Op. Man. | | | | | | | 1 |
| Linha 10 | Proj. Téc. | 1 | 1,056 | 1,278 | 1,700 | 1,833 | 2,000 | 2,800 |
| Linha 11 | Est. Viab. | 0,947 | 1 | 1,222 | 1,644 | 1,778 | 1,944 | 2,744 |
| Linha 12 | Comp. Infra. Exist. | 0,783 | 0,818 | 1 | 1,422 | 1,556 | 1,722 | 2,522 |
| Linha 13 | Tec. M ét. Uti. | 0,588 | 0,608 | 0,703 | 1 | 1,133 | 1,300 | 2,100 |
| Linha 14 | Imp. Amb. | 0,545 | 0,563 | 0,643 | 0,882 | 1 | 1,167 | 1,967 |
| Linha 15 | Crono. Pr. | 0,500 | 0,514 | 0,581 | 0,769 | 0,857 | 1 | 1,800 |
| Linha 16 | Cap. Op. Man. | 0,357 | 0,364 | 0,396 | 0,476 | 0,508 | 0,556 | 1 |
| Linha 17 | Σ | 4,72 | 4,92 | 5,82 | 7,89 | 8,67 | 9,69 | 14,93 |
| Linha 18 | Proj. Téc. | 0,212 | 0,214 | 0,219 | 0,215 | 0,212 | 0,206 | 0,188 |
| Linha 19 | Est. Viab. | 0,201 | 0,203 | 0,210 | 0,208 | 0,205 | 0,201 | 0,184 |
| Linha 20 | Comp. Infra. Exist. | 0,166 | 0,166 | 0,172 | 0,180 | 0,180 | 0,178 | 0,169 |

| Linha 1 | Parâmetros | Proj. Téc. | Est. Viab. | Comp. Infra. Exist. | Tec. Mét. Uti. | Imp. Amb. | Crono. Pr. | Cap. Op. Man. | | | | |
|-------------|--|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|--|--|--|--|
| Linha 21 | Tec. Mét. Uti. | 0,125 | 0,124 | 0,121 | 0,127 | 0,131 | 0,134 | 0,141 | | | | |
| Linha 22 | Imp. Amb. | 0,116 | 0,114 | 0,110 | 0,112 | 0,115 | 0,120 | 0,132 | | | | |
| Linha 23 | Crono. Pr. | 0,106 | 0,104 | 0,100 | 0,097 | 0,099 | 0,103 | 0,121 | | | | |
| Linha 24 | Cap. Op. Man. | 0,076 | 0,074 | 0,068 | 0,060 | 0,059 | 0,057 | 0,067 | | | | |
| Linha 25 | Parâmetros | Média | Vetor | Vetor/Média | 7,016 | | | | | | | |
| Linha 26 | Proj. Téc. | 0,210 | 1,47 | 7,016 | | | | | | | | |
| Linha 27 | Est. Viab. | 0,202 | 1,41 | 7,016 | | | | | | | | |
| Linha 28 | Comp. Infra. Exist. | 0,173 | 1,21 | 7,016 | | | | | | | | |
| Linha 29 | Tec. Mét. Uti. | 0,129 | 0,90 | 7,013 | | | | | | | | |
| Linha 30 | Imp. Amb. | 0,117 | 0,82 | 7,011 | | | | | | | | |
| Linha 31 | Crono. Pr. | 0,104 | 0,73 | 7,008 | | | | | | | | |
| Linha 32 | Cap. Op. Man. | 0,066 | 0,46 | 7,006 | | | | | | | | |
| Linha 33 | Lmax | 7,016 | | | | | | | | | | |
| Linha 34 | IR tabelado* | | | | | | | | | | | |
| Linha 35 | IC | | | | | | | | | | | |
| Linha 36 | RC | | | | | | | | | | | |
| Linha 37 | RC < 0,10 = Julgamentos Consistentes | | | | | | | | | | | |

Fonte: Autor, 2024.

A análise multicritério AHP para os 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica” resultou em um julgamento consistente dos critérios estabelecidos pelos pesos atribuídos pelo Método Delphi, estabelecendo quais parâmetros são mais relevantes para a avaliação da adequação técnica de projetos de grandes obras, viabilizando parte de uma estruturação matemática para esta avaliação.

Na Tabela 27 apresenta-se o resumo dos resultados da aplicação dos métodos Delphi e AHP para avaliar a relevância dos 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica” na estrutura da pesquisa.

Tabela 27. Resumo dos resultados da aplicação dos métodos Delphi e AHP para avaliar a relevância dos 7 parâmetros da dimensão “Viabilidade técnica” – Método 2.

| Parâmetro | Peso Delphi | Peso AHP* |
|--|-------------|-----------|
| Estudos de viabilidade | 8,444 | 0,202 |
| Projeto técnico | 8,500 | 0,210 |
| Tecnologias e métodos utilizados | 7,800 | 0,129 |
| Compatibilidade com a infraestrutura existente | 8,222 | 0,173 |
| Impacto ambiental | 7,667 | 0,117 |
| Cronograma e prazos | 7,500 | 0,104 |
| Capacidade de operação e manutenção | 6,700 | 0,066 |

Legenda: Peso Delphi é a média dos pesos atribuídos pelos 10 especialistas a cada parâmetro; Peso AHP é o resultado do cálculo da prioridade dos elementos da hierarquização. *Por arredondamento a soma dos Pesos AHP é maior que 1, considerando a apresentação em 3 casas decimais, porém, nos cálculos foram consideradas todas as casas decimais geradas.

Fonte: Autor, 2024.

7.6.2. Parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”

Para atribuição dos pesos foram utilizados os valores médios das respostas dos especialistas por meio do Método Delphi. Na Tabela 28 apresentam-se os pesos atribuídos aos 7 parâmetros estudados da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” adotados para o desenvolvimento da análise multicritério AHP.

Tabela 28. Pesos atribuídos aos parâmetros estudados da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” – Método 2.

| Parâmetro | Peso Delphi |
|-------------------------------------|-------------|
| Licenciamentos e autorizações | 8,222 |
| Custo de construção | 8,778 |
| Custo de operação e manutenção | 6,750 |
| Custo de desapropriação | 8,444 |
| Custo de remediação ambiental | 6,667 |
| Custo de monitoramento e controle | 6,667 |
| Custo de contingências e incertezas | 5,750 |

Legenda: Peso Delphi é a média dos pesos atribuídos pelos 10 especialistas a cada parâmetro.

Fonte: Autor, 2024.

Para aplicação da análise multicritério AHP, o passo inicial consiste na organização dos resultados de pesos Delphi em ordem decrescente (do maior para o menor), para realização da análise por pares seguindo a análise e os cálculos conforme detalhado na Metodologia. No Quadro 48 apresenta-se o resultado alcançado pela análise multicritério AHP para os parâmetros 7 estudados da dimensão “Licenciamento e custo do projeto”.

Quadro 48. Resultado da análise multicritério AHP para os parâmetros 7 estudados da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” – Método 2.

| Linha 1 | Parâmetros | Cust. Const. | Cust. Desa. | Lic. Aut. | Cust. Ope. | Cust. Moni. | Cust. Reme. | Cust. Cont. |
|----------|---------------------|--------------|-------------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Linha 2 | Peso | 8,778 | 8,444 | 8,222 | 6,750 | 6,667 | 6,667 | 5,750 |
| Linha 3 | Cust. Const. | 1 | 1,333 | 1,556 | 3,028 | 3,111 | 3,111 | 4,028 |
| Linha 4 | Cust. Desa. | | 1 | 1,222 | 2,694 | 2,778 | 2,778 | 3,694 |
| Linha 5 | Lic. Aut. | | | 1 | 2,472 | 2,556 | 2,556 | 3,472 |
| Linha 6 | Cust. Ope. | | | | 1 | 1,083 | 1,083 | 2,000 |
| Linha 7 | Cust. Moni. | | | | | 1 | 1 | 1,917 |
| Linha 8 | Cust. Reme. | | | | | | 1 | 1,917 |
| Linha 9 | Cust. Cont. | | | | | | | 1 |
| Linha 10 | Cust. Const. | 1,000 | 1,333 | 1,556 | 3,028 | 3,111 | 3,111 | 4,028 |
| Linha 11 | Cust. Desa. | 0,750 | 1,000 | 1,222 | 2,694 | 2,778 | 2,778 | 3,694 |
| Linha 12 | Lic. Aut. | 0,643 | 0,818 | 1,000 | 2,472 | 2,556 | 2,556 | 3,472 |
| Linha 13 | Cust. Ope. | 0,330 | 0,371 | 0,404 | 1,000 | 1,083 | 1,083 | 2,000 |
| Linha 14 | Cust. Moni. | 0,321 | 0,360 | 0,391 | 0,923 | 1,000 | 1,000 | 1,917 |
| Linha 15 | Cust. Reme. | 0,321 | 0,360 | 0,391 | 0,923 | 1,000 | 1,000 | 1,917 |
| Linha 16 | Cust. Cont. | 0,248 | 0,271 | 0,288 | 0,500 | 0,522 | 0,522 | 1,000 |
| Linha 17 | Σ | 3,614 | 4,513 | 5,253 | 11,541 | 12,050 | 12,050 | 18,028 |
| Linha 18 | Cust. Const. | 0,277 | 0,295 | 0,296 | 0,262 | 0,258 | 0,258 | 0,223 |
| Linha 19 | Cust. Desa. | 0,208 | 0,222 | 0,233 | 0,233 | 0,231 | 0,231 | 0,205 |
| Linha 20 | Lic. Aut. | 0,178 | 0,181 | 0,190 | 0,214 | 0,212 | 0,212 | 0,193 |
| Linha 21 | Cust. Ope. | 0,091 | 0,082 | 0,077 | 0,087 | 0,090 | 0,090 | 0,111 |

| Linha 1 | Parâmetros | Cust. Const. | Cust. Desa. | Lic. Aut. | Cust. Ope. | Cust. Moni. | Cust. Reme. | Cust. Cont. |
|----------|---|--------------|--------------|--------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Linha 22 | Cust. Moni. | 0,089 | 0,080 | 0,074 | 0,080 | 0,083 | 0,083 | 0,106 |
| Linha 23 | Cust. Reme. | 0,089 | 0,080 | 0,074 | 0,080 | 0,083 | 0,083 | 0,106 |
| Linha 24 | Cust. Cont. | 0,069 | 0,060 | 0,055 | 0,043 | 0,043 | 0,043 | 0,055 |
| Linha 25 | Parâmetros | Média | Vetor | Vetor/Média | | | | |
| Linha 26 | Cust. Const. | 0,267 | 1,88 | 7,053 | | | | |
| Linha 27 | Cust. Desa. | 0,223 | 1,57 | 7,055 | | | | |
| Linha 28 | Lic. Aut. | 0,197 | 1,39 | 7,053 | | | | |
| Linha 29 | Cust. Ope. | 0,090 | 0,63 | 7,025 | | | | |
| Linha 30 | Cust. Moni. | 0,085 | 0,60 | 7,022 | | | | |
| Linha 31 | Cust. Reme. | 0,085 | 0,60 | 7,022 | | | | |
| Linha 32 | Cust. Cont. | 0,053 | 0,37 | 7,018 | | | | |
| Linha 33 | Lmax | 0,267 | | | 7,055 | | | |
| Linha 34 | IR tabelado* | | | | 1,320 | | | |
| Linha 35 | IC | | | | 0,009 | | | |
| Linha 36 | RC | | | | 0,007 | | | |
| Linha 37 | RC < 0,10 = Julgamentos Consistentes | | | | | | | |

Fonte: Autor, 2024.

A análise multicritério AHP para os 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” resultou em um julgamento consistente dos critérios estabelecidos pelos pesos atribuídos pelo Método Delphi, estabelecendo quais parâmetros são mais relevantes para a avaliação da adequação técnica de projetos de grandes obras, viabilizando parte de uma estruturação matemática para esta avaliação.

Na Tabela 29 apresenta-se o resumo dos resultados da aplicação dos métodos Delphi e AHP para avaliar a relevância dos 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” na estrutura da pesquisa.

Tabela 29. Resumo dos resultados da aplicação dos métodos Delphi e AHP para avaliar a relevância dos 7 parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo do projeto” – Método 2.

| Dimensão | Peso Delphi | Peso AHP* |
|-------------------------------------|-------------|-----------|
| Licenciamentos e autorizações | 8,222 | 0,197 |
| Custo de construção | 8,778 | 0,267 |
| Custo de operação e manutenção | 6,750 | 0,090 |
| Custo de desapropriação | 8,444 | 0,223 |
| Custo de remediação ambiental | 6,667 | 0,085 |
| Custo de monitoramento e controle | 6,667 | 0,085 |
| Custo de contingências e incertezas | 5,750 | 0,053 |

Legenda: Peso Delphi é a média dos pesos atribuídos pelos 10 especialistas a cada parâmetro; Peso AHP é o resultado do cálculo da prioridade dos elementos da hierarquização. *Por arredondamento a soma dos Pesos AHP é maior que 1, considerando a apresentação em 3 casas decimais, porém, nos cálculos foram consideradas todas as casas decimais geradas.

Fonte: Autor, 2024.

7.6.3. Parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”

Para atribuição dos pesos foram utilizados os valores médios das respostas dos especialistas por meio do Método Delphi. Na Tabela 30 apresentam-se os pesos atribuídos aos 4 parâmetros estudados da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” adotados para o desenvolvimento da análise multicritério AHP.

Tabela 30. Pesos atribuídos aos parâmetros estudados da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” – Método 2.

| Parâmetro | Peso Delphi |
|---|-------------|
| Redução do tempo de alagamento | 7,800 |
| Redução do volume de água acumulada | 8,000 |
| Prevenção de alagamentos | 7,900 |
| Melhoria do escoamento das águas pluviais | 8,778 |

Legenda: Peso Delphi é a média dos pesos atribuídos pelos 10 especialistas a cada parâmetro.

Fonte: Autor, 2024.

Para aplicação da análise multicritério AHP, o passo inicial consiste na organização dos resultados de pesos Delphi em ordem decrescente (do maior para o menor), para realização da análise por pares seguindo a análise e os cálculos conforme detalhado na Metodologia. No Quadro 49 apresenta-se o resultado alcançado pela análise multicritério AHP para os parâmetros 4 estudados da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”.

Quadro 49. Resultado da análise multicritério AHP para os parâmetros 4 estudados da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” – Método 2.

| Linha 1 | Parâmetro | Melh. Esc. Ág. | Red. Vol. Ág. | Prev. Alag. | Red. Temp. Alag. |
|----------|-------------------------|----------------|---------------|---------------------------------|------------------|
| Linha 2 | Peso | 8,778 | 8,000 | 7,900 | 7,800 |
| Linha 3 | Melh. Esc. Ág. | 1 | 1,778 | 1,878 | 1,978 |
| Linha 4 | Red. Vol. Ág. | | 1 | 1,100 | 1,200 |
| Linha 5 | Prev. Alag. | | | 1 | 1,100 |
| Linha 6 | Red. Temp. Alag. | | | | 1 |
| Linha 7 | Melh. Esc. Ág. | 8,778 | 8,000 | 7,900 | 7,800 |
| Linha 8 | Red. Vol. Ág. | 1 | 1,778 | 1,878 | 1,978 |
| Linha 9 | Prev. Alag. | 0,563 | 1 | 1,100 | 1,200 |
| Linha 10 | Red. Temp. Alag. | 0,533 | 0,909 | 1 | 1,100 |
| Linha 11 | Σ | 2,601 | 4,520 | 4,887 | 5,278 |
| Linha 12 | Melh. Esc. Ág. | 0,385 | 0,393 | 0,384 | 0,375 |
| Linha 13 | Red. Vol. Ág. | 0,216 | 0,221 | 0,225 | 0,227 |
| Linha 14 | Prev. Alag. | 0,205 | 0,201 | 0,205 | 0,208 |
| Linha 15 | Red. Temp. Alag. | 0,194 | 0,184 | 0,186 | 0,189 |
| Linha 16 | Parâmetros | Média | Vetor | Vetor/Média | |
| Linha 17 | Melh. Esc. Ág. | 0,384 | 1,54 | 4,001 | |
| Linha 18 | Red. Vol. Ág. | 0,222 | 0,89 | 4,001 | |
| Linha 19 | Prev. Alag. | 0,205 | 0,82 | 4,000 | |
| Linha 20 | Red. Temp. Alag. | 0,189 | 0,75 | 4,000 | |
| Linha 21 | Lmax | | | 4,001 | |
| Linha 22 | IR tabelado* | | | 0,9 | |
| Linha 23 | IC | | | 0,000 | |
| Linha 24 | RC | | | 0,000 | |
| Linha 25 | RC < 0,10 = | | | Julgamentos Consistentes | |

Fonte: Autor, 2024.

A análise multicritério AHP para os 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” resultou em um julgamento consistente dos critérios estabelecidos pelos pesos atribuídos pelo Método Delphi, estabelecendo quais parâmetros

são mais relevantes para a avaliação da adequação técnica de projetos de grandes obras, viabilizando parte de uma estruturação matemática para esta avaliação.

Na Tabela 31 apresenta-se o resumo dos resultados da aplicação dos métodos Delphi e AHP para avaliar a relevância dos 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” na estrutura da pesquisa.

Tabela 31. Resumo dos resultados da aplicação dos métodos Delphi e AHP para avaliar a relevância dos 4 parâmetros da dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” – Método 2.

| Parâmetro | Peso Delphi | Peso AHP* |
|---|-------------|-----------|
| Redução do tempo de alagamento | 7,800 | 0,189 |
| Redução do volume de água acumulada | 8,000 | 0,222 |
| Prevenção de alagamentos | 7,900 | 0,205 |
| Melhoria do escoamento das águas pluviais | 8,778 | 0,384 |

Legenda: Peso Delphi é a média dos pesos atribuídos pelos 10 especialistas a cada parâmetro; Peso AHP é o resultado do cálculo da prioridade dos elementos da hierarquização. *Por arredondamento a soma dos Pesos AHP é maior que 1, considerando a apresentação em 3 casas decimais, porém, nos cálculos foram consideradas todas as casas decimais geradas.

Fonte: Autor, 2024.

7.6.4. Parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”

Para atribuição dos pesos foram utilizados os valores médios das respostas dos especialistas por meio do Método Delphi. Na Tabela 32 apresentam-se os pesos atribuídos aos 8 parâmetros estudados da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” adotados para o desenvolvimento da análise multicritério AHP.

Tabela 32. Pesos atribuídos aos parâmetros estudados da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” – Método 2.

| Parâmetro | Peso Delphi |
|---|-------------|
| Gestão sustentável da água | 7,500 |
| Sustentabilidade energética | 7,000 |
| Sistemas de drenagem sustentável | 7,444 |
| Preservação de áreas naturais | 7,800 |
| Tratamento de águas pluviais urbanas | 6,333 |
| Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | 7,444 |
| Incremento de novos materiais | 6,500 |
| Inovações em gestão de resíduos | 5,750 |

Legenda: Peso Delphi é a média dos pesos atribuídos pelos 10 especialistas a cada parâmetro.

Fonte: Autor, 2024.

Para aplicação da análise multicritério AHP, o passo inicial consiste na organização dos resultados de pesos Delphi em ordem decrescente (do maior para o menor), para realização da análise por pares seguindo a análise e os cálculos conforme detalhado na Metodologia. No Quadro 50 apresenta-se o resultado alcançado pela análise multicritério AHP para os parâmetros 8 estudados da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”.

Quadro 50. Resultado da análise multicritério AHP para os parâmetros 8 estudados da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” – Método 2.

| Linha 1 | Parâmetros | Pres. Are. | Gest. Sust. | Sist. Dren. | Tec. Avan. | Sust. Ener. | Inc. Nov. | Trat. Ág. | Inov. Gest. |
|----------|--------------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|-----------|-----------|-------------------|
| Linha 2 | Peso | 7,800 | 7,500 | 7,444 | 7,444 | 7,000 | 6,500 | 6,333 | 5,75 |
| Linha 3 | Pres. Are. | 1,000 | 1,300 | 1,356 | 1,356 | 1,800 | 2,300 | 2,467 | 3,05 |
| Linha 4 | Gest. Sust. | | 1,000 | 1,056 | 1,056 | 1,500 | 2,000 | 2,167 | 2,75 |
| Linha 5 | Sist. Dren. | | | 1,000 | 1,000 | 1,444 | 1,944 | 2,111 | 2,694 |
| Linha 6 | Tec. Avan. | | | | 1,000 | 1,444 | 1,944 | 2,111 | 2,694 |
| Linha 7 | Sust. Ener. | | | | | 1,000 | 1,500 | 1,667 | 2,25 |
| Linha 8 | Inc. Nov. | | | | | | 1,000 | 1,167 | 1,75 |
| Linha 9 | Trat. Ág. | | | | | | | 1,000 | 1,58 |
| | Inov. Gest. | | | | | | | | 1,000 |
| Linha 10 | Pres. Are. | 1,000 | 1,300 | 1,356 | 1,356 | 1,800 | 2,300 | 2,467 | 3,050 |
| Linha 11 | Gest. Sust. | 0,769 | 1,000 | 1,056 | 1,056 | 1,500 | 2,000 | 2,167 | 2,750 |
| Linha 12 | Sist. Dren. | 0,738 | 0,947 | 1,000 | 1,000 | 1,444 | 1,944 | 2,111 | 2,694 |
| Linha 13 | Tec. Avan. | 0,738 | 0,947 | 1,000 | 1,000 | 1,444 | 1,944 | 2,111 | 2,694 |
| Linha 14 | Sust. Ener. | 0,556 | 0,667 | 0,692 | 0,692 | 1,000 | 1,500 | 1,667 | 2,250 |
| Linha 15 | Inc. Nov. | 0,435 | 0,500 | 0,514 | 0,514 | 0,667 | 1,000 | 1,167 | 1,750 |
| Linha 16 | Trat. Ág. | 0,405 | 0,462 | 0,474 | 0,474 | 0,600 | 0,857 | 1,000 | 1,583 |
| | Inov. Gest. | 0,328 | 0,364 | 0,371 | 0,371 | 0,444 | 0,571 | 0,632 | 1,000 |
| Linha 17 | Σ | 4,968 | 6,187 | 6,463 | 6,463 | 8,900 | 12,117 | 13,320 | $\frac{17,77}{2}$ |
| Linha 18 | Pres. Are. | 0,201 | 0,210 | 0,210 | 0,210 | 0,202 | 0,190 | 0,185 | 0,172 |
| Linha 19 | Gest. Sust. | 0,155 | 0,162 | 0,163 | 0,163 | 0,169 | 0,165 | 0,163 | 0,155 |
| Linha 20 | Sist. Dren. | 0,148 | 0,153 | 0,155 | 0,155 | 0,162 | 0,160 | 0,158 | 0,152 |

| Linha 1 | Parâmetr os | Pres. Are. | Gest. Sust. | Sist. Dren. | Tec. Avan. | Sust. Ener. | Inc. Nov. | Trat. Ág. | Inov. Gest. |
|-------------|---|---------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|--------------|--------------|----------------|
| Linha 21 | Tec. Avan. | 0,148 | 0,153 | 0,155 | 0,155 | 0,162 | 0,160 | 0,158 | 0,152 |
| Linha 22 | Sust. Ener. | 0,112 | 0,108 | 0,107 | 0,107 | 0,112 | 0,124 | 0,125 | 0,127 |
| Linha 23 | Inc. Nov. | 0,088 | 0,081 | 0,080 | 0,080 | 0,075 | 0,083 | 0,088 | 0,098 |
| Linha 24 | Trat. Ág. | 0,082 | 0,075 | 0,073 | 0,073 | 0,067 | 0,071 | 0,075 | 0,089 |
| | Inov. Gest. | 0,066 | 0,059 | 0,057 | 0,057 | 0,050 | 0,047 | 0,047 | 0,056 |
| Linha 25 | Parâmetr os | Média | Vetor | Vetor/Mé dia | | | | | |
| Linha 26 | Pres. Are. | 0,197 | 1,58 | 8,022 | | | | | |
| Linha 27 | Gest. Sust. | 0,162 | 1,30 | 8,023 | | | | | |
| Linha 28 | Sist. Dren. | 0,155 | 1,25 | 8,022 | | | | | |
| Linha 29 | Tec. Avan. | 0,155 | 1,25 | 8,022 | | | | | |
| Linha 30 | Sust. Ener. | 0,115 | 0,92 | 8,018 | | | | | |
| Linha 31 | Inc. Nov. | 0,084 | 0,67 | 8,012 | | | | | |
| Linha 32 | Trat. Ág. | 0,076 | 0,61 | 8,010 | | | | | |
| | Inov. Gest. | 0,055 | 0,44 | 8,010 | | | | | |
| Linha 33 | Lmax | 8,023 | | | | | | | |
| Linha 34 | IR tabelado* | 1,410 | | | | | | | |
| Linha 35 | IC | 0,003 | | | | | | | |
| Linha 36 | RC | 0,002 | | | | | | | |
| Linha 37 | RC < 0,10 = Julgamentos Consistentes | | | | | | | | |

Fonte: Autor, 2024.

A análise multicritério AHP para os 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” resultou em um julgamento consistente dos critérios estabelecidos pelos pesos atribuídos pelo Método Delphi, estabelecendo quais parâmetros são mais relevantes para a avaliação da adequação técnica de projetos de grandes obras, viabilizando parte de uma estruturação matemática para esta avaliação.

Na Tabela 33 apresenta-se o resumo dos resultados da aplicação dos métodos Delphi e AHP para avaliar a relevância dos 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” na estrutura da pesquisa.

Tabela 33. Resumo dos resultados da aplicação dos métodos Delphi e AHP para avaliar a relevância dos 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” – Método 2.

| Parâmetro | Peso Delphi | Peso AHP* |
|---|-------------|-----------|
| Gestão sustentável da água | 7,500 | 0,162 |
| Sustentabilidade energética | 7,000 | 0,115 |
| Sistemas de drenagem sustentável | 7,444 | 0,155 |
| Preservação de áreas naturais | 7,800 | 0,197 |
| Tratamento de águas pluviais urbanas | 6,333 | 0,076 |
| Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | 7,444 | 0,155 |
| Incremento de novos materiais | 6,500 | 0,084 |
| Inovações em gestão de resíduos | 5,750 | 0,055 |

Legenda: Peso Delphi é a média dos pesos atribuídos pelos 10 especialistas a cada parâmetro; Peso AHP é o resultado do cálculo da prioridade dos elementos da hierarquização. *Por arredondamento a soma dos Pesos AHP é maior que 1, considerando a apresentação em 3 casas decimais, porém, nos cálculos foram consideradas todas as casas decimais geradas.

Fonte: Autor, 2024.

7.6.5. Dimensões

Para atribuição dos pesos foram utilizados os valores médios das respostas dos especialistas por meio do Método Delphi. Na Tabela 34 apresentam-se os pesos atribuídos às 4 dimensões estudadas, para o desenvolvimento da análise multicritério AHP.

Tabela 34. Pesos atribuídos às dimensões estudadas – Método 2.

| Dimensão | Peso Delphi |
|-------------------------------------|-------------|
| Viabilidade Técnica | 8,5 |
| Licenciamento e custo do projeto | 7,3 |
| Eficácia no controle de alagamentos | 8,8 |
| Tecnologias e soluções alternativas | 7,6 |

Legenda: Peso Delphi é a média dos pesos atribuídos pelos 10 especialistas a cada dimensão.

Fonte: Autor, 2024.

Para aplicação da análise multicritério AHP, o passo inicial consiste na organização dos resultados de pesos Delphi em ordem decrescente (do maior para o menor), para realização da análise por pares seguindo a análise e os cálculos conforme detalhado na Metodologia. No Quadro 51 apresenta-se o resultado alcançado pela análise multicritério AHP para as 4 dimensões estudadas.

Quadro 51. Resultado da análise multicritério AHP para as 4 dimensões estudadas – Método 2.

| Linha 1 | Dimensão | Efic. Contr. Alag. | Viab. Téc. | Tecno. Sol. Alt. | Licen. Custo Proj. |
|----------|---------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------|
| Linha 2 | Peso | 8,8 | 8,5 | 7,6 | 7,3 |
| Linha 3 | Efic. Contr. Alag. | 1 | 1,300 | 2,200 | 2,500 |
| Linha 4 | Viab. Téc. | | 1 | 1,900 | 2,200 |
| Linha 5 | Tecno. Sol. Alt. | | | 1 | 1,300 |
| Linha 6 | Licen. Custo Proj. | | | | 1 |
| Linha 7 | Efic. Contr. Alag. | 1 | 1,300 | 2,200 | 2,500 |
| Linha 8 | Viab. Téc. | 0,769 | 1 | 1,900 | 2,200 |
| Linha 9 | Tecno. Sol. Alt. | 0,455 | 0,526 | 1 | 1,300 |
| Linha 10 | Licen. Custo Proj. | 0,400 | 0,455 | 0,769 | 1 |
| Linha 11 | Σ | 2,624 | 3,281 | 5,869 | 7,000 |
| Linha 12 | Efic. Contr. Alag. | 0,381 | 0,396 | 0,375 | 0,357 |
| Linha 13 | Viab. Téc. | 0,293 | 0,305 | 0,324 | 0,314 |
| Linha 14 | Tecno. Sol. Alt. | 0,173 | 0,16 | 0,17 | 0,186 |
| Linha 15 | Licen. Custo Proj. | 0,152 | 0,139 | 0,131 | 0,143 |
| Linha 16 | Dimensões | Média | Vetor | Vetor/Média | |
| Linha 17 | Efic. Contr. Alag. | 0,377 | 1,511 | 4,006 | |
| Linha 18 | Viab. Téc. | 0,309 | 1,238 | 4,005 | |
| Linha 19 | Tecno. Sol. Alt. | 0,172 | 0,690 | 4,002 | |
| Linha 20 | Licen. Custo Proj. | 0,141 | 0,565 | 4,002 | |
| Linha 21 | Lmax | | | 4,006 | |
| Linha 22 | IR tabelado* | | 0,9 | | |
| Linha 23 | IC | | 0,002 | | |
| Linha 24 | RC | | 0,002 | | |
| Linha 25 | $RC < 0,10 =$ | | Julgamentos Consistentes | | |

Fonte: Autor, 2024.

A análise multicritério AHP para as 4 dimensões resultou em um julgamento consistente dos critérios estabelecidos pelos pesos atribuídos pelo Método Delphi, estabelecendo quais dimensões são mais relevantes para a avaliação da adequação técnica de projetos de grandes obras, viabilizando parte de uma estruturação matemática para esta avaliação. Na Tabela 35 apresenta-se o resumo dos resultados da aplicação dos métodos Delphi e AHP para avaliar a relevância das 4 dimensões na estrutura da pesquisa.

Tabela 35. Resumo dos resultados da aplicação dos métodos Delphi e AHP para avaliar a relevância dos 8 parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” – Método 2.

| Dimensão | Peso Delphi | Peso AHP* |
|-------------------------------------|-------------|-----------|
| Viabilidade Técnica | 8,5 | 0,309 |
| Licenciamento e custo do projeto | 7,3 | 0,141 |
| Eficácia no controle de alagamentos | 8,8 | 0,377 |
| Tecnologias e soluções alternativas | 7,6 | 0,172 |

Legenda: Peso Delphi é a média dos pesos atribuídos pelos 10 especialistas a cada parâmetro; Peso AHP é o resultado do cálculo da prioridade dos elementos da hierarquização. *Por arredondamento a soma dos Pesos AHP é maior que 1, considerando a apresentação em 3 casas decimais, porém, nos cálculos foram consideradas todas as casas decimais geradas.

Fonte: Autor, 2024.

7.6.6. Análise de sensibilidade

Com base nos resultados da aplicação do método Delphi e análise multicritério AHP para avaliar as 4 dimensões e sua escala de relevância/influência na estrutura da pesquisa, conforme apresentados no Quadro 52.

Quadro 52. Escala de influência das dimensões a estrutura de avaliação de projetos de grandes obras de drenagem – Método 2.

| N. | Dimensão | Ordem de relevância |
|----|-------------------------------------|---------------------|
| 3 | Eficácia no controle de alagamentos | 1 |
| 1 | Viabilidade Técnica | 2 |
| 4 | Tecnologias e soluções alternativas | 3 |
| 2 | Licenciamento e custo do projeto | 4 |

Fonte: Autor, 2024.

Nesta etapa os valores das dimensões passam a ser analisados a frente dos valores dos parâmetros, pois influenciam diretamente ao se ajustarem ao resultado final. Os valores finais dos parâmetros são ajustados ao atribuir sobre eles o valor do peso AHP de sua respectiva dimensão. Na Tabela 36 apresenta-se a análise numérica dos valores alcançados para os 26 parâmetros como possíveis resultados de avaliação de um projeto.

Tabela 36. Análise numérica dos valores alcançados para os 26 parâmetros como possíveis resultados de avaliação de um projeto – Método 2.

| N. | Parâmetro | Nota 1 | Nota 9 | Nota 1 ajust | Nota 9 ajust | Amplit ude |
|----|---|--------|--------|-----------------|-----------------|---------------|
| 1 | Estudos de viabilidade | 0,202 | 1,815 | 0,062 | 0,561 | 0,498 |
| 2 | Projeto técnico | 0,210 | 1,886 | 0,065 | 0,583 | 0,518 |
| 3 | Tecnologias e métodos utilizados | 0,129 | 1,159 | 0,040 | 0,358 | 0,318 |
| 4 | Compatibilidade com a infraestrutura existente | 0,173 | 1,556 | 0,053 | 0,481 | 0,427 |
| 5 | Impacto ambiental | 0,117 | 1,054 | 0,036 | 0,326 | 0,289 |
| 6 | Cronograma e prazos | 0,104 | 0,939 | 0,032 | 0,290 | 0,258 |
| 7 | Capacidade de operação e manutenção | 0,066 | 0,593 | 0,020 | 0,183 | 0,163 |
| 8 | Licenciamentos e autorizações | 0,195 | 1,757 | 0,028 | 0,248 | 0,221 |
| 9 | Custo de construção | 0,266 | 2,398 | 0,038 | 0,339 | 0,301 |
| 10 | Custo de operação e manutenção | 0,089 | 0,799 | 0,013 | 0,113 | 0,100 |
| 11 | Custo de desapropriação | 0,224 | 2,016 | 0,032 | 0,285 | 0,253 |
| 12 | Custo de remediação ambiental | 0,084 | 0,757 | 0,012 | 0,107 | 0,095 |
| 13 | Custo de monitoramento e controle | 0,089 | 0,800 | 0,013 | 0,113 | 0,100 |
| 14 | Custo de contingências e incertezas | 0,052 | 0,472 | 0,007 | 0,067 | 0,059 |
| 15 | Redução do tempo de alagamento | 0,189 | 1,697 | 0,071 | 0,640 | 0,569 |
| 16 | Redução do volume de água acumulada | 0,222 | 2,002 | 0,084 | 0,756 | 0,672 |
| 17 | Prevenção de alagamentos | 0,205 | 1,843 | 0,077 | 0,695 | 0,618 |
| 18 | Melhoria do escoamento das águas pluviais | 0,384 | 3,458 | 0,145 | 1,305 | 1,160 |
| 19 | Gestão sustentável da água | 0,162 | 1,461 | 0,028 | 0,252 | 0,224 |
| 20 | Sustentabilidade energética | 0,116 | 1,043 | 0,020 | 0,180 | 0,160 |
| 21 | Sistemas de drenagem sustentável | 0,156 | 1,405 | 0,027 | 0,242 | 0,215 |
| 22 | Preservação de áreas naturais | 0,198 | 1,782 | 0,034 | 0,307 | 0,273 |
| 23 | Tratamento de águas pluviais urbanas | 0,072 | 0,644 | 0,012 | 0,111 | 0,099 |
| 24 | Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | 0,156 | 1,405 | 0,027 | 0,242 | 0,215 |
| 25 | Incremento de novos materiais | 0,085 | 0,762 | 0,015 | 0,131 | 0,117 |
| 26 | Inovações em gestão de resíduos | 0,055 | 0,499 | 0,010 | 0,086 | 0,076 |

Legenda: Nota 1 é a mediana normalizada de cada parâmetro, seu peso atribuído (peso base, quando a nota atribuída ao parâmetro no processo de avaliação é 1); Nota 9 é a mediana normalizada de cada parâmetro multiplicada pela nota 9, atribuída ao parâmetro no processo de avaliação como nota máxima; Nota 1 ajust é a mediana normalizada de cada parâmetro multiplicada pela a mediana normalizada de sua respectiva dimensão; Nota 9 ajust é a mediana normalizada de cada parâmetro multiplicada pela nota 9, e também multiplicada pela a mediana normalizada de sua respectiva dimensão.

Fonte: Autor, 2024.

É importante observar que os parâmetros com maior amplitude, ou seja, variação nos valores de resultados, são considerados os mais relevantes na estrutura matemática proposta, além de os mais sensíveis, pois dentro da escala de avaliação de 1 a 9, a alteração de seu valor avaliado pode resultar em mudança significativa no resultado final.

No Quadro 53 apresenta-se o ordenamento dos parâmetros de acordo com a relevância atribuída.

Quadro 53. Escala de influência dos parâmetros à estrutura de avaliação de projetos de grandes obras de drenagem, considerando a influência das suas respectivas dimensões – Método 2.

| N. | Parâmetro | Dimensão | Ordem de relevância |
|----|---|-------------------------------------|---------------------|
| 18 | Melhoria do escoamento das águas pluviais | Eficácia no controle de alagamentos | 1 |
| 16 | Redução do volume de água acumulada | Eficácia no controle de alagamentos | 2 |
| 17 | Prevenção de alagamentos | Eficácia no controle de alagamentos | 3 |
| 15 | Redução do tempo de alagamento | Eficácia no controle de alagamentos | 4 |
| 2 | Projeto técnico | Viabilidade técnica | 5 |
| 1 | Estudos de viabilidade | Viabilidade técnica | 6 |
| 4 | Compatibilidade com a infraestrutura existente | Viabilidade técnica | 7 |
| 3 | Tecnologias e métodos utilizados | Viabilidade técnica | 8 |
| 9 | Custo de construção | Licenciamento e custo do projeto | 9 |
| 5 | Impacto ambiental | Viabilidade técnica | 10 |
| 22 | Preservação de áreas naturais | Tecnologias e soluções alternativas | 11 |
| 6 | Cronograma e prazos | Licenciamento e custo do projeto | 12 |
| 11 | Custo de desapropriação | Licenciamento e custo do projeto | 13 |
| 19 | Gestão sustentável da água | Tecnologias e soluções alternativas | 14 |
| 8 | Licenciamentos e autorizações | Licenciamento e custo do projeto | 15 |
| 21 | Sistemas de drenagem sustentável | Tecnologias e soluções alternativas | 16 |
| 24 | Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | Tecnologias e soluções alternativas | 17 |
| 7 | Capacidade de operação e manutenção | Viabilidade técnica | 18 |
| 20 | Sustentabilidade energética | Tecnologias e soluções alternativas | 19 |
| 25 | Incremento de novos materiais | Tecnologias e soluções alternativas | 20 |
| 13 | Custo de monitoramento e controle | Licenciamento e custo do projeto | 21 |
| 10 | Custo de operação e manutenção | Licenciamento e custo do projeto | 22 |
| 23 | Tratamento de águas pluviais urbanas | Tecnologias e soluções alternativas | 23 |
| 12 | Custo de remediação ambiental | Licenciamento e custo do projeto | 24 |
| 26 | Inovações em gestão de resíduos | Tecnologias e soluções alternativas | 25 |
| 14 | Custo de contingências e incertezas | Licenciamento e custo do projeto | 26 |

Fonte: Autor (2024).

É importante ressaltar que a dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” é a mais relevante na avaliação de projetos de grandes obras de drenagem. Os parâmetros que compõem essa dimensão, como a “Melhoria do escoamento das águas pluviais”, a “Redução do volume de água acumulada”, a “Prevenção de alagamentos” e a “Redução do tempo de alagamento”, devido a relevância da dimensão, despontam nas primeiras posições da escala.

Isso indica que, com base no padrão estabelecido pelo Método Delphi, os projetos de grandes obras de drenagem devem ser avaliados, em primeiro lugar, com base em sua capacidade de reduzir os impactos negativos das chuvas, como inundações e alagamentos. A qualidade do projeto no que se refere a realmente resolver os problemas de alagamento é o critério mais determinante para sua adequação técnica.

A dimensão “Eficácia no controle de alagamentos” contribui diretamente para a melhoria da segurança e da qualidade de vida da população, com a redução dos impactos negativos das chuvas e de perdas materiais e econômicas, bem como a redução dos custos associados a esses impactos, como os custos de remediação ambiental.

A dimensão “Viabilidade técnica” também é um muito fator importante na avaliação de projetos de grandes obras de drenagem. Os parâmetros que compõem essa dimensão, como “Projeto técnico”, “Estudos de viabilidade”, “Compatibilidade com a infraestrutura existente”, “Tecnologias e métodos utilizados”, “Impacto ambiental” e “Capacidade de operação e manutenção”, foram classificados nas posições 5 a 18 da escala. Isso indica que os projetos de grandes obras de drenagem devem ser avaliados, também, com base em sua viabilidade técnica, considerando aspectos como a eficiência, a segurança e a durabilidade das obras, garantindo que as obras sejam construídas e operadas de forma eficiente e segura. Além disso, a viabilidade técnica também contribui para a redução dos custos de manutenção e operação das obras.

Destaca-se o parâmetro “Capacidade de operação e manutenção” dentro da dimensão “Viabilidade técnica” por ser considerado o menos relevante, ficando na posição 18 do ranqueamento.

A dimensão "Tecnologias e soluções alternativas" é a terceira mais influente na avaliação de projetos de grandes obras de drenagem, relacionada a utilização de tecnologias e soluções alternativas para melhorar a eficiência e a sustentabilidade das obras. A utilização de tecnologias e soluções alternativas é uma tendência crescente na área de drenagem urbana. A escolha das tecnologias adequadas deve ser feita com base nas características do projeto e do contexto em que ele será implementado.

A dimensão “Licenciamento e custo do projeto” está diretamente ligada as demandas técnicas para viabilidade econômica de projetos de grandes obras de drenagem. Uma adequação técnica destes parâmetros garante que as obras sejam financiadas e implementadas de forma sustentável, economicamente e ambientalmente. Os licenciamentos visam garantir que as obras sejam implementadas de forma a minimizar o impacto ambiental, contribuindo para a melhoria da qualidade ambiental local

As dimensões “Tecnologias e soluções alternativas” e “Licenciamento e o custo do projeto” possuem seus parâmetros entrelaçados na ordem de imporância para avaliação de projetos de grandes obras de drenagem, preenchendo o ranqueamento dos

26 parâmetros estudados. Isso é positivo para a análise, pois nenhuma dimensão teve desqueque com relação a baixa influência.

Estes resultados indicam que para adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem, por meio da coleta de informações via Método Delphi, deve considerar as 4 dimensões estudadas são influentes no processo de avaliação.

Os 6 parâmetros menos influentes são “Custo de monitoramento e controle”, “Custo de operação e manutenção”, “Tratamento de águas pluviais urbanas”, “Custo de remediação ambiental”, “Inovações em gestão de resíduos” e “Custo de contingências e incertezas”. Apesar de menos influentes, não deixam de ser importantes para o processo de avaliação da adequação técnica.

A baixa influência desses parâmetros pode ser explicada pela prioridade aos objetivos de eficácia no controle de alagamentos e viabilidade técnica, a dificuldade de mensuração de alguns desses parâmetros e ao fato de alguns desses parâmetros viabilizaram aumentos no custo das obras.

A dimensão "Eficácia no controle de alagamentos" desponta como a mais relevante, indicando que a capacidade do projeto em minimizar os impactos negativos das chuvas, como inundações e alagamentos, é o critério primordial na avaliação da adequação técnica. Os parâmetros relacionados a essa dimensão são fundamentais para a eficácia do projeto.

A seguir, a dimensão "Viabilidade técnica" ocupa uma posição decisória na avaliação dos projetos, considerando aspectos como eficiência, segurança e durabilidade das obras. Parâmetros como "Projeto técnico", "Estudos de viabilidade", "Compatibilidade com a infraestrutura existente", "Tecnologias e métodos utilizados", "Impacto ambiental" e "Capacidade de operação e manutenção" são essenciais nesse contexto, garantindo a eficiência e a operacionalidade adequada das obras.

A dimensão "Tecnologias e soluções alternativas" surge como a terceira mais influente, destacando a importância da utilização de tecnologias modernas e alternativas para aprimorar a eficiência e a sustentabilidade das obras de drenagem urbana. A escolha adequada dessas tecnologias baseada nas características do projeto e do contexto de implementação é crucial para a eficácia do empreendimento.

Por fim, a dimensão "Licenciamento e custo do projeto" está diretamente ligada às demandas técnicas e econômicas dos projetos de drenagem urbana. Esses parâmetros

visam garantir que as obras sejam implementadas de maneira sustentável, minimizando o impacto ambiental e viabilizando financeiramente o projeto.

Apesar de alguns parâmetros terem menor influência, como "Custo de monitoramento e controle", "Custo de operação e manutenção", "Tratamento de águas pluviais urbanas", "Custo de remediação ambiental", "Inovações em gestão de resíduos" e "Custo de contingências e incertezas", todos têm sua importância no processo de avaliação da adequação técnica. A baixa influência pode ser justificada pela priorização de objetivos específicos, dificuldade de mensuração e possíveis impactos nos custos das obras.

Essa análise de sensibilidade proporciona uma visão clara das prioridades na avaliação de projetos de drenagem urbana e reforça a necessidade de considerar múltiplos aspectos para garantir a eficácia e a sustentabilidade desses empreendimentos.

7.7. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE ALÉM DA MATEMÁTICA

Considerando estes resultados através dos Método 1 e 2 para avaliar os parâmetros de grandes obras de drenagem urbana, há várias considerações relevantes que podem ser discutidas para aprimorar a compreensão e a implementação dos projetos, como o impacto e desenvolvimento de métricas para parâmetros menos influentes, a análise da interação entre dimensões e parâmetros, viabilidade econômica e sustentabilidade ambiental, inovações tecnológicas e sustentáveis, envolvimento comunitário e impacto social, modelos de custos e orçamentos, aprimoramento da métrica de avaliação, incorporação de indicadores de qualidade de vida, e avaliação contínua e adaptativa.

Compreender o desenvolvimento destes temas faz com que a análise de sensibilidade deixe de ser uma análise de comportamento numérico e passe a ser compreendida em como a alteração dos elementos técnicos pode estar intrinsecamente vinculada a esta matemática.

Fixar o ideal de que apesar de terem sido classificados como menos influentes, parâmetros ainda têm importância significativa. Assim, sempre se torna necessário explorar como sua inclusão pode trazer benefícios adicionais ou nuances importantes à avaliação técnica dos projetos. Além de considerar a elaboração de métricas mais precisas

para os parâmetros menos influentes. Isso pode ajudar a melhorar sua mensuração e, consequentemente, sua importância na avaliação.

Sempre investigar como as dimensões interagem entre si e com os parâmetros menos influentes. Pode haver sinergias ou correlações que não foram totalmente consideradas na análise de sensibilidade. Bem como, explorar a interseção entre as dimensões de viabilidade técnica e custo do projeto. Como garantir a viabilidade econômica das obras sem comprometer a sustentabilidade ambiental e a eficácia no controle de alagamentos?

Ter em vista como o explorar as tecnologias e soluções alternativas pode ser melhor incorporado para aprimorar a eficácia no controle de alagamentos sem aumentar excessivamente os custos ou comprometer a viabilidade técnica.

Como premissa, analisar como o envolvimento da comunidade local pode ser integrado às dimensões de avaliação técnica, para que as percepções e necessidades da comunidade tenham influencia a avaliação técnica dos projetos.

A sensibilidade carece do desenvolvimento de modelos de custos mais precisos e detalhados para garantir que os parâmetros estudados sejam mais adequadamente representados e avaliados. Pensar em potencializar a avaliação de um parâmetro, não pode ser somente isso, precisa passar pelas diversas capacidades práticas necessárias para se potencializar o parâmetro.

A sensibilidade também carece de considerar revisões ou adaptações na métrica de avaliação para garantir que ela reflita adequadamente os aspectos mais importantes e atuais das grandes obras de drenagem urbana. Bem como, integrar indicadores de qualidade de vida da comunidade afetada pelos projetos, para se compreender como as mudanças nos parâmetros avaliados impactam positivamente a vida das pessoas na área de abrangência desses projetos.

Deve-se propor sistemas de avaliação contínua e adaptativa que possam ajustar os parâmetros com base na evolução dos projetos e nas mudanças nas demandas técnicas, sociais e ambientais.

A análise de sensibilidade fornece um ponto de partida valioso, sendo um espaço para explorar mais profundamente as interações entre os parâmetros, as dimensões e os resultados esperados dos projetos de drenagem urbana, garantindo assim uma avaliação mais completa e eficaz.

7.8. ESTRUTURA MATEMÁTICA ALCANÇADA (MÉTODOS 1 E 2)

Após a estruturação do Método Delphi para aquisição das informações juntas aos especialistas e da análise multicritério AHP para estruturação de uma avaliação sistemática e consistente, levando em consideração a importância relativa de cada dimensão e parâmetro, construiu-se a Equação 8.

$$\text{AAT} = \left(P_{VT} \cdot \sum NP_{VTn} \cdot PP_{VTn} \right) + \left(P_{LC} \cdot \sum NP_{LCn} \cdot PP_{LCn} \right) + \\ (P_{ECA} \cdot \sum NP_{ECAn} \cdot PP_{ECAn}) + (P_{TSA} \cdot \sum NP_{TSAn} \cdot PP_{TSAn}) \quad (8)$$

Em que AAT é o indicador de adequação técnica; VT é a dimensão “Viabilidade técnica”; LC é a dimensão “Licenciamento e custo de projeto”; ECA é a dimensão “Eficácia no controle de alagamentos”; TSA é a dimensão “Tecnologias e soluções alternativas”; P é o peso AHP da dimensão; NP é a nota atribuída ao parâmetro na avaliação do projeto; PP é o peso AHP do parâmetro.

A equação apresentada é uma fórmula para o cálculo do indicador para avaliação da adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem, aqui chamado de AAT. O AAT é um indicador sintético que combina as avaliações pelo Método Delphi, pelos Métodos 1 e 2, dos 26 parâmetros distribuídos nas 4 dimensões estudadas.

O primeiro termo da equação representa a contribuição da dimensão "Viabilidade técnica" para o AAT. Esse termo é calculado multiplicando o peso AHP da dimensão (P_{VT}) pela soma dos produtos das notas atribuídas ao parâmetro na avaliação do projeto (NP_{VTn}) pelo peso AHP do parâmetro (PP_{VTn}).

O segundo termo da equação representa a contribuição da dimensão "Licenciamento e custo do projeto" para o AAT. O terceiro termo da equação representa a contribuição da dimensão "eficácia no controle de alagamentos" para o AAT. O quarto termo da equação representa a contribuição da dimensão "tecnologias e soluções alternativas" para o AAT. Esses termos são calculados da mesma forma que o primeiro termo.

Em resumo, o AAT é calculado somando as contribuições de cada dimensão para o indicador, pautado na escala de adequação técnica relativa já mencionada, com valores de 1 a 9, em que valores de 1 a 3 classificam o resultado final como “Tecnicamente

inadequado”, valores de 4 a 6 classificam o resultado final como “Abaixo do tecnicamente adequado”, valor 7 classificam o resultado final como “Tecnicamente adequado” e valores 8 a 9 classificam o resultado final como “Acima do tecnicamente adequado”.

A equação é baseada na metodologia AHP, que é uma técnica multicritério para tomada de decisão, assim, vai possibilitar, compreendendo quais os parâmetros mais influentes, em direcionar esforços para melhoria dos projetos, pois considera a importância relativa de cada dimensão e parâmetro na avaliação do AAT.

A equação mostrou-se consistente como um modelo matemático que pode ser utilizado para avaliar a adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem.

7.9. AUTOMAÇÃO DE UMA FERRAMENTA DE ANÁLISE

A automação de uma ferramenta de análise, como a planilha utilizada para gerar os resultados deste estudo, possibilitou a imputação das notas atribuídas aos parâmetros pelos especialistas, envolvendo dimensões e parâmetros estudados. Inicialmente, uma planilha foi aprimorada e adaptada para se tornar a base estrutural para criação de um site, objetivando a incorporação da proposta metodológica e simplificando a avaliação da adequação técnica em projetos de grandes obras de drenagem urbana.

A ferramenta desenvolvida possui pontos centrais: a inclusão de apontamentos e justificativas do avaliador durante o processo de atribuição das notas aos projetos analisados; e o feedback para o(a) projetista responsável contendo as informações da avaliação e recomendações de melhorias para o projeto. Destaca-se, ainda, a capacidade da ferramenta em prever quais parâmetros são mais sensíveis a melhorias na adequação técnica dos projetos, com base nos resultados já obtidos.

A interface amigável e intuitiva do site facilita a organização das informações necessárias para analisar os parâmetros, permitindo a entrada de dados e realizando automaticamente o cálculo do Índice de Adequação Técnica (AAT). Esta funcionalidade torna a ferramenta acessível não apenas aos especialistas, mas também a gestores de projetos e outros interessados na avaliação técnica das obras de drenagem.

A integração dos dados e cálculos automatizados proporcionou agilidade, precisão e praticidade na avaliação dos projetos, além de permitir sua constante atualização e aprimoramento com base em novas informações ou mudanças nos

parâmetros avaliados. Isso garante uma avaliação dinâmica e adaptativa ao longo do tempo.

A implementação dessas ferramentas automatizadas simplificou o processo de avaliação, facilitando a comunicação e a tomada de decisões embasadas, fornecendo uma análise técnica detalhada para orientar o desenvolvimento das obras de drenagem urbana.

Assim, a criação de ferramentas automatizadas para calcular e integrar os dados na avaliação de projetos de drenagem urbana representou um avanço significativo, contribuindo para uma análise mais eficiente, precisa e acessível. Isso possui um potencial notável para otimizar o planejamento e execução dessas obras de infraestrutura fundamental.

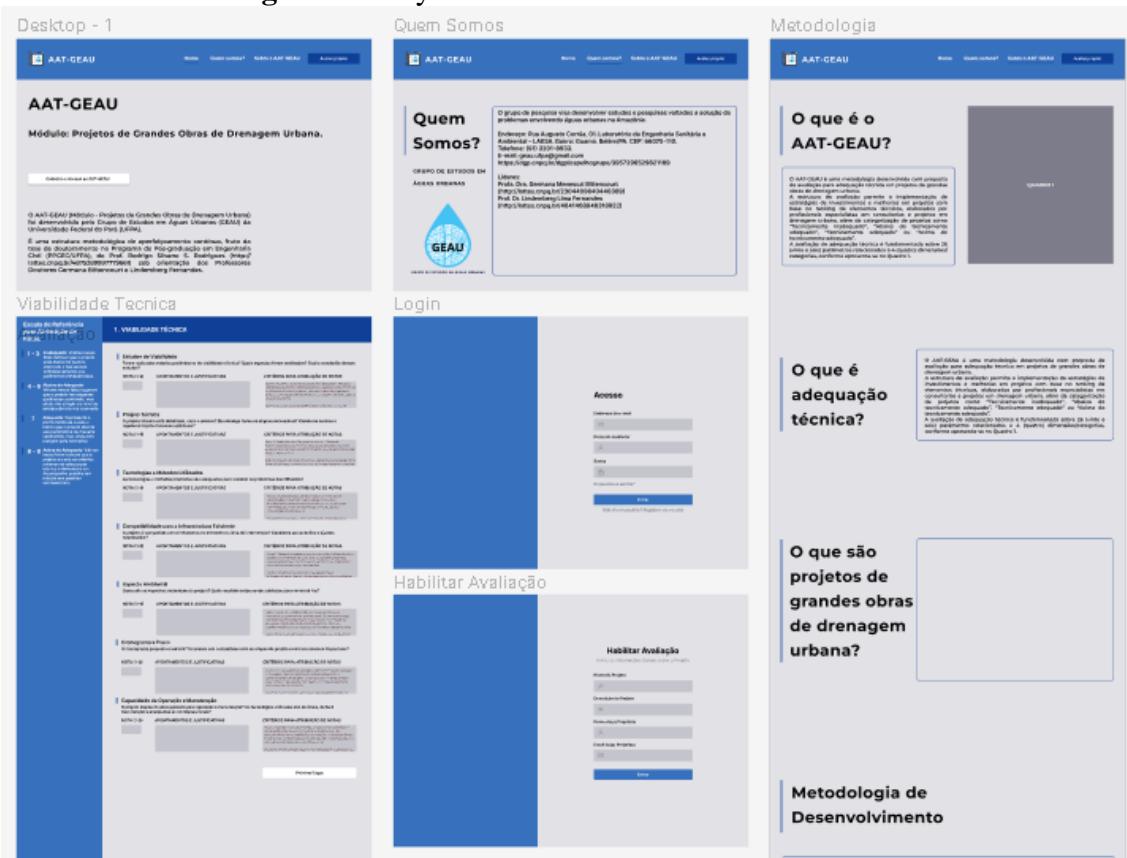
Ao longo do estudo, foram dedicados esforços consideráveis na implementação de uma metodologia específica, visando melhorar a eficácia e o desempenho de um site por meio de tecnologias avançadas. Esse processo envolveu uma abordagem estruturada e progressiva, focada na otimização da experiência do usuário e na eficiência operacional da plataforma.

Na plataforma o AAT será chamado de AAT-GEAU (Módulo: Projetos de grandes obras de drenagem urbana), com áreas para explicação sobre o que é; “quem somos?”; cadastro e acesso. Há a explanação sobre o que é adequação técnica e o que são grandes obras de drenagem urbana, os parâmetros envolvidos na avaliação, além da metodologia de desenvolvimento do AAT-GEAU.

GEAU é um grupo de pesquisas que visa desenvolver estudos e pesquisas voltados a solução de problemas envolvendo águas urbanas na Amazônia, do qual os participantes do estudo que produziu esta tese fazem parte. O site com o AAT-GEAU visa reproduzir integralmente a estrutura metodológica proposta nesta pesquisa.

Na Figura 8 apresenta-se o layout básico para a interface do usuário.

Figura 13. Layout da interface do site AAT-GEAU.



Fonte: Autor, 2024.

7.9.1. Procedimento para criação do site

Na etapa de desenvolvimento do frontend, a biblioteca JavaScript React foi adotada como principal ferramenta para a construção das interfaces do usuário. Essa escolha se fundamentou na versatilidade oferecida pela biblioteca, permitindo a criação de componentes reutilizáveis, simplificando a manutenção e ampliando a escalabilidade do código. Além disso, a implementação do React Router DOM possibilitou uma navegação fluida e sem a necessidade de recarregar a página, proporcionando uma experiência mais dinâmica aos usuários.

A linguagem de programação JavaScript desempenhou um papel fundamental na integração com o React, possibilitando a manipulação dinâmica do Document Object Model (DOM) e contribuindo para a interatividade das aplicações web.

No âmbito da estilização da interface, a linguagem CSS foi utilizada para proporcionar um design atraente e responsivo, garantindo uma experiência visualmente agradável para os usuários. A estruturação do conteúdo da página web foi realizada por

meio da linguagem de marcação HTML, permitindo uma organização coerente e acessível do conteúdo.

No Backend, a escolha do Node.js como ambiente de execução para JavaScript no lado do servidor proporcionou eficiência na construção de aplicações escaláveis e em tempo real. Juntamente com o PostgreSQL, um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional robusto, foi possível garantir suporte a transações ACID, tornando-o adequado para aplicações de elevada criticidade.

A comunicação entre o frontend e o backend foi estabelecida por meio de uma API RESTful, definindo endpoints para a troca de informações. As bibliotecas Fetch e Axios foram utilizadas para realizar requisições HTTP entre o frontend e o backend, promovendo uma comunicação eficaz e segura.

Cada etapa dessa implementação foi cuidadosamente planejada e executada, buscando atender aos requisitos de funcionalidade, desempenho e segurança necessários para a criação de um site robusto e eficiente. A aplicação dessas tecnologias avançadas possibilitou a construção de uma plataforma web interativa, dinâmica e de alto desempenho. Toda criação do site foi pautada em ferramentas de código livre.

7.9.1.1. Glossário sobre análise e desenvolvimento de sistemas

Frontend: Refere-se à parte de um software que interage diretamente com os usuários. O frontend é responsável pela apresentação e pela interação direta com o usuário, incluindo a interface gráfica, os elementos visuais e a experiência do usuário.

React: É uma biblioteca JavaScript de código aberto desenvolvida pelo Facebook. É usada para construir interfaces de usuário (UI) em páginas web. Seu principal foco é a criação de UIs com alta eficiência e facilidade de manutenção.

Componentização: É o processo de dividir a interface de usuário em componentes independentes, reutilizáveis e isolados. Isso facilita a manutenção do código, tornando-o mais modular e escalável.

React Router DOM: É uma biblioteca usada com React para adicionar navegação declarativa (maneira de descrever a navegação em um aplicativo) a um aplicativo React. Ele permite a criação de rotas que correspondem a diferentes componentes, facilitando a navegação sem a necessidade de recarregar a página.

JavaScript: É uma linguagem de programação amplamente utilizada para desenvolvimento web. É conhecida por sua capacidade de criar páginas web dinâmicas e interativas, sendo essencial para manipulação do DOM e interação do usuário.

CSS: Sigla para Cascading Style Sheets, é uma linguagem usada para estilizar elementos HTML, determinando a aparência visual de uma página web. Ela permite a definição de layouts, cores, fontes e outros aspectos visuais.

HTML: Sigla para HyperText Markup Language, é a linguagem de marcação utilizada para estruturar o conteúdo de uma página web. Ela define a estrutura dos elementos na página, como texto, imagens, links etc.

Backend: É a parte de um sistema de software que não é acessível diretamente pelos usuários finais. Ele lida com a lógica de aplicação, gerenciamento de banco de dados, processamento de dados e outras tarefas relacionadas ao funcionamento do sistema.

Node.js: É um ambiente de execução JavaScript do lado do servidor que permite o desenvolvimento de aplicações web escaláveis e em tempo real. Ele é conhecido por sua eficiência e por ser adequado para desenvolver aplicações orientadas a eventos.

PostgreSQL: É um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional (RDBMS) de código aberto conhecido por sua robustez, segurança e suporte a transações ACID (Atomicidade, Consistência, Isolamento e Durabilidade).

Comunicação Frontend-Backend: Refere-se à troca de informações entre a parte do sistema acessível ao usuário (frontend) e a parte que lida com a lógica e o armazenamento de dados (backend).

API (Application Programming Interface): É um conjunto de regras e definições que permite a comunicação entre diferentes softwares. Ela define como diferentes componentes de software devem interagir entre si.

RESTful: Refere-se a um estilo de arquitetura de software para sistemas distribuídos, em que os recursos são definidos e manipulados por meio de protocolos HTTP de maneira consistente.

Fetch/Axios: São bibliotecas JavaScript usadas para fazer requisições HTTP a servidores a partir do código do frontend. Permitem buscar e enviar informações de forma assíncrona.

7.10. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE DADOS OBTIDOS PELOS MÉTODOS 1 E 2

Uma questão extremamente relevante a discussão e comparação da importância de elementos técnicos para projetos de grandes obras de drenagem urbana é que não foram encontrados estudos, pesquisas e instrumentos técnicos com a equivalência necessária para atribuir valoração aos elementos estudados nesta tese, impossibilitando comparações e referências.

Ao discutir a importância dos elementos técnicos para projetos de grandes obras de drenagem urbana, é fundamental considerar que, dentro da pesquisa conduzida, foram realizados estudos inovadores e investigações amplas para a identificação dos elementos técnicos, dimensões e parâmetros, para posterior valoração desses elementos pelos especialistas consultados.

A aplicação do Método Delphi para a coleta de informações junto a especialistas, bem como a utilização da análise multicritério AHP para a estruturação de uma avaliação sistemática e consistente desses elementos, bem como para geração destes valores para novas referências, torna-se um destaque no estudo em virtude da ausência de dados comparativos.

O Método Delphi envolveu a interação com especialistas no campo de projetos de grandes obras de drenagem urbana. Todas as perguntas e interações eram centradas na temática de “projetos de grandes obras de drenagem urbana”. Esses especialistas contribuíram com suas experiências e conhecimentos, atribuindo notas e avaliações para os parâmetros que compõem as dimensões fundamentais na análise desses projetos. Essas avaliações, por meio de um processo iterativo e anônimo, permitiram a construção de uma perspectiva ampla e abrangente sobre a importância relativa de cada parâmetro e dimensão.

Há várias maneiras de aplicar o método Delphi. Embora seja conhecido por ser uma abordagem qualitativa, nem sempre suas etapas são completamente qualitativas. Isso pode variar conforme a quantidade de participantes envolvidos e o nível de detalhamento quantificável das questões colocadas.

A análise multicritério AHP empregada para estruturar essa avaliação, foi fundamental para atribuir pesos às dimensões e parâmetros, considerando suas relevâncias hierárquicas e impactos no resultado final da avaliação. A partir da hierarquização e comparação por meio do AHP, foi possível estabelecer uma escala de

importância relativa dos elementos técnicos avaliados, refletindo diretamente na equação final (Equação 8) utilizada para calcular o Indicador de Adequação Técnica (AAT).

Dessa maneira, ao considerar a escassez de estudos equivalentes que atribuem valoração aos elementos técnicos em projetos de drenagem urbana, os métodos aplicados nesta tese preenchem essa lacuna ao oferecerem uma abordagem inovadora e abrangente para a mensuração e hierarquização da importância desses elementos, embasando-se em dados provenientes de especialistas e utilizando ferramentas analíticas robustas para esse fim.

Para Belton e Gear (1983), uma questão fundamental é preocupação com a derivação de pesos que refletem a importância relativa dos elementos em um problema de julgamento multiatributo, pois uma vez derivados, os pesos podem ser usados como base para a alocação recursos escassos ou como base para seleção entre alternativas. Apesar de antiga, é uma referência que traduz bem a problemática deste estudo.

A ordem de importância com escala de cores com referência do Método 1 para o Método 2, apresenta-se no Quadro 54.

Quadro 54. Ordem de importância com escala de cores com referência do Método 1 para o Método 2.

| Ordem de relevância | Método 1 | Método 2 |
|---------------------|---|---|
| 1 | Prevenção de alagamentos | Melhoria do escoamento das águas pluviais |
| 2 | Melhoria do escoamento das águas pluviais | Redução do volume de água acumulada |
| 3 | Projeto técnico | Prevenção de alagamentos |
| 4 | Redução do tempo de alagamento | Redução do tempo de alagamento |
| 5 | Estudos de viabilidade | Projeto técnico |
| 6 | Compatibilidade com a infraestrutura existente | Estudos de viabilidade |
| 7 | Impacto ambiental | Compatibilidade com a infraestrutura existente |
| 8 | Redução do volume de água acumulada | Tecnologias e métodos utilizados |
| 9 | Capacidade de operação e manutenção | Custo de construção |
| 10 | Custo de construção | Impacto ambiental |
| 11 | Licenciamentos e autorizações | Preservação de áreas naturais |
| 12 | Tecnologias e métodos utilizados | Cronograma e prazos |
| 13 | Custo de operação e manutenção | Custo de desapropriação |
| 14 | Cronograma e prazos | Gestão sustentável da água |
| 15 | Custo de desapropriação | Licenciamentos e autorizações |
| 16 | Custo de remediação ambiental | Sistemas de drenagem sustentável |
| 17 | Gestão sustentável da água | Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento |
| 18 | Custo de monitoramento e controle | Capacidade de operação e manutenção |
| 19 | Sistemas de drenagem sustentável | Sustentabilidade energética |
| 20 | Custo de contingências e incertezas | Incremento de novos materiais |
| 21 | Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | Custo de monitoramento e controle |

| Ordem de relevância | Método 1 | Método 2 |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 22 | Preservação de áreas naturais | Custo de operação e manutenção |
| 23 | Sustentabilidade energética | Tratamento de águas pluviais urbanas |
| 24 | Tratamento de águas pluviais urbanas | Custo de remediação ambiental |
| 25 | Incremento de novos materiais | Inovações em gestão de resíduos |
| 26 | Inovações em gestão de resíduos | Custo de contingências e incertezas |

Fonte: Autor, 2024.

Analizando os parâmetros mais frequentes entre os 10 primeiros e os 10 últimos, comparando os Métodos 1 e 2, notamos algumas diferenças que refletem a abordagem distinta de cada método na avaliação da adequação técnica dos projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Nos 10 primeiros colocados pelo Método 1, observamos os parâmetros “Prevenção de alagamentos”, “Melhoria do escoamento das águas pluviais”, “Projeto técnico”, “Redução do tempo de alagamento”, “Estudos de viabilidade”, “Compatibilidade com a infraestrutura existente”, “Impacto ambiental”, “Redução do volume de água acumulada”, “Capacidade de operação e manutenção” e “Custo de construção”, respectivamente ordenados.

Enquanto isso, o Método 2 destacam-se os 10 primeiros parâmetros, respectivamente ordenados, “Melhoria do escoamento das águas pluviais”, “Redução do volume de água acumulada”, “Prevenção de alagamentos”, “Redução do tempo de alagamento”, “Projeto técnico”, “Estudos de viabilidade”, “Compatibilidade com a infraestrutura existente”, “Tecnologias e métodos utilizados”, “Custo de construção” e “Impacto ambiental”.

Nos dois métodos há grande ênfase em elementos das dimensões “Eficácia no controle de alagamentos” e “Viabilidade técnica”. Estes aspectos demonstram uma preocupação direta com o controle e a prevenção de problemas imediatos, além do foco na qualidade técnica e na viabilidade do projeto.

Entre os 10 primeiros colocados, 9 parâmetros coincidem entre os Métodos 1 e 2. São eles: “Prevenção de alagamentos”, “Melhoria do escoamento das águas pluviais”, “Projeto técnico”, “Redução do tempo de alagamento”, “Estudos de viabilidade”, “Compatibilidade com a infraestrutura existente”, “Impacto ambiental”, “Redução do volume de água acumulada”, “Capacidade de operação e manutenção” e “Custo de construção”. Esta comparação reforça uma excelente similaridade entre os métodos.

Reforça também que entre o entendimento dos especialistas, independente do método de coleta adotado, entre os dois métodos, há grande ênfase em elementos das dimensões “Eficácia no controle de alagamentos” e “Viabilidade técnica”, demonstrando uma preocupação direta com o cumprimento do objetivo do sistema de drenagem com foco na qualidade técnica do projeto.

Nos 10 últimos colocados, o Método 1 apresentam-se os parâmetros “Gestão sustentável da água”, “Custo de monitoramento e controle”, “Sistemas de drenagem sustentável”, “Custo de contingências e incertezas”, “Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento”, “Preservação de áreas naturais”, “Sustentabilidade energética”, “Tratamento de águas pluviais urbanas”, “Incremento de novos materiais” e “Inovações em gestão de resíduos”, respectivamente ordenados.

Enquanto isso, no Método 2 destaca, os 10 últimos parâmetros são, respectivamente ordenados, “Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento”, “Capacidade de operação e manutenção”, “Sustentabilidade energética”, “Incremento de novos materiais”, “Custo de monitoramento e controle”, “Custo de operação e manutenção”, “Tratamento de águas pluviais urbanas”, “Custo de remediação ambiental”, “Inovações em gestão de resíduos” e “Custo de contingências e incertezas”.

Entre os 10 últimos, pelos métodos 1 e 2, parâmetros da dimensão “Tecnologias e soluções alternativas” são a maioria, complementados por parâmetros da dimensão “Licenciamento e custo de projeto. Não significa que estes parâmetros não sejam importantes na constituição dos projetos, até porque devem ser atendidos de acordo com as normativas legais demandadas ao projeto. Estes parâmetros podem refletir que as preocupações envolvendo questões de gestão, tecnologia e controle das ações são mais amplas, ou seja, com um foco menor que as outras duas dimensões estudadas.

Entre os 10 últimos colocados, 7 parâmetros coincidem entre os Métodos 1 e 2. São eles: “Custo de monitoramento e controle”, “Custo de contingências e incertezas”, “Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento”, “Sustentabilidade energética”, “Tratamento de águas pluviais urbanas”, “Incremento de novos materiais” e “Inovações em gestão de resíduos”. Esta comparação reforça uma ótima similaridade entre os métodos.

Reforça também que entre o entendimento dos especialistas, independente do método de coleta adotado, entre os dois métodos, há grande ênfase em quais elementos são menos prioritários na adequação técnica dos projetos, demonstrando uma

preocupação direta com o cumprimento do objetivo do sistema de drenagem com foco na qualidade técnica do projeto, debatendo em segundo plano questões de gestão, modernização e otimização.

Esta comparação revela como os métodos tendem a priorizar aspectos semelhantes na avaliação da adequação técnica. A análise comparativa entre os Métodos 1 e 2 na avaliação da adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana revela semelhanças e diferenças na priorização dos parâmetros estudados.

Adicionalmente é importante se considerar a exploração de estas diferenças na priorização dos parâmetros podem afetar a implementação do projeto e sua eficácia no cumprimento dos objetivos propostos. Como as prioridades estabelecidas por cada um dos dois métodos podem influenciar o resultado final e a efetividade do projeto na prevenção de alagamentos e controle de águas pluviais.

Cabe analisar a relação entre os parâmetros priorizados e os custos associados à implementação do projeto. Como as escolhas feitas na priorização dos parâmetros podem influenciar os custos e a viabilidade financeira da obra. Além de avaliar como a priorização de parâmetros relacionados à viabilidade técnica se correlaciona com a sustentabilidade do projeto a longo prazo. Como esses parâmetros afetam não apenas a funcionalidade imediata do projeto, mas também sua durabilidade, impacto ambiental e garantia da eficácia no combate a alagamentos ao longo do tempo.

Tem-se que considerações sobre a subjetividade na avaliação, com intuito de refletir sobre como esta subjetividade na análise, avaliação e priorização dos parâmetros pode impactar a análise global do projeto para se compreender como garantir uma abordagem mais objetiva e equilibrada na avaliação.

Investigar como os parâmetros priorizados impactam as comunidades locais e os benefícios do projeto sobre a infraestrutura existente são maneiras coerentes de parametrizar a comparação dos dados e verificar como esses parâmetros podem afetar a vida das pessoas, a segurança e a qualidade de vida na área afetada pela drenagem urbana.

A análise das diferenças e semelhanças entre os Métodos 1 e 2 oferece uma base rica para compreender não apenas as prioridades na avaliação técnica, mas também para explorar as implicações práticas e estratégicas dessas prioridades na implementação eficaz de projetos de drenagem urbana.

7.11. DISCUSSÃO PARA MAIOR EFICIÊNCIA NA APLICAÇÃO DA PROPOSTA METODOLÓGICA

Uma grande subjetividade no processo de consignação dos dados base ou até mesmo no processo de avaliação de um projeto, pode estar relacionada a maneira com que cada especialista conduz seu raciocínio ao atribuir valores. Como exemplo, por meio de conversas com diversos profissionais, podemos desenvolver linhas distintas de raciocínio para avaliar o mesmo elemento:

Linha 1: “Este é um item básico, obrigatório, essencial, assim seu peso não é alto, pois ele é consolidado e indiscutível ao projeto”.

Linha 2: “Este é um item básico, obrigatório, essencial, assim seu peso é alto, pois ele é consolidado e indiscutivelmente determinante ao projeto”.

Do mesmo modo:

Linha 1: “Este item é específico, menos usual, porém, sua aplicação melhora potencialmente a adequação técnica dos projetos, por isso deve ter maior importância”.

Linha 2: “Este item é específico, menos usual, mesmo que sua aplicação melhore a adequação técnica dos projetos, não influenciará no resultado final”.

A abordagem diferenciada na atribuição de importância aos elementos de um projeto baseada nestas linhas de raciocínio reflete a subjetividade inerente ao processo de avaliação por cada especialista. Essas diferentes perspectivas podem influenciar significativamente a classificação da importância dos parâmetros em um projeto, o que levanta algumas considerações adicionais:

É crucial estabelecer critérios claros e transparentes para a atribuição de importância aos parâmetros. A subjetividade inerente ao processo pode ser mitigada através de diretrizes consistentes, evitando ambiguidades e interpretações variadas. O alinhamento de perspectivas pode reduzir a disparidade de avaliações e garantir uma avaliação mais robusta e equilibrada.

A realização de análises de sensibilidade para compreender o impacto das diferentes linhas de raciocínio na classificação final dos parâmetros. Isso pode revelar como variações na atribuição de importância afetam os resultados e influenciam a classificação geral da adequação técnica do projeto. Pensar em como um parâmetro pode interferir em outro é um caminho coerente.

Sempre que possível, explorar a validade das duas linhas de raciocínio e o contexto em que cada uma é aplicável. Identificar casos em que uma abordagem pode ser

mais apropriada do que a outra, considerando a natureza do projeto, sua complexidade e o ambiente em que será implementado.

A utilização destas diferentes perspectivas como base para aprimorar a metodologia de avaliação, buscando formas de incorporar múltiplas linhas de raciocínio de forma mais objetiva e equitativa, a fim de tornar o processo de avaliação mais abrangente e preciso.

Deve-se considerar não apenas a importância atribuída a um parâmetro isoladamente, mas também seu impacto no contexto global do projeto. Alguns parâmetros, embora sejam considerados "menos usuais", podem ter um impacto substancial na eficiência do projeto quando considerados em conjunto com outros.

A discussão sobre essas linhas de raciocínio destaca a complexidade e a subjetividade inerente à avaliação de projetos, enfatizando a necessidade de uma abordagem mais complexa, transparente e colaborativa para garantir uma avaliação mais precisa e completa da adequação técnica. Integrar múltiplas perspectivas pode enriquecer o processo de avaliação, tornando-o mais robusto e alinhado com as necessidades e desafios específicos de cada projeto.

7.12. APLICAÇÃO EM CASO REAL

Estudo de caso aplicado a uma grande obra pública de responsabilidade do autor, que foi tratada sem identificação por questões éticas. Os 26 parâmetros das 4 dimensões foram previamente avaliados considerando dois cenários que se consolidaram na execução da obra: um projeto inicial (P_i) onde existiam muitas inconsistências e incertezas sobre a capacidade da entrega de uma obra objetiva e funcional; e um segundo cenário, posterior, onde buscou-se ajustar, no projeto readequado (P_r), a funcionalidade e objetividade da grande obra de drenagem urbana, sem extrapolar a viabilidade orçamentária/financeira/legal em virtude dos contratos geridos pela legislação nacional de licitações e obras públicas.

A proposta de avaliação da adequação técnica de grandes obras de drenagem urbana é norteada por uma escala de “Adequação técnica relativa”, em que os valores de 1 a 3 representam uma classificação como parâmetro “Inadequado”, ou seja, valores nessa faixa indicam que o projeto está abaixo do padrão esperado e não atende satisfatoriamente

aos parâmetros estabelecidos; de 4 a 6 representam uma classificação como parâmetro “Abaixo do Adequado”, ou seja, valores nessa faixa sugerem que o projeto tem algumas qualidades aceitáveis, mas ainda não atingiu um nível de adequação técnica esperado; o valor 7 representa uma classificação de parâmetro tido como “Adequado”, ou seja, representa o ponto médio da escala e indica que o projeto atende aos parâmetros de maneira satisfatória, mas ainda tem margem para melhorias; e valores 8 a 9 representam uma classificação de parâmetro tido como “Acima do Adequado”, ou seja, valores nessa faixa indicam que o projeto excede os critérios mínimos de adequação técnica e demonstra um desempenho positivo em relação aos padrões estabelecidos.

No Quadro 55 são apresentadas as notas atribuídas a cada parâmetro no desenvolvimento do processo avaliativo da obra mediante os cenários.

Quadro 55. Notas atribuídas aos 26 parâmetros na aplicação da proposta metodológica de avaliação da adequação técnica a um estudo de caso real.

| N. | Parâmetro | Notas atribuídas | |
|----|---|------------------|----|
| | | Pi | Pr |
| 1 | Estudos de viabilidade | 5 | 8 |
| 2 | Projeto técnico | 5 | 8 |
| 3 | Tecnologias e métodos utilizados | 4 | 6 |
| 4 | Compatibilidade com a infraestrutura existente | 7 | 7 |
| 5 | Impacto ambiental | 4 | 6 |
| 6 | Cronograma e prazos | 4 | 5 |
| 7 | Capacidade de operação e manutenção | 3 | 7 |
| 8 | Licenciamentos e autorizações | 6 | 8 |
| 9 | Custo de construção | 4 | 7 |
| 10 | Custo de operação e manutenção | 3 | 7 |
| 11 | Custo de desapropriação | 5 | 7 |
| 12 | Custo de remediação ambiental | 6 | 7 |
| 13 | Custo de monitoramento e controle | 6 | 7 |
| 14 | Custo de contingências e incertezas | 6 | 7 |
| 15 | Redução do tempo de alagamento | 3 | 7 |
| 16 | Redução do volume de água acumulada | 3 | 7 |
| 17 | Prevenção de alagamentos | 3 | 8 |
| 18 | Melhoria do escoamento das águas pluviais | 3 | 7 |
| 19 | Gestão sustentável da água | 1 | 7 |
| 20 | Sustentabilidade energética | 5 | 5 |
| 21 | Sistemas de drenagem sustentável | 1 | 7 |
| 22 | Preservação de áreas naturais | 9 | 9 |
| 23 | Tratamento de águas pluviais urbanas | 1 | 7 |
| 24 | Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento | 1 | 5 |
| 25 | Incremento de novos materiais | 9 | 9 |
| 26 | Inovações em gestão de resíduos | 1 | 7 |

Fonte: Autor, 2024.

A análise de projeto com justificativas para as notas atribuídas na aplicação em caso real estão apresentadas no Apêndice D.

7.12.1. Resultados da avaliação da adequação técnica do projeto

Aplicando as notas atribuídas a cada um dos 26 parâmetros das 4 dimensões que compõe a proposta de avaliação da adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana, considerando as atribuições de pesos alcançados pelos Métodos 1 e 2, obte-se os resultados e classificações, conforme apresentado no Quadro 56.

Quadro 56. Resultados da aplicação da proposta metodológica de avaliação da adequação técnica a um estudo de caso real.

| Avaliação | | Resultado | Classificação |
|--------------------|----------|------------------|---------------------------------|
| Projeto inicial | Método 1 | 3,98 | Tecnicamente inadequado |
| | Método 2 | 3,89 | Tecnicamente inadequado |
| Projeto readequado | Método 1 | 6,98 | Abaixo do tecnicamente adequado |
| | Método 2 | 7,01 | Tecnicamente adequado |

Fonte: Autor, 2024.

Os resultados numéricos entre o Método 1 e o Método 2 demonstram uma proximidade considerável, embora haja algumas diferenças notáveis. Na avaliação do projeto inicial, o Método 1 atribuiu um resultado ligeiramente superior, embora ambos tenham classificado o projeto inicial como "Tecnicamente inadequado". Já no projeto readequado, as classificações foram numericamente mais próximas, porém, o Método 1 o classificou como "Abaixo do tecnicamente adequado" e o Método 2 como "Tecnicamente adequado".

Numericamente, com relação aos resultados finais, os Métodos 1 e 2 alcançaram valores muito próximos.

No Quadro 57 apresentam-se valores discriminados para cada dimensão nos resultados da aplicação da proposta metodológica de avaliação da adequação técnica a um estudo de caso real.

Quadro 57. Discriminação dos valores para as dimensões nos resultados da aplicação da proposta metodológica de avaliação da adequação técnica a um estudo de caso real.

| Avaliação | | Viabilidade técnica | Licenciamento e custo do projeto | Eficácia no controle de alagamentos | Tecnologias e soluções alternativas | Resultado (Σ) |
|--------------------|----------|---------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Projeto inicial | Método 1 | 1,78 | 0,93 | 1,01 | 0,29 | 3,98 |
| Projeto inicial | Método 2 | 1,46 | 0,69 | 1,13 | 0,60 | 3,89 |
| Projeto readequado | Método 1 | 2,60 | 1,35 | 2,37 | 0,66 | 6,98 |
| Projeto readequado | Método 2 | 2,14 | 1,03 | 2,64 | 1,20 | 7,01 |

Fonte: Autor, 2024.

Para melhor análise dos valores discriminados entre as dimensões é fundamental notar que matematicamente é possível definir seus valores máximos por meio da estrutura matemática proposta. “Viabilidade técnica” pode alcançar notas máximas de 3,41 e 2,78, respectivamente entre os Métodos 1 e 2. “Licenciamento e custo do projeto” pode alcançar notas máximas de 1,69 e 1,27, respectivamente entre os Métodos 1 e 2. “Eficácia no controle de alagamentos” pode alcançar notas máximas de 3,04 e 3,4, respectivamente entre os Métodos 1 e 2. E, “Tecnologias e soluções alternativas” pode alcançar notas máximas de 0,86 e 1,55, respectivamente entre os Métodos 1 e 2.

As diferenças entre os valores máximos possíveis de alcance entre o Método 1 e o Método 2 são 0,63, 0,42, -0,35 e -0,70, respectivamente para as dimensões “Viabilidade técnica”, “Licenciamento e custo do projeto”, “Eficácia no controle de alagamentos” e “Tecnologias e soluções alternativas”.

O projeto inicial alcançou 52%, 55%, 33% e 33%, respectivamente, dos valores máximos possíveis para as dimensões “Viabilidade técnica”, “Licenciamento e custo do projeto”, “Eficácia no controle de alagamentos” e “Tecnologias e soluções alternativas”, para o Método 1.

Já para o Método 2, o projeto inicial alcançou 53%, 54%, 33% e 39%, respectivamente, dos valores máximos possíveis para as dimensões “Viabilidade técnica”, “Licenciamento e custo do projeto”, “Eficácia no controle de alagamentos” e “Tecnologias e soluções alternativas”.

O projeto readequado alcançou 76%, 80%, 78% e 77%, respectivamente, dos valores máximos possíveis para as dimensões “Viabilidade técnica”, “Licenciamento e

custo do projeto”, “Eficácia no controle de alagamentos” e “Tecnologias e soluções alternativas”, para o Método 1.

Já para o Método 2, o projeto readequado alcançou 77%, 81%, 78% e 77%, respectivamente, dos valores máximos possíveis para as dimensões “Viabilidade técnica”, “Licenciamento e custo do projeto”, “Eficácia no controle de alagamentos” e “Tecnologias e soluções alternativas”.

O Método 1, que requer uma análise mais detalhada por meio de comparações em pares na matriz de parâmetros usando o método AHP, tendeu a gerar resultados numericamente mais altos para as dimensões "Viabilidade técnica" e "Licenciamento e custo do projeto". Por outro lado, produz valores menores para as dimensões "Eficácia no controle de alagamentos" e "Tecnologias e soluções alternativas".

Enquanto isso, o Método 2, que é mais direto e objetivo, com a atribuição direta de pesos aos parâmetros, resulta em valores menores para "Viabilidade técnica" e "Licenciamento e custo do projeto", mas maiores para "Eficácia no controle de alagamentos" e "Tecnologias e soluções alternativas".

Podemos concluir que cada método tem sua abordagem distintiva na coleta e atribuição de dados para avaliar a adequação técnica. O Método 1, por ser mais complexo e envolver uma análise mais aprofundada, pode levar a uma visão mais detalhada das diferentes dimensões. Já o Método 2, sendo mais objetivo, pode simplificar a coleta de dados, mas talvez não capture detalhes importantes em certas dimensões, resultando em discrepâncias na avaliação final.

7.12.1.1. Como melhorar a adequação técnica deste projeto?

Para o Método 1, considerando os 10 parâmetros mais importantes, pode-se focar em ampliar suas notas e elevar a classificação da adequação técnica do projeto. No Quadro 58 apresentam-se as notas atribuídas aos 10 parâmetros mais importantes do Método 1, considerando o projeto readequado.

Quadro 58. Destaque as notas atribuídas aos 10 parâmetros mais importantes (Método 1) e aos parâmetros com nota inferior a 7, considerando o projeto readequado.

| Ordem de relevância | Parâmetro | Pr |
|---------------------|--|----------|
| 5 | Estudos de viabilidade | 8 |
| 3 | Projeto técnico | 8 |
| <i>12</i> | <i>Tecnologias e métodos utilizados</i> | <i>6</i> |
| 6 | Compatibilidade com a infraestrutura existente | 7 |
| 7 | Impacto ambiental | 6 |
| <i>14</i> | <i>Cronograma e prazos</i> | <i>5</i> |
| 10 | Custo de construção | 7 |
| 13 | Custo de operação e manutenção | 7 |
| 4 | Redução do tempo de alagamento | 7 |
| 8 | Redução do volume de água acumulada | 7 |
| 1 | Prevenção de alagamentos | 8 |
| 2 | Melhoria do escoamento das águas pluviais | 7 |
| <i>23</i> | <i>Sustentabilidade energética</i> | <i>5</i> |
| <i>21</i> | <i>Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento</i> | <i>5</i> |

Legenda: Em negrito: Dez (10) parâmetros mais relevantes; em itálico: parâmetros com nota inferior a sete (7).

Fonte: Autor, 2024.

A maior nota possível para cada parâmetro é a nota 9, pela escala de adequação técnica relativa. Considera-se mais adequado que o projeto tenha em todos os parâmetros analisados uma avaliação que os considerem tecnicamente adequados, assim, minimamente com notas 7. Foi realizado um teste alterando as notas dos parâmetros com notas menores que 7 para a nota 7, considerando a etapa de projeto readequado, a fim de compreender como a melhoria destes parâmetros impacta em nota e classificação final.

No Quadro 59 apresentam-se os resultados de investir esforços em melhorias específicas nos 10 parâmetros melhores ordenados pelo Método 1.

Quadro 59. Resultados da aplicação da proposta metodológica de avaliação da adequação técnica às melhorias no projeto readequado pelos resultados do Método 1.

| Avaliação | Resultado | Classificação |
|-------------------------------|-----------|---------------------------------|
| Projeto readequado | 6,98 | Abaixo do tecnicamente adequado |
| Projeto com melhorias máximas | 7,20 | Adequado |

Fonte: Autor, 2024.

Os investimentos nos parâmetros com nota inferior a 7 pelo Método 1 implicam na mudança de faixa de classificação de “Abaixo do tecnicamente adequado” para “Adequado”, com uma variação de nota de 0,22 ponto.

Para o Método 2, considerando os parâmetros com notas menores que 7, realizando o mesmo parâmetro do método anterior, para classificação da adequação técnica do projeto. No Quadro 60 apresentam-se as notas atribuídas aos 10 parâmetros mais importantes do Método 2, considerando o projeto readequado.

Quadro 60. Destaque as notas atribuídas aos 10 parâmetros mais importantes (Método 2) e aos parâmetros com nota inferior a 7, considerando o projeto readequado.

| Ordem de relevância | Parâmetro | Pr |
|---------------------|--|----------|
| 1 | Estudos de viabilidade | 8 |
| 2 | Projeto técnico | 8 |
| 3 | Tecnologias e métodos utilizados | 6 |
| 4 | Compatibilidade com a infraestrutura existente | 7 |
| 5 | Impacto ambiental | 6 |
| <i>6</i> | <i>Cronograma e prazos</i> | <i>5</i> |
| 9 | Custo de construção | 7 |
| 15 | Redução do tempo de alagamento | 7 |
| 16 | Redução do volume de água acumulada | 7 |
| 17 | Prevenção de alagamentos | 8 |
| 18 | Melhoria do escoamento das águas pluviais | 7 |
| <i>20</i> | <i>Sustentabilidade energética</i> | <i>5</i> |
| <i>24</i> | <i>Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento</i> | <i>5</i> |

Legenda: Em negrito: Dez (10) parâmetros mais relevantes; em itálico: parâmetros com nota inferior a sete (7).

Fonte: Autor, 2024.

A maior nota possível para cada parâmetro é a nota 9, pela escala de adequação técnica relativa. Assim, foi realizado um teste alterando a nota dos 10 primeiros parâmetros para a nota máxima, considerando a etapa de projeto readequado, afim de compreender se o investimento na eficiência máxima desses parâmetros apresenta melhoria significativa de acordo com a proposta metodologia estudada. No Quadro 61 apresentam-se os resultados de investir esforços em melhorias específicas nos 10 parâmetros melhores ordenados pelo Método 2.

Quadro 61. Resultados da aplicação da proposta metodológica de avaliação da adequação técnica a melhorias no projeto readequado pelos resultados do Método 2.

| Avaliação | Resultado | Classificação |
|-------------------------------|-----------|-----------------------|
| Projeto readequado | 7,01 | Tecnicamente adequado |
| Projeto com melhorias máximas | 7,24 | Tecnicamente adequado |

Fonte: Autor, 2024.

O investimento nos parâmetros com notas inferiores a 7, pelo Método 2, implicam na manutenção de faixa de classificação em “Tecnicamente adequado” com uma variação de nota de 0,23 ponto, porém, garantindo a adequação técnica sob a avaliação de todos os parâmetros de projetos.

É sabido que investir nos parâmetros mais importantes é numericamente mais interessante. Assim, como investir nos parâmetros menos importantes é numericamente menos interessante.

Por que não investir somente na ampliação da nota máxima dos parâmetros mais importantes para nota 9? Isso permite compreender como o investimento na eficiência máxima desses parâmetros impacta em melhorias significativas de acordo com a proposta metodologia estudada, porém, não muda o fato da possibilidade da existência de parâmetros tecnicamente inadequados, tão pouco compensa notas entre parâmetros. A escolha de investimentos em parâmetros mais importantes deve ser encarada como espelho de análise para escolha de onde direcionar mais energias/investimentos para aperfeiçoar o projeto.

Fica clara a similaridade de notas entre os métodos, independente dos parâmetros diretamente analisados.

Os dados indicam que focar em melhorar os parâmetros mais influentes terá um impacto mais substancial na melhoria da adequação técnica do projeto do que concentrar esforços nos parâmetros menos influentes. Isso destaca a importância de priorizar áreas específicas para investimento e desenvolvimento, buscando aprimorar as dimensões mais relevantes para a eficiência e a qualidade do projeto de drenagem urbana. Mas exige a necessidade de garantir que todos os parâmetros do projeto sejam classificados individualmente como tecnicamente adequados.

Esses resultados sugerem que recursos e esforços devem ser direcionados aos 26 elementos-chave identificados, proporcionando um maior retorno na melhoria da adequação técnica dos projetos. Essa análise reforça a necessidade de uma alocação

estratégica de recursos, focando nas áreas onde melhorias geram um impacto mais significativo na qualidade do projeto de drenagem urbana.

A melhoria destes parâmetros, independente se dos 10 primeiros ou 10 últimos, implica em melhorias por associação em outros parâmetros medianos, possibilitando avanços mais expressivos nas notas finais.

Além dos recursos financeiros vinculados ao projeto, investimentos estratégicos em outras áreas são fundamentais durante as fases de planejamento e concepção. Priorizar recursos humanos qualificados é essencial, abrangendo engenheiros especializados em drenagem, urbanistas, arquitetos e gestores ambientais, bem como profissionais com conhecimentos específicos em tecnologias avançadas para drenagem urbana.

O investimento em tecnologia avançada e o desenvolvimento de novas ferramentas para modelagem e gestão de projetos são necessários para impulsionar a adequação técnica. É essencial oferecer treinamento contínuo às equipes projetistas para adotar práticas sustentáveis e implementar inovações, assim como estabelecer parcerias estratégicas com consultorias especializadas e instituições de pesquisa.

Investir em programas de educação comunitária alinhados às diretrizes do projeto em concepção pode garantir uma operação eficaz no futuro, promovendo a compreensão e apoio das comunidades locais. Além disso, a promoção de políticas públicas que incentivem práticas sustentáveis de drenagem urbana é essencial, especialmente onde tais políticas ainda não estejam firmemente estabelecidas, visando oferecer incentivos ou regulamentações para o uso de tecnologias eficientes.

Deve-se reconhecer que limitações de tempo e recursos financeiros podem impactar a realização de melhorias em todas as áreas do projeto. Diante disso, a priorização estratégica se torna essencial. Conhecer a sensibilidade do projeto às alterações e melhorias para priorizar os elementos que mais influenciam na eficácia e sustentabilidade do projeto é fundamental para garantir sua adequação técnica.

Uma avaliação cuidadosa das áreas que podem gerar o maior impacto positivo com recursos limitados é necessária. Isso requer uma análise precisa, considerando não apenas o custo-benefício, mas também a urgência e relevância de cada área para garantir a viabilidade e sucesso do projeto no curto e longo prazo.

7.13. PRODUÇÃO ACADÊMICA

7.13.1. "Órgãos multilaterais e o desenvolvimento da infraestrutura urbana na Amazônia"

A elaboração do manuscrito intitulado "Órgãos multilaterais e o desenvolvimento da infraestrutura urbana na Amazônia" é uma extensão direta da pesquisa conduzida para analisar de forma abrangente os desafios relacionados ao desenvolvimento de projetos de grande escala destinados à infraestrutura urbana, especialmente à drenagem urbana.

Ao longo da pesquisa, ficou claro que as organizações multilaterais desempenham um papel fundamental no impulso e na concretização desses projetos. Dada a complexidade das características ambientais, socioeconômicas e geográficas da região amazônica, é necessário um planejamento minucioso e recursos financeiros substanciais.

A pesquisa realizada para a construção desta tese abordou a necessidade de compreender o impacto dos financiamentos externos provenientes de organizações multilaterais na execução de projetos de infraestrutura e saneamento urbano na região amazônica do Brasil. Isso envolveu a análise do histórico de investimentos, sua distribuição geográfica e populacional, bem como a identificação de tendências de crescimento.

As instituições financeiras multilaterais desempenham um papel crucial ao fornecer financiamento e suporte para projetos de infraestrutura e saneamento na região amazônica. Isso tem impulsionado avanços socioeconômicos na área. A análise também destacou o compromisso dos estados da região amazônica em buscar parcerias internacionais para promover o desenvolvimento sustentável, melhorar a infraestrutura urbana e garantir uma melhor qualidade de vida para os residentes. A variedade de projetos, fontes de financiamento e estratégias demonstra a abordagem multifacetada adotada por cada estado para alcançar seus objetivos de desenvolvimento.

No conjunto, o manuscrito representa uma análise profunda das interações entre órgãos multilaterais e o desenvolvimento da infraestrutura urbana na região amazônica. Ele reflete a importância dessas organizações no apoio ao progresso socioeconômico e sustentável, bem como nas estratégias adotadas pelos estados para atender às necessidades complexas dessa região única.

7.13.2. "Elementos técnicos relacionados aos projetos de grandes obras de drenagem urbana"

A elaboração do manuscrito intitulado "Elementos técnicos relacionados aos projetos de grandes obras de drenagem urbana" é uma perspectiva direta de publicação parcial dos resultados obtidos pela avaliação bibliográfica alcançada no desenvolvimento desta tese. Estes resultados são a base estrutural para consolidação da proposta metodológica apresentada.

8. CONCLUSÕES

Adequação técnica parece não ser a consolidação de um conceito fechado. Se adequar tecnicamente a que? Esta pergunta se responde através da caracterização minuciosa das normativas que norteiam as especificidades locais de onde será implementado o projeto.

A adequação técnica de projectos, seja quais tipos forem, envolve a tomada de decisões sobre aquisições, processos, sustentabilidade e a gestão de incertezas para garantir sua eficácia e eficiência.

A análise da proposta metodológica evidencia a distinção entre projetos de drenagem urbana e grandes obras de drenagem urbana. Embora compartilhem muitos elementos em seus processos de desenvolvimento, são peças distintas. Uma crítica frequente a esses projetos é a limitação das discussões sobre sua eficácia ou eficiência apenas ao atendimento de parâmetros de dimensionamento hidrológico e hidráulico, como período de retorno, equação de chuva ou rugosidade de tubulações e canais.

A ampliação dessa perspectiva avaliativa mais integradora resultou de anos de experiência, culminando no desenvolvimento desta pesquisa. A integração de questões desde o dimensionamento hidrológico e hidráulico até elementos técnicos presentes desde as ideias de concepção até a execução de obras complexas foi fundamental.

A escolha das dimensões estudadas foi orientada pela intenção de concentrar questões técnicas cotidianas da engenharia em projetos e obras de infraestrutura, focando no profissional engenheiro projetista. No entanto, reconhece-se a necessidade de incorporar novas dimensões relacionadas às principais demandas sociais, econômicas e legais, ampliando a pesquisa para além dos engenheiros, incluindo sociólogos, economistas, juristas, entre outros.

Recomenda-se o Método 1 para coleta de dados em temas complexos associados à engenharia. Embora a análise por pares possa introduzir inconsistências dependendo da quantidade de elementos analisados, ela proporciona maior reflexão e consistência nos julgamentos necessários ao desenvolvimento de pesquisas. O Método 2, por outro lado, é indicado para temas mais simples e objetivos, com julgamentos menos complexos.

A equiparação das escalas relativas envolvidas entre valores de 1 a 9 foi a estratégia fundamental para o funcionamento da proposição metodológica. A escala relativa de Saaty, a escala de atribuição de pesos, a escala com critérios de avaliação e a escala de classificação. O desenvolvimento geral da escala de 1 a 9 amplia a distinção de

cada ponto na escala numérica e exige melhor detalhamento para definição dos seus critérios.

Uma avaliação eficiente demanda explorar as inter-relações entre os parâmetros, compreendendo como melhorias em um conjunto podem impactar indiretamente outros aspectos. Por exemplo, ao elevar a "Prevenção de alagamentos" ou a "Redução do volume de água acumulada", como isso afeta a eficácia na "Redução do tempo de alagamento" ou a "Compatibilidade com a infraestrutura existente"?

A realização de análises de sensibilidade é fundamental para compreender quais parâmetros podem ter o maior impacto na classificação geral da adequação técnica, identificando áreas-chave para priorizar esforços de melhoria. Além disso, é essencial considerar não apenas a importância relativa dos parâmetros, mas também a viabilidade de implementar melhorias em cada um deles, já que alguns podem ser mais desafiadores ou exigir investimentos significativos para alcançar melhorias substanciais.

É recomendado investir esforços nos parâmetros que na avaliação receberam notas menores que 7, fazendo com que todos os elementos sejam considerados como adequados no projeto. Porém, segundo as análises de sensibilidade propostas nesta metodologia, investir nas melhorias de projeto aos 10 parâmetros destacados como os mais relevantes renderá em considerável desenvolvimento na adequação técnica do projeto analisado.

O correto ou coerente não seria o projeto só estar tecnicamente adequado se todos os parâmetros forem avaliados como tecnicamente adequados? Em geral, esta avaliação comprehende que os elementos avaliados podem ser considerados como tecnicamente adequados, mas não serem obrigatórios diante das legislações às quais o projeto será submetido.

Assim como qualquer parâmetro poderá ser considerado “Abaixo do tecnicamente adequado” pela avaliação proposta neste estudo, porém, estar em conformidade considerando as diretrizes locais de onde o projeto será implementado. Assim, é imprescindível associar esta avaliação às normativas e diretrizes vinculadas à implementação do projeto.

O conhecimento aprofundado dos elementos analisados possibilita avaliar como essas melhorias impactam a sustentabilidade a longo prazo do projeto, contribuindo não só para classificações imediatas, mas também para a resiliência do projeto ao longo do tempo.

O envolvimento das partes interessadas é fundamental para a melhoria dos parâmetros, independentemente do processo avaliativo. O feedback e a colaboração de especialistas, comunidades locais e outros stakeholders enriquecem as estratégias de melhoria e ajudam a identificar áreas críticas.

É fundamental a revisão contínua dos métodos de avaliação utilizados, considerando a possibilidade de refinamento ou inclusão de novos parâmetros que melhor se adequem à realidade e regionalização dos projetos avaliados.

A combinação desses pontos amplia a compreensão sobre como melhorar a adequação técnica dos projetos de drenagem urbana, garantindo maior eficiência, sustentabilidade e qualidade na gestão de águas pluviais em áreas urbanas. Esta abordagem mais holística e analítica contribuirá para projetos robustos e adaptáveis às necessidades presentes e futuras das comunidades.

Os parâmetros considerados menos prioritários não devem ser subestimados, pois mesmo classificados assim no processo de avaliação, podem ter um impacto significativo no projeto global, especialmente em aspectos de sustentabilidade, gestão e modernização.

É essencial avaliar como os Métodos 1 e 2 se alinham aos objetivos de prevenção de alagamentos, eficiência no controle de águas pluviais e viabilidade técnica do projeto para diferentes regiões e sob a ótica de diferentes perfis de avaliadores.

Com base na problemática e hipótese estudada, juntamente com os resultados e discussões alcançados, é possível inferir que a falta de uma definição clara e normatizada desses projetos pode gerar disparidades na concepção e execução das obras, prejudicando a compreensão sobre sua complexidade e afetando a eficiência e qualidade das infraestruturas desenvolvidas em diferentes regiões.

A necessidade de critérios de avaliação técnicos é evidente para assegurar que as obras atendam aos padrões de qualidade, considerando as particularidades regionais e as demandas específicas de cada área urbana.

A ausência de uma norma nacional de referência para projetos de drenagem urbana pode dificultar a padronização, gerando desafios na comparação, avaliação e garantia da qualidade das infraestruturas em nível nacional. Porém, é notório que diferentes regiões têm diferentes prioridades em relação à lida cotidiana com os eventos de chuva e escoamento superficial.

Os sistemas de drenagem urbana, apesar de terem uma lógica para dimensionamentos hidrológicos e hidráulicos, possuem especificidades que dificultam sua normalização ou padronização a nível nacional, especialmente em um país com dimensões continentais e diferentes condições climáticas.

A relação entre definição precisa, critérios de avaliação e tomada de decisão é crucial. A definição precisa, junto com critérios bem estabelecidos para avaliação, é fundamental para subsidiar tomadores de decisão na escolha e execução de projetos de drenagem urbana, garantindo infraestruturas adequadas às necessidades locais e às normativas vigentes.

Como pensamento geral, as metodologias para dimensionamentos hidrológicos e hidráulicos realizados para as cidades são consolidadas e passíveis de regionalização através da inclusão de características de chuvas e solo. Porém, os resultados destes dimensionamentos de uma cidade específica não são necessariamente adequados para outra justamente devido a estas peculiaridades. A análise técnica levando em conta as especificidades de cada região é fundamental para a implementação de soluções eficazes e adaptáveis às condições locais.

Uma eventual normatização nacional ou federal teria que ser amplamente regionalizada e diferenciada para atender as especificidades de todo o país. O cenário normativo é local, por municípios ou estados, portanto, a imposição de padronização e generalização não pode ignorar as peculiaridades locais.

A criação de um caderno normativo detalhado e regionalizado para a adequação técnica pode ser viável, consolidando a tratativa da normalização da drenagem urbana no país.

A ausência de uma definição e critérios normativos claros para projetos de grandes obras de drenagem urbana pode impactar diretamente a qualidade e eficiência das infraestruturas desenvolvidas, ressaltando a importância de estabelecer diretrizes precisas que considerem aspectos técnicos e normativas regionais para garantir a adequação das obras e atender às demandas das áreas urbanas.

Os projetos de drenagem urbana impactam diretamente os aspectos socioeconômicos das comunidades. Além de mitigar os riscos de alagamentos e inundações, podem influenciar a valorização imobiliária e manter a continuidade das atividades econômicas locais, minimizando perdas financeiras e preservando empregos.

Os benefícios ambientais dos projetos de drenagem urbana são notáveis. Além de controlar o fluxo de água das chuvas, podem melhorar a qualidade da água, reduzir a poluição e preservar ecossistemas locais, promovendo a biodiversidade urbana e contribuindo para a sustentabilidade ambiental.

O envolvimento da comunidade é crucial para o sucesso de projetos de drenagem urbana, demandando não apenas conhecimento técnico, mas também a colaboração ativa de habitantes locais, órgãos governamentais, especialistas e outros intervenientes. A transparência nas decisões, a participação cidadã e o diálogo entre diferentes partes interessadas são elementos essenciais para a aceitação e sucesso dessas intervenções.

As inovações tecnológicas desempenham papel fundamental na evolução dos projetos de drenagem urbana, incluindo soluções baseadas na natureza, sistemas inteligentes de monitoramento e gestão de águas pluviais, oferecendo soluções adaptáveis e sustentáveis para demandas urbanas em constante mudança. Isto ficou evidente na fase de consulta aos especialistas.

A conformidade com leis e regulamentos é crucial para a legitimidade dos projetos de drenagem urbana, considerando normas técnicas, diretrizes ambientais e políticas urbanas para garantir que estejam alinhados com interesses públicos, preservando o meio ambiente e respeitando diretrizes legais.

Diante dos desafios emergentes, é fundamental buscar soluções inovadoras e adaptáveis, abraçar tecnologias emergentes e promover práticas de gestão sustentáveis e resilientes às demandas crescentes das áreas urbanas.

A revisão constante das metodologias de avaliação para projetos de drenagem urbana visa a incorporação de novos parâmetros emergentes, crucial para a adaptação a cenários urbanos em constante evolução. Considerando a complexidade e diversidade das áreas urbanas, a avaliação deve estar alinhada com demandas emergentes e mudanças climáticas para garantir a eficácia e sustentabilidade desses projetos.

A integração desses projetos com estratégias abrangentes de desenvolvimento urbano sustentável pode resultar em cidades mais resilientes e ecologicamente equilibradas. A drenagem urbana, quando integrada a essas estratégias, contribui para a mitigação de alagamentos e a qualidade de vida urbana, preservando o meio ambiente e promovendo o desenvolvimento econômico.

A conscientização e educação da comunidade são vitais na gestão das águas pluviais, criando cidadãos conscientes e capacitados a adotar práticas sustentáveis, participando ativamente na gestão dos recursos hídricos urbanos.

Estratégias de financiamento e investimento são necessárias para viabilizar tais empreendimentos, explorando modelos inovadores para a implementação e manutenção de projetos de drenagem urbana de qualidade em diferentes contextos regionais.

Portanto, estas conclusões reforçam a importância de uma abordagem complexa na gestão das águas pluviais urbanas, indo além da infraestrutura física. Envolvem aprimoramento das metodologias de avaliação, integração com estratégias urbanas amplas, conscientização da comunidade e consideração de estratégias financeiras inovadoras. Isso possibilitará cidades mais resilientes, sustentáveis e adaptadas às necessidades presentes e futuras das comunidades urbanas.

Os resultados e conclusões compreendem e respondem as questões de pesquisa e hipótese estudadas, abordando os diferentes ângulos e aspectos explorados, pois foca em aspectos que englobam desde a necessidade de uma visão mais ampla e integradora na avaliação de projetos de drenagem urbana até a importância da consideração das particularidades regionais, a ausência de normas claras, a complexidade dos sistemas de drenagem urbana, os benefícios ambientais, a necessidade de inovação tecnológica e as estratégias de financiamento.

9. PROPOSIÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Não se pode avançar sem conhecer a fundo a proposta dos projetos a serem analisados e as características e normativas locais envolvidas. Assim, vale aprofundar estas especificidades para criação da base de informações mais adequada para avaliação da adequação técnica a ser aplicada. A etapa futura mais notória para este estudo é a institucionalização do método, por Departamentos, Organizações, Órgãos públicos e privados e afins.

A exemplo, hipoteticamente, a instituição Prefeitura da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto (Prefeitura da UFPA), que dispõe de departamento específico para análises de projetos de infraestrutura, decidiu adotar a metodologia desenvolvida nesta pesquisa como ferramenta para avaliação da adequação técnica de projetos de drenagem urbana para execução de uma grande obra local.

Dois caminhos podem ser traçados: o primeiro é a manutenção da estrutura dos parâmetros e dimensões desenvolvidos neste estudo, desde que sejam adequadas a aplicação, mantendo o processo avaliativo as demandas analisadas para consolidação do projeto.

O segundo caminho seria utilizar esta estrutura metodológica para desenvolver e implementar dimensões e parâmetros que descrevam integralmente o que é necessário ser analisado em seus projetos, caso os parâmetros e dimensões estudados nesta pesquisa não sejam suficientes. Por uma adaptação Delphi/AHP, estruturar estes elementos com base no conhecimento sobre o que se espera da análise através das opiniões dos profissionais com mais experiência no setor.

A flexibilidade é uma característica satisfatória desta proposta metodológica. E esta flexibilidade permitirá comparar o método gerado neste estudo a adaptações futuras. O desenvolvimento desta proposta metodológica de avaliação permite futuras integrações e participações, que considerem as diversidades de dimensões e parâmetros, contribuindo para a melhoria da qualidade dos projetos de drenagem urbana.

10. FONTES DE FINANCIAMENTO

Esta pesquisa, conduzida como parte integrante para a obtenção do título de doutamento, é empreendida sem o suporte de fontes de financiamentos externos.

REFERÊNCIAS

- AALTONEN, K.; KUJALA, J. A project lifecycle perspective on stakeholder influence strategies in global projects. **Scandinavian Journal of Management**, v. 26, n.45, p. 381-397, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.scaman.2010.09.001>
- ABENC. Associação Brasileira de Engenheiros Civis. Manual de Classificação de Obras de Engenharia da ABENC. São Paulo: ABENC, 2017.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12653-1:2015 - Projeto de estruturas em concreto armado - Parte 1: Procedimento geral. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- ABRAMOVAY, Ricardo. Infraestrutura para o desenvolvimento sustentável da Amazônia. Editora Elefante, 2022.
- ADB. Asian Development Bank. Infrastructure for Resilient Island States (IRIS). Manila, Philippines: Asian Development Bank, 2022.
- ADLER, M.; ZIGLIO, E. Gazing into the Oracle: The Delphi Method and its Application to Social Policy and Public Health. Jessica Kingsley Publishers, 1996.
- AERTS, J. C. J. H. A Review of Cost Estimates for Flood Adaptation. **Water**, v. 10, n. 11, p. 1646, 2018. <https://doi.org/10.3390/w10111646>
- AHMAD, S.; JIA, H.; CHEN, Z.; LI, Q.; XU, C. Water-energy nexus and energy efficiency: A systematic analysis of urban water systems. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 134, p. 110381, 2020. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110381>
- AHMED, K.; CHUNG, E. S.; SONG, J. Y.; SHAHID, S. Effective design and planning specification of low impact development practices using Water Management Analysis Module (WMAM): Case of Malaysia. **Water**, v. 9, n. 3, e173, 2017. <https://doi.org/10.3390/w9030173>
- ALFIERI, L.; BISSELINK, B.; DOTTORI, F.; NAUMANN, G.; DE ROO, A.; SALAMON, P.; WYSER, K.; FEYEN, L. Global projections of river flood risk in a warmer world. **Earth's Future**, v. 5, n. 2, p. 171-182, 2016. <https://doi.org/10.1002/2016EF000485>
- ALMEIDA, A. P.; LIBERALESSO, T.; SILVA, C. M.; SOUSA, V. Combining green roofs and rainwater harvesting systems in university buildings under different climate conditions, **Science of The Total Environment**, v. 887, p. 163719, 2023. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163719>
- ALTMAN, D. G. Pratical statistics for medical research. 1. ed. Londres: Chapman and Hall/CRC, 1990. 624p
- ALTOBELLINI, M.; CIPOLLA, S. S.; MAGLIONICO, M. Combined Application of Real-Time Control and Green Technologies to Urban Drainage Systems. **Water**, v. 12, n. 12, e3432, 2020. <https://doi.org/10.3390/w12123432>
- ALVES, A.; VOJINOVIC, Z.; KAPELAN, Z.; SANCHEZ, A.; GERSONIUS, B. Exploring trade-offs among the multiple benefits of green-blue-grey infrastructure for urban flood mitigation. **Sci. Total Environ.**, v. 703, p. 134980, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134980>

ALVES, J. L.; BORGES, I. B.; NADAE, J. Sustainability in complex projects of civil construction: bibliometric and bibliographic review. **Gestão & Produção**, v. 28, n. 4, e5389, 2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2020v28e5389>

ANDRADE, L. Q. Desapropriação: aspectos gerais. Enciclopédia jurídica da PUC-SP. Celso Fernandes Campilongo, Alvaro de Azevedo Gonzaga e André Luiz Freire (coords.). Tomo: Direito Administrativo e Constitucional. Vidal Serrano Nunes Jr., Maurício Zockun, Carolina Zancaner Zockun, André Luiz Freire (coord. de tomo). 1. ed. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/113/edicao-1/desapropriacao:-aspectos-gerais>>

ANKER, Y.; MIRLAS, V.; GIMBURG, A.; ZILBERBRAND, M.; NAKONECHNY, F.; MEIR, I.; INBAR, M. Effect of rapid urbanization on Mediterranean karstic mountainous drainage basins. **Sustainable Cities and Society**, v. 51, e101704, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101704>

APA. American Psychological Association. Publication manual of the American Psychological Association (7th ed.). Washington, DC: American Psychological Association. 2020.

ARANTES, R.; RIBEIRO, E.; CARDOSO, A.; DIAS, R. V. A.; MARTINS, F.; TEIXEIRA, B. L. S. S. Aplicação de método multicritério de apoio à decisão para hierarquização de intervenções em drenagem urbana na bacia hidrográfica do Ribeirão Arrudas, em Belo Horizonte-MG. XI Encontro Nacional de Águas Urbanas. Belo Horizonte-MG, 2017. Disponível em: <<http://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/58/042.pdf>>.

ARAÚJO, Y. R. V.; OLIVEIRA, H. M. Os impactos das mudanças climáticas em áreas urbanas. In: Estudos em Direito Ambiental: Desenvolvimento, desastres e regulação. Editora Licuri. 2022. <https://doi.org/10.58203/Licuri.83849>

ARCHER, N. P.; GHASEMZADEH, F. An integrated framework for project portfolio selection. **International Journal of Project Management**, v. 17, n. 4, p. 207-216, 1999. [http://doi.org/10.1016/S0263-7863\(98\)00032-5](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(98)00032-5)

ARNSTEIN, S. R. A ladder of citizen participation. **Journal of the American Institute of planners**, v. 35, n. 4, p. 216-224, 1969. <https://doi.org/10.1080/01944366908977225>

BAKHTIARI, V.; PIADEH, F.; CHEN, A. S.; BEHZADIAN, K. Stakeholder analysis in the application of cutting-edge digital visualisation technologies for urban flood risk management: A critical review. **Expert Systems with Applications**, p. 121426, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121426>

BANOBI, E. T.; JUNG, W. Causes and mitigation strategies of delay in power construction projects: Gaps between owners and contractors in successful and unsuccessful projects. **Sustainability**, v. 11, n. 21, p. 5973, 2019. <https://doi.org/10.3390/su11215973>

BARBOSA, D. E.; PARAMO, J. S.; GÓMEZ, J. M. Academic reputation quality and research: an analysis of Latin-American universities in the world higher education institution rankings from the perspective of organizational learning theory. **Journal of Further and Higher Education**, p. 754-768, 2023. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2023.2176204>

- BARRETO, W.; VOJINOVIC, Z.; PRICE, R.; SOLOMATINE, D. Multiobjective evolutionary approach to rehabilitation of urban drainage systems. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 136, n. 5, p. 547-554, 2010. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000070](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000070)
- BASU, R. Quality Management Tools and Techniques in Major Infra-Structure Projects. 6th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (ICRITO) (Trends and Future Directions), AIIT, Amity University Uttar Pradesh, Noida, India, 2017.
- BATHRELLOS, G. D.; KARYMBALIS, E.; SKILODIMOU, H. D.; GAKI-PAPANASTASSIOU, K.; BALTAS, E. A. Urban flood hazard assessment in the basin of Athens Metropolitan city, Greece. **Environ Earth Sci.**, v. 75, n. 319, 2016. <http://doi.org/10.1007/s12665-015-5157-1>
- BELL, J. E.; BROWN, C. L.; CONLON, K.; HERRING, S.; KUNKEL, K. E.; LAWrimore, J.; LUBER, G.; SCHRECK, C.; SMITH, A.; UEJIO, C. Changes in extreme events and the potential impacts on human health. **Journal of the Air & Waste Management Association**, v. 68, n. 4, p. 265-287, 2018. <https://doi.org/10.1080/10962247.2017.1401017>
- BELLETTINI, B.; GARCÍA-MARÍN, A. Economic damage-cost analysis caused by insufficient sanitation in rural Ecuador. **Engenharia Sanitária E Ambiental**, v. 27, n. 4, p. 731–736, 2022. <https://doi.org/10.1590/S1413-415220210073>
- BELLUCCI JÚNIOR, J. A.; MATSUDA, L. M. Construção e validação de instrumento para avaliação do Acolhimento com Classificação de Risco. **Revista brasileira de enfermagem**, v. 65, p. 751-757, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0034-71672012000500006>
- BELTON, V.; GEAR, T. On a shortcoming of Saaty's method of analytic hierarchies. **Omega**, v. 11, n. 3, p. 228-230, 1983. [http://dx.doi.org/10.1016/0305-0483\(83\)90047-6](http://dx.doi.org/10.1016/0305-0483(83)90047-6)
- BENEDICT, M. A.; MCMAHON, E. T. Green infrastructure: Smart conservation for the 21st century. **Renewable Resources Journal**, v. 20, n. 3, p. 12-17, 2002. Disponível em: <<http://www.merseyforest.org.uk/files/documents/1365/2002+Green+Infrastructure+Smart+Conservation+for+the+21st+Century..pdf>>.
- BIANCHINI, G. C. A cooperação internacional na governança dos recursos hídricos no Brasil: o papel do Banco Mundial e o Programa Interáguas. 2019. 127 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Análise de Políticas Públicas) – Faculdade de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Franca, 2019.
- BIBRI, S. E.; KROGSTIE, J. Data-Driven Smart Sustainable Cities of the Future: A Novel Model of Urbanism and Its Core Dimensions, Strategies, and Solutions. **Journal of Futures Studies**, v. 25, n. 2, p. 77-94, 2020. [https://doi.org/10.6531/JFS.202003_24\(3\).0002](http://doi.org/10.6531/JFS.202003_24(3).0002)
- BIEDENWEG, K.; SCOTT, R. P.; SCOTT, T. A. How does engaging with nature relate to life satisfaction? Demonstrating the link between environment-specific social experiences and life satisfaction, **Journal of Environmental Psychology**, v. 50, p. 112-124, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2017.02.002>

- BOHMAN, A.; GLAAS, E.; KARLSON, M. Integrating Sustainable Stormwater Management in Urban Planning: Ways Forward towards Institutional Change and Collaborative Action. **Water**, v. 12, n. 1, 2020. <https://doi.org/10.3390/w12010203>
- BOLETIM DO BANCO CENTRAL DO BRASIL. Crise asiática e seus reflexos no Brasil. Brasília: Banco Central do Brasil. 1997.
- BORGMAN, C. L. Scholarship in the digital age: Information, infrastructure, and the future of scholarly communication. MIT press. 2007. Disponível em: <https://escholarship.org/content/qt8xz0s5m8/qt8xz0s5m8_noSplash_f8cf9b5f1513b3db89d06617ee85e5e7.pdf?t=krnp4b>.
- BORTOT, C. M.; SCAFF, E. A. da S.; SOUZA, K. R. Action of multilateral organizations for global governance: Dissemination and transfer of educational policies. **Revista on line de Política e Gestão Educacional**, v. 27, n. 00, e023026, 2023. <https://doi.org/10.22633/rpge.v27i00.18072>
- BRANS, J. P.; MARESCHAL, B. Multiple criteria decision analysis—state of the art. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. ANP. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 59, n. 5-8, p. 787-803, 2005.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução n. 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília, Diário Oficial da União, 12 dez. 2012.
- BRATTEBO, B. O.; BOOTH, D. B. Long-term stormwater quantity and quality performance of permeable pavement systems. **Water Research**, v. 37, n. 18, p. 4369-4376, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(03\)00410-X](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(03)00410-X)
- BROWN, R. D.; HAUENSTEIN, N. M. A. Interrater agreement reconsidered: An alternative to the rwg indices. **Organizational research methods**, v. 8, n. 2, p. 165-184, 2005. <https://doi.org/10.1177/1094428105275376>
- BROWN, R. R.; KEATH, N.; WONG, T. H. F. Urban water management in cities: Historical, current and future regimes. **Water Science and Technology**, v. 59, n. 5, p. 847-855, 2015. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.029>
- BUI, T. D.; TSAI, F. M.; TSENG, M.-L.; ALI, M. H. Identifying sustainable solid waste management barriers in practice using the fuzzy Delphi method. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 154, e104625, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104625>
- BURTON JR. G. A.; PITTS, R.; Stormwater effects handbook: A toolbox for watershed managers, scientists, and engineers. Boca Raton. 2001. <https://doi.org/10.1201/9781420036244>
- BUTLER, D.; DIGMAN, C. J., MAKROPOULOS, C.; DAVIES, J. W. Urban drainage. Crc Press, 2018.
- BUTLER, D.; TAIT, S. Urban drainage. Spon Press. 2015.
- BUTLER, J.; JIA, J.; DYER, J. Simulation techniques for the sensitivity analysis of multi-criteria decision models. **European Journal of Operational Research**, v. 103, n. 3, p. 531-546, 1997. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(96\)00307-4](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(96)00307-4)

- CARDOSO-GONÇALVES, J.; TENTÚGAL-VALENTE, J. A Framework for Operational Management of Urban Water Systems to Improve Resilience. **Water**, v. 16, n. 1, p. 154. <https://doi.org/10.3390/w16010154>
- CARVALHO, L.; PEREIRA, A.; FERNANDES, M. The challenges of urban drainage management in a changing climate: A case study of Porto, Portugal. **Water Science and Technology**, v. 103, n. 11, p. 3281-3291, 2021.
- CASTRO, A. V.; REZENDE M. A. técnica Delphi e seu uso na pesquisa de enfermagem: revisão bibliográfica. **REME Rev Min Enferm.**, v. 13, n. 3, p. 429-434, 2009. Disponível em: <<http://repositorio.usp.br/item/002136422>>.
- CASTRO, L. D.; BAPTISTA, M. B.; CORDEIRO NETTO, O. D. M. Análise multicritério para a avaliação de sistemas de drenagem urbana: Proposição de indicadores e de sistemática de estudo. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 9, n. 4, p. 05-19, 2004.
- CHAI, J.; WANG, Z.; YU, C. Analysis for the Interaction Relationship between Urbanization and Ecological Security: A Case Study in Wuhan City Circle of China. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 24, e13187, 2021. <https://doi.org/10.3390/ijerph182413187>
- CHEN, B.; MA, W.; XU, R.; ZHANG, J. Building an indicator-based assessment framework for adaptive capacity of drainage systems in Beijing. **Journal of Water and Climate Change**, v. 10, n. 2, p. 249-262, 2019. <https://doi.org/10.2166/wcc.2018.156>
- CHEN, J.; HILL, A. A.; URBANO, L. D. A GIS-based model for urban flood inundation. **Journal of Hydrology**, v. 373, n. 1–2, p. 184–192, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.04.021>
- CHERQUI, F.; SZOTA, C.; POELSMA, P.; JAMES, R.; BURNS, M. J.; FLETCHER, T.; BERTRAND-KRAJEWSKI, J.-L. How to manage nature-based solution assets such as stormwater control measures? 8th Leading-edge conf. on Strategic Asset management - LESAM, IWA (Int. Water Assoc.), Vancouver, Canada. 2019. Disponível em: <<http://hal.science/hal-02319448/document>>.
- CHITWATKULSIRI, D.; MIYAMOTO, H. Real-Time Urban Flood Forecasting Systems for Southeast Asia—A Review of Present Modelling and Its Future Prospects. **Water**, v. 15, n. 1, p. 178, 2023. <https://doi.org/10.3390/w15010178>
- CHOCAT, B.; ASHLEY, R.; MARSALEK, J.; MATOS, M.; RAUCH, W.; SCHILLING, W.; URBONAS, B. Toward the sustainable management of urban storm-water. **Indoor Built Environ.**, v. 16, n. 4, p. 273–285, 2007. <http://doi.org/10.1177/1420326X07078854>
- CHU, L.; FWA, T. F. Evaluation of surface infiltration performance of permeable pavements. **Journal of Environmental management**, v. 238, p. 136-143, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.02.119>
- CICOGNA, M. P. V.; TONETO JUNIOR, R.; GREMAUD, A. P.; FIGUEIREDO, A. G. B. Financiamento do saneamento: linhas de crédito e perfil do endividamento das sociedades anônimas no Brasil. **Revista Tempo do Mundo**, n. 29, p. 295-334, 2022. <http://dx.doi.org/10.38116/rtm29art9>

COELHO, V.; FAVARETO, A.; MAGALHÃES, C.; SILVA, A. A governança das obras de infraestrutura no Brasil: questões para uma agenda de políticas e de pesquisa. Relatório final. São Paulo: CEBRAP, 2019.

COUTINHO, S. S.; FREITAS, M. A.; PEREIRA, M. J. B.; VEIGA, T. B.; BONAMETTI, T.; FERREIRA, M.; MISHIMA, S. M. O uso da técnica Delphi na pesquisa em atenção primária à saúde: revisão integrativa. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 37, n. 3, p. 582-596, 2013. Disponível em: <<http://files.bvs.br/upload/S/0100-0233/2013/v37n3/a4462.pdf>>.

CRESWELL, J. W. Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. SAGE Publications. 2014.

DAIBERT, J. D. Uso de análise multicritério para o estudo da implantação de monotrilho entre regiões metropolitanas / João Dalton Daibert - Guaratinguetá, 2021. Dissertação (mestrado) — Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2021. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/218063>>.

DALE, B.G. (Ed.) Managing Quality. New York, Prentice Hall. 2007.

DEAKIN, M.; MITCHELL, G.; NIJKAMP, P.; VREEKER, R. Sustainable urban development: A toolkit for assessment (Volume 2). Routledge. 2007.

DHAKAL, K. B.; CHEVALIER, L. Managing urban stormwater for urban sustainability: Barriers and policy solutions for green infrastructure application. **Journal of environmental management**, v. 203, p. 171-181, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.07.065>

DHAKAL, K. P.; CHEVALIER, L. R. Urban stormwater governance: The need for a paradigm shift. **Environmental management**, v. 57, p. 1112-1124, 2016. <https://doi.org/10.1007/s00267-016-0667-5>

DIAMOND, I. R.; GRANT, R. C.; FELDMAN, B. M.; PENCHARZ, P. B.; LING, S. C.; MOORE, A. M.; WALES, P. W. Defining consensus: a systematic review recommends methodologic criteria for reporting of Delphi studies. **Journal of clinical epidemiology**, v. 67, n. 4, p. 401-409, 2014. <http://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2013.12.002>

DIBABA, W. T. A review of sustainability of urban drainage system: traits and consequences. **Journal of Sedimentary Environments**, v. 3, n. 3, p. 131-137, 2018. <https://doi.org/10.12957/jse.2018.37825>

DONOHOE, H.; STELLEFSON, M.; TENNANT, B. Advantages and limitations of e-Delphi technique: Implications for health education researchers. **American Journal of Health Education**, v. 43, n. 2, p. 38-46, 2012. <http://doi.org/10.1080/19325037.2012.10599216>

DVIR, D.; RAZ, T.; SHENHAR, A. An empirical analysis of the relationship between project planning and project success. **International Journal of Project Management**, v. 21, p. 89-95, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(02\)00012-1](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00012-1)

ECO, U. Como se faz uma tese. Editora Perspectiva. 2015.

ELLAIFI, M.; SIMMONS, R.; DEEKS, L. Drainage models: An evaluation of their applicability for the design of drainage systems in arid regions. **Water and Environment Journal**, p. 1-17, 2023. <https://doi.org/10.1111/wej.12893>

- EPA. Environmental Protection Agency. Guidelines for Preparing Economic Analyses. Office of the Administrator, U.S. EPA. 2017.
- EPA. Environmental Protection Agency. Stormwater Management Best Management Practices (BMPs). Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency. 2019.
- ESEN, H. Analytical hierarchy process problem solution. IntechOpen. 2023. doi: 10.5772/intechopen.1001072
- FACIONE, P. A. Critical thinking: a statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction. Research findings and recommendations (Report). Newark: American Philosophical Association. 1990. Disponível em: < <https://eric.ed.gov/?id=ED315423>>.
- FARIAS, A. S.; MARCON, J. P.; SCHMITT, D. P.; SIEBENEICHLER, K. M. Infraestrutura urbana sustentável: conceitos e aplicações sob a perspectiva do arquiteto e urbanista. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v. 25, n. 36, 2018. <https://doi.org/10.5752/P.2316-1752.2018v25n36p164>
- FARRELLY, M. A.; BROWN, R. R. Rethinking urban water management: Experimentation as a way forward? **Global environmental change**, v. 21, n. 2, p. 721-732, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.007>
- FATEMINIA, Seyed Hamed. Determining and Managing Contingency Reserve throughout the Lifecycle of Construction Projects. 2023. <https://doi.org/10.7939/r3-b4rf-gw54>
- FEMA. Federal Emergency Management Agency. Floodplain management study report: A guide to conducting floodplain management studies. Washington, DC: Federal Emergency Management Agency. 2017.
- FERNANDO, D.; NAVARATNAM, S.; RAJEEV, P.; SANJAYAN, J. Study of Technological Advancement and Challenges of Façade System for Sustainable Building: Current Design Practice. **Sustainability**, v. 15, n. 19, p. 14319, 2023. <http://doi.org/10.3390/su151914319>
- FLETCHER, T. D.; ANDRIEU, H.; HAMEL, P. Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art. **Advances in Water Resources**, 51, 261-279, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2012.09.001>
- FLETCHER, T. D.; SHUSTER, W.; HUNT, W. F.; ASHLEY, R.; BUTLER, D.; ARTHUR, S.; URBNAS, B. 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. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2014.916314>
- FLETCHER, T. D.; VIETZ, G.; WALSH, C. J. Protection of stream ecosystems from urban stormwater runoff: the multiple benefits of an ecohydrological approach. **Progress in Physical Geography: Earth and Environment**, v. 38, n. 5, p. 543-555, 2014. <https://doi.org/10.1177/0309133314537671>
- FLYVBJERG, B.; HOLM, M. S.; BUHL, S. L. How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects? **Transport Reviews**, v. 23, n. 1, p. 71-88, 2003. <https://doi.org/10.1080/01441640309904>

FRANCISCO, T. H. S.; MENEZES, O. V. C.; GUEDES, A. L. A.; MAQUERA, G.; NETO, D. C. V.; LONGO, O. C.; CHINELLI, C. K.; SOARES, C. A. P. The Main Challenges for Improving Urban Drainage Systems from the Perspective of Brazilian Professionals. **Infrastructures**, v. 8, n. 5, 2023. <http://doi.org/10.3390/infrastructures8010005>

FRANCISCO, T. H. S.; MENEZES, O. V.; GUEDES, A. L.; MAQUERA, G.; NETO, D. C.; LONGO, O. C.; CHINELLI, C. K.; SOAREAS, C. A. The Main Challenges for Improving Urban Drainage Systems from the Perspective of Brazilian Professionals. **Infrastructures**, v. 8, n. 1, p. 5, 2022. <https://doi.org/10.3390/infrastructures8010005>

GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. Tomada de Decisões em Cenários Complexos. Tradução de Marcela Cecilia González Araya, Pioneira Thomson Learning, São Paulo, SP. 2004.

GOMIDE, A. A.; PEREIRA, A. K. Os Desafios da governança da política de infraestrutura no Brasil: aspectos políticos e administrativos da execução do investimento em projetos de grande vulto. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) 2018.

GORLAY, K. T. Evaluation of the Monitoring Needs of Local Water Service Providers An Application of the Ranking-Type Delphi Method in Nicaragua. Villanova University ProQuest Dissertations Publishing, 2022. Disponível em: <<https://www.proquest.com/openview/86764e512bb502261fcb88bef0349591/1?cbl=18750&diss=y&pq-origsite=gscholar>>.

GRISHAM, T. The Delphi technique: a method for testing complex and multifaceted topics. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 2, n. 1, p. 112-130, 2009. <https://doi.org/10.1108/17538370910930545>

GUDE, V. G. Energy and water autarky of wastewater treatment and power generation systems. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 45, p. 52-68, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.055>

GÜLTEKİN, A. B.; YILDIRIM, H. Y.; TANRIVERMIŞ, H. A Holistic Conceptual Scheme for Sustainable Building Design in the Context of Environmental, Economic and Social Dimensions. InTech. 2018. <https://doi.org/10.5772/intechopen.74031>

GUNNINGHAM, N.; SINCLAIR, D. Leaders and Laggards: Next-Generation Environmental Regulation (1st ed.). Routledge. 2002. <https://doi.org/10.4324/9781351282000>

GUPTA, U. G.; CLARKE, R. E. Theory and applications of the Delphi technique: A bibliography (1975–1994). **Technological forecasting and social change**, v. 53, n. 2, p. 185-211, 1996. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(96\)00094-7](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(96)00094-7)

HALL, J. W.; DAWSON, R. J.; SAYERS, P.; ROSU, C.; CHATTERTON, J.; DEAKIN, R. A methodology for national-scale flood risk assessment. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - **Water & Maritime Engineering**, v. 156, n. 3, p. 235-247, 2003. <https://doi.org/10.1680/wame.2003.156.3.235>

HAMMER, M. J. Water and Wastewater Technology. Reino Unido: Pearson/Prentice Hall. 2008.

- HAMMOND, M. J.; CHEN, A. S.; DJORDJEVIĆ, S.; BUTLER, D.; MARK, O. Urban flood impact assessment: A state-of-the-art review. **Urban Water Journal**, v. 12, n. 1, p. 14-29, 2015. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2013.857421>
- HAN, Y.; HE, Q. Flexibility of urban drainage systems in mitigating climate change impacts. **Water Science and Technology**, v. 103, n. 11, p. 3292-3302, 2021.
- HARKER, P. T.; VARGAS, L. G. The theory of ratio scale estimation: Saaty's analytic hierarchy process. **Management Science**, v. 33, n. 11, p. 1383-1403, 1987. <https://doi.org/10.1287/mnsc.33.11.1383>
- HARNAD, S. Scholarly skywriting and the prepublication continuum of scientific inquiry. **Psychological Science**, v. 1, p. 342-344, 1990. Disponível em: <<http://www.ecs.soton.ac.uk/~harnad/Papers/Harnad/harnad90.skywriting.html>>.
- HARRELL JR., F. E. Regression Modeling Strategies: With Applications to Linear Models, Logistic and Ordinal Regression, and Survival Analysis. Springer, 2015.
- HAUGAN, G. T. Effective work breakdown structures. John Wiley & Sons. 2017.
- HENONIN, J.; RUSSO, B.; MARK, O.; GOURBESVILLE, P. Real-time urban flood forecasting and modelling – a state of the art. **Journal of Hydroinformatics**, v. 15, n. 3, p. 717–736, 2013. <https://doi.org/10.2166/hydro.2013.132>
- HICKEY, S.; MOHAN, G. Relocating participation within a radical politics of development. **Development and change**, v. 36, n. 2, p. 237-262, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.0012-155X.2005.00410.x>
- HOLDER, J.; LEE, M. Environmental Protection, Law and Policy: Text and Materials. 2nd ed. Cambridge University Press; 2007.
- HU, S.; FAN, Y.; ZHANG, T. Assessing the Effect of Land Use Change on Surface Runoff in a Rapidly Urbanized City: A Case Study of the Central Area of Beijing. **Land**, v. 9, n. 1, p. 17, 2020. <https://doi.org/10.3390/land9010017>
- HU, Y.; CHAN, A. P. C.; LE, Y.; JIN, R. From construction megaproject management to complex project management: bibliographic analysis. **Journal of Management Engineering**, v. 31, n. 4, p. 04014052, 2015. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000254](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000254).
- IACCM. International Association of Construction Managers. ICE Guide to Project Management. London: IACCM. 2019.
- IAEE. International Association for Cost Engineering. Guia IAEE para gerenciamento de custos de projetos. Morgantown, WV: Associação Internacional de Engenharia de Custos. 2018.
- IBAPE. Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia. Manual de Avaliações de Engenharia. São Paulo: IBAPE. 2019.
- IDAN, M. F.; DHEYAB, S. N. Estimate Costs Management in Construction Projects. **International Journal of Applied Engineering Research**, v. 14, n.19, p. 3734-3741, 2019. Disponível em <https://www.ripublication.com/ijaer19/ijaerv14n19_03.pdf>.
- IMF. International Monetary Fund. World Economic Outlook 2021. Washington, DC: International Monetary Fund. 2021.

JAMES, L. R.; DEMAREE, R. G.; WOLF, G. Estimating within-group interrater reliability with and without response bias. **Journal of applied psychology**, v. 69, n. 1, p. 85, 1984. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.69.1.85>

JAMES, L. R.; DEMAREE, R. G.; WOLF, G. Estimating within-group interrater reliability with and without response bias.'. DTIC Document, 1983. Disponível em: <<https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA136709.pdf>>.

JHA, K. A.; BLOCH, R.; LAMOND, J. Cities and Flooding: A guide to integrated urban flood risk management for the 21st century. The World Bank Publications. 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10986/2241>>.

JORM A. F. Using the Delphi expert consensus method in mental health research. **The Australian and New Zealand journal of psychiatry**, v. 49, n. 10, p. 887-897, 2015. <https://doi.org/10.1177/0004867415600891>

JUGDEV, K.; MÜLLER, R. A retrospective look at our evolving understanding of project success. **Project Management Journal**, v. 36, n. 4, p. 19-31, 2005. <https://doi.org/10.1177/875697280503600403>

JÜNGER, S.; PAYNE, S. A.; BRINE, J.; RADBRUCH, L.; BREARLEY, S. G. Guidance on Conducting and REporting DElphi Studies (CREDES) in palliative care: Recommendations based on a methodological systematic review. **Palliative medicine**, v.31, n. 8, p. 684-706, 2017. <https://doi.org/10.1177/0269216317690685>

KAZAKIS, N.; KOUGIAS, I.; PATSIALIS, T. Assessment of flood hazard areas at a regional scale using an index-based approach and Analytical Hierarchy Process: Application in Rhodope–Evros region, Greece. **Science of the Total Environment**, v. 538, p. 555-563, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.055>

KEENEY, S.; HASSON, F.; MCKENNA. A critical review of the Delphi technique as a research methodology for nursing, **International Journal of Nursing Studies**, v. 38, n. 2, p. 195-200, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0020-7489\(00\)00044-4](https://doi.org/10.1016/S0020-7489(00)00044-4)

KERZNER, H. Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling. John Wiley & Sons. 2022.

KUPPUSAMY, S.; VENKATESWARLU, K.; MEGHARAJ, M.; MAYILSWAMI, S.; LEE, Y. B. Risk-based remediation of polluted sites: A critical perspective. **Chemosphere**, v. 186, p. 607-615, 2017. <http://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.08.043>

KUSTER, A. C.; PILGRIM, K. M.; KUSTER, A. T.; HUSER, B. J. Field Application of Spent Lime Water Treatment Residual for the Removal of Phosphorus and other Pollutants in Urban Stormwater Runoff. **Water**; v. 14, n. 13, e2135, 2022. <https://doi.org/10.3390/w14132135>

LACERDA, M. C. Proposta de um índice para avaliação de desempenho de sistemas de drenagem de águas pluviais em cidades de pequeno porte do Estado da Paraíba. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Unidade Acadêmica de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande. 2021.

LATOUR, B. Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory. Oxford University Press. 2005.

LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C. Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 11, e20190037, 2019. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180037>

LIN, L.; WU, Z.; LIANG, Q. Urban flood susceptibility analysis using a GIS-based multi-criteria analysis framework. **Natural Hazards**, v. 97, p. 455–475, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11069-019-03615-2>

LINDELL, M. K.; BRANDT, C. J. Climate quality and climate consensus as mediators of the relationship between organizational antecedents and outcomes. **Journal of applied psychology**, v. 85, n. 3, p. 331, 2000. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.85.3.331>

LINDELL, M. K.; BRANDT, C. J. Assessing interrater agreement on the job relevance of a test: A comparison of CVI, T, rWG (J), and r* WG (J) indexes. **Journal of applied psychology**, v. 84, n. 4, p. 640, 1999. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.84.4.640>

LINSTONE, H. A.; TUROFF, M. "The Delphi Method: Techniques and Applications". Addison-Wesley Publishing Company, 1975.

LO, T. Y.; FUNG, I. W.; TUNG, K. C. Construction delays in Hong Kong civil engineering projects. **Journal of construction engineering and management**, v. 132, n. 6, p. 636-649, 2006. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2006\)132:6\(636\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2006)132:6(636))

LOPERFIDO, J. V.; NOE, G. B.; JARNAGIN, S. T.; HOGAN, D. M. 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, Part C, p. 2584-2595, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.07.007>

LOUCKS, D. P.; BEEK, E. V. Urban water systems. In: LOUCKS D. P.; BEEK E. V. Editors. Water resource systems planning and management: an introduction to methods, models, and applications. Springer. 2017. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-44234-1>

LUND, N. S. V.; FALK, A. K. V.; BORUP, M.; MADSEN, H.; MIKKELSEN, P. S. Model predictive control of urban drainage systems: A review and perspective towards smart real-time water management. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 48, n. 3, p. 279-339, 2018. <https://doi.org/10.1080/10643389.2018.1455484>

LYNN, M. R. Determination and quantification of content validity. **Nurs Res.**, v. 35, n. 6, p. 382-385, 1986. <https://doi.org/10.1097/00006199-198611000-00017>

MALCZEWSKI, J. GIS and multicriteria decision PHUA, I analysis. New York: John Wiley, p. 362, 1999.

MANIAM, G.; ZAKARIA, N. A.; LEO, C. P.; VASSILEV, V.; BLAY, K. B.; BEHZADIAN, K.; POH, P. E. An assessment of technological development and applications of decentralized water reuse: A critical review and conceptual framework. **WIREs Water**, v. 9, n. 3, e1588. 2022. <http://doi.org/10.1002/wat2.1588>

MARCOVITCH, J.; PINSKY, V. Bioma Amazônia: atos e fatos. **Estudos Avançados**, v. 34, n. 100, p. 83–106, 2020. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.34100.007>

MARLOW, D. R.; MOGLIA, M.; COOK, S.; BEALE, D. J. Towards sustainable urban water management: A critical reassessment. **Water Research**, v. 47, n. 20, p. 7150–7161, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2013.07.046>

MARQUES, J. B. V.; FREITAS, D. Método DELPHI: caracterização e potencialidades na pesquisa em Educação. **Pro.posições**, v. 29, n. 2 (87), p. 389-415, 2018. <https://doi.org/10.1590/1980-6248-2015-0140>

MAYS, L. W. Water resources engineering. John Wiley & Sons. 3ed. 2019.

MILANI, C. R. S. Instituições Bilaterais dos Países do Comitê de Assistência ao Desenvolvimento. In: André de Mello e Souza (org.), Repensando a Cooperação Internacional para o Desenvolvimento. Brasília: IPEA, p. 113-140, 2014b. Disponível em:

<https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/repensando_a_cooperacao_web.pdf>.

MILANI, C. R. S. International cooperation for development and Brazilian NGOs: funding and political autonomy. The Institutional Architecture of Support to Civil Society Organizations in Brazil, p. 67, 2014a. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Mario-Alves-8/publication/282133582_The_Institutional_Architecture_of_Support_to_Civil_Society_Organizations_in_Brazil/links/560439bf08ae8e08c08986de/The-Institutional-Architecture-of-Support-to-Civil-Society-Organizations-in-Brazil.pdf#page=67>.

MORGADO, T.; LOUREIRO, L.; BOTELHO, M. Intervenção psicoeducacional “prolismental” para adolescentes em contexto escolar: validade de conteúdo através de e-Delphi modificado. **Revista Portuguesa de Enfermagem de Saúde Mental**, v. 24, p. 43-50, 2020. <http://dx.doi.org/10.19131/rpesm.0280>

MORRIS, P. W.; HOUGH, G. H. The anatomy of major projects: A study of the reality of project management. Wiley. 1987.

MORSS, R. E.; WILHELCMI, O.; DOWNTON, M. W.; GRUNTFEST, E. Flood risk, uncertainty, and scientific information for decision making: Lessons from an interdisciplinary project. **Bulletin Of The American Meteorological Society**, v. 86, p. 1593-1601, 2005. doi:10.1175/BAMS-86-11-1593

NAKAMURA, A. L. S. Desapropriação. Comentários ao Decreto-Lei nº 3.365/41. Editora Fórum. 2021.

NASEM. National Academies ol Sciences. Engineering, and Medicine: Framing the Challenge of Urban Flooding in the United States, Washington, DC. The National Academies Press. 2019. <https://doi.org/10.17226/25381>.

NATHENS, A. B.; RIVARA, F. P.; JURKOVICH, GR. J.; MAIER, R. V.; JOHANSEN, J. M.; THOMPSON, D. C. Management of the injured patient: identification of research topics for systematic review using the Delphi technique. **The Journal of Trauma**, v. 54, n.3, p.595-601, 2003. <https://doi.org/10.1097/01.TA.0000028044.43091.74>

NAUMANN, S.; MCKENNA, D.; KAPHENGST, T.; PIETERSE, M. RAYMENT, M. Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects. Final report to the European Commission, DG Environment, Contract no. 070307/2010/577182/ETU/F.1, Ecologic institute and GHK Consulting. 2011.

Disponível em: < http://www.observatorio2030.com/sites/default/files/2019-11/IN_34_2011_VA_14_Design%20implementation%20and%20cost%20elements%20of%20Green%20Infrastructure%20projects.pdf>.

NCUBE, S.; ARTHUR, S. Influence of Blue-Green and Grey Infrastructure Combinations on Natural and Human-Derived Capital in Urban Drainage Planning. **Sustainability**, v. 13, n. 5, p. 2571, 2021. <https://doi.org/10.3390/su13052571>

NEGIN-BINESH, M. H. N.; SARANG, A.; RAUCH, W. Improving sustainability of urban drainage systems for climate change adaptation using best management practices: a case study of Tehran, Iran. **Hydrological Sciences Journal**, v. 64, n. 4, p. 381-404, 2019. DOI: 10.1080/02626667.2019.1585857

NEL, J. B.; MATIVENGA, P. T.; MARNEWICK, A. L. A Framework to Support the Selection of an Appropriate Water Allocation Planning and Decision Support Scheme. **Water**, v. 14, n. 12, p. 1854, 2022. <https://doi.org/10.3390/w14121854>

NGUYEN, T.-H.; NGUYEN, V.-T.-V. Linking climate change to urban storm drainage system design: An innovative approach to modeling of extreme rainfall processes over different spatial and temporal scales. **Journal of Hydro-environment Research**, v. 29, p. 80-95, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jher.2020.01.006>

NRC. National Research Council. Superfund and Mining Megsites: Lessons from the Coeur d'Alene River Basin. National Academies Press. 2005.

OLAWUMI, T. O. Beneficial Factors of Integrating Building Information Modelling (BIM) and Sustainability Practices in Construction Projects. figshare. Conference contribution. 2022. <http://doi.org/10.6084/m9.figshare.19758859.v1>

OLIVEIRA, M. F.; AZEVEDO, A. M. Gestão municipal, cooperação técnica internacional e financiamento externo. Editora Oficina Universitária, 2011. Disponível em:

< https://ebooks.marilia.unesp.br/index.php/lab_editorial/catalog/download/29/74/3319?in-line=1>.

ONETO, G.; CANEPA, M. Addressing sustainable urban flood risk: reviewing the role and scope of theoretical models and policies. **Water Policy**, v. 25, n. 8, p. 797–814, 2023. <https://doi.org/10.2166/wp.2023.022>

OSBORNE, J.; COLLINS, S.; RATCLIFFE, M.; MILLAR, R.; DUSCHL, R. What “Ideas-about-Science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. **Journal of Research in science teaching**, v. 40, n. 7, p. 692-720, 2003. <https://doi.org/10.1002/tea.10105>

OSTROM, E. Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. In: Global justice. Routledge, p. 423-430. 2017.

PADOVANI, M.; CARVALHO, M. M.; MUSCAT, A. R. N. Seleção e alocação de recursos em portfólio de projetos: estudo de caso no setor químico. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 1, p. 157-180, 2010. <https://doi.org/10.1590/s0104-530x2010000100013>

PALMER, M.; ALLAN, J. D.; MEYER, J.; BERNHARDT, E. S. River restoration in the twenty-first century: data and experiential knowledge to inform future efforts. **Restoration Ecology**, v. 15, n. 3, p. 472-481, 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2007.00243.x>

- PAREJA, I. V. El Método Delphi. Universidad Tecnologica de Bolivar School of Business, Colômbia, 2003. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.420040>
- PARWEEN, S.; SINHA, R. C. Identification of Indicators for Developing an Integrated Study on Urban Water Supply System, Planning, and Management. **Journal of Environmental Engineering**, v. 149, n. 3, e04022095, 2023. <https://doi.org/10.1061/JOEEDU.EEENG-7062>
- PAUL, M. J.; MEYER, J. L. Streams in the Urban Landscape. In: Marzluff, J.M., et al. *Urban Ecology*. Springer, Boston, MA. 2008. https://doi.org/10.1007/978-0-387-73412-5_12
- PEREIRA, J. M. M. Banco Mundial, reforma dos Estados e ajuste das políticas sociais na América Latina. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, n.7, p. 2187-2196, 2018. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018237.08022018>
- PESSINA, M. E. H.; COELHO, A. P. B.; FADUL, É. M. C.; MONTEIRO, A. O. Cooperação internacional para o desenvolvimento e financiamento externo para o Brasil: uma macroanálise do período entre 2000 e 2020. **Revista De Administração Pública**, v. 56, n. 2, p. 248–274, 2022. <https://doi.org/10.1590/0034-761220210294>
- PETERSON, G. E. Unlocking Land Values to Finance Urban Infrastructure. Trends and Policy Options (PPIAF). World Bank Group eLibrary. 2008. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-7709-3>
- PIRO, P.; TURCO, P.; PALERMO, S. A.; PRINCIPATO, F.; BRUNETTI, G. A comprehensive approach to stormwater management problems in the next generation drainage networks. **The internet of things for smart urban ecosystems**, p. 275-304, 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96550-5_12
- PISTRIKA, A.; TSAKIRIS, G.; NALBANTIS, I. Flood depth-damage functions for built environment. **Environmental Processes**, v. 1, n. 4, p. 553–572, 2014. <https://doi.org/10.1007/s40710-014-0038-2>
- PMI. Project Management Institute. Guia do PMBOK® para o gerenciamento de projetos (7^a ed.). Newtown Square, PA: PMI. 2022.
- PORSE, E. C. Stormwater governance and future cities. **Water**, v. 5, n. 1, p. 29-52, 2013. <https://doi.org/doi:10.3390/w5010029>
- POWELL, C. The Delphi technique: myths and realities. **Journal of Advanced Nursing**, v. 41, n. 4, p. 376-382, 2003. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2003.02537.x>
- PRETTY, J. N. Participatory learning and action: A trainer's guide. London: IIED, 1995.
- PRIEM, J.; TARABORELLI, D.; GROTH, P.; NEYLON, C. Altmetrics: A manifesto. altmetrics.org. 2010.
- PUTRI, F. K.; HIDAYAH, E.; MA'RUF, M. F. Enhancing stormwater management with low impact development (LID): a review of the rain barrel, bioretention, and permeable pavement applicability in Indonesia. **Water Science & Technology**, v. 87, n. 9, p. 2345–2361, 2023. <https://doi.org/10.2166/wst.2023.095>
- QIN, Y. Urban Flooding Mitigation Techniques: A Systematic Review and Future Studies. **Water**, v. 12, n. 12, p. 3579, 2020. <https://doi.org/10.3390/w12123579>

REISEN, H.; NDOYE, S. Prudent versus imprudent lending to Africa: from debt relief to emerging lenders. Paris: OECD, 2008. <http://dx.doi.org/10.1787/242613675043>

RENTACHINTALA, L. R. N.; REDDY, M. G. M.; MOHAPATRA, P. K. Urban stormwater management for sustainable and resilient measures and practices: a review. **Water Sci Technol.**, v. 85, n. 4, p. 1120–1140, 2022. doi: <https://doi.org/10.2166/wst.2022.017>

RIVAS, R. E. G. Uso do método multicritério para tomada de decisão operacional tendo em conta riscos operacionais, a segurança, ambientais e à qualidade. Dissertação (mestrado) - UFBA/Programa de Engenharia Industrial, p. 146, 2016.

RIVERA, J. E. Business and Public Policy: Responses to Environmental and Social Protection Processes. Book Series on Business Value Creation and Society, Edward Freeman, Stuart Hart, and David Wheeler, eds., Cambridge University Press, Forthcoming, 2007. Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm/SSRN_ID1205172_code592347.pdf?abstractid=991565&mirid=1>.

RODRIGUES, A. M.; FORMIGA, K. T. M.; MILOGRANA, J. Integrated systems for rainwater harvesting and greywater reuse: a systematic review of urban water management strategies. **Water Supply**, v. 23, n. 10, p. 4112-4125, 2023. <http://dx.doi.org/10.2166/ws.2023.240>

RODRIK, D. Has Globalization Gone Too Far? **Challenge**, v. 41, n. 2, p. 81-94, 1998. <https://doi.org/10.1080/05775132.1998.11472025>

ROSSMAN, L. A. Storm water management model user's manual version 5.1. Environmental Protection Agency. EPA Office of Research and Development, Washington, DC. 2015.

ROWE, G.; WRIGHT, G. "The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis". International Journal of Forecasting, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0169-2070\(99\)00018-7](https://doi.org/10.1016/S0169-2070(99)00018-7)

ROY, A. H.; WENGER, S. J.; FLETCHER, T. D.; WALSH, C. J.; LADSON, A. R.; SHUSTER, W. D.; THURSTON, H. W.; BROWN, R. R. Impediments and solutions to sustainable, watershed-scale urban stormwater management: Lessons from Australia and the United States. **Environmental Management**, v. 42, p. 344–359, 2008. <https://doi.org/10.1007/s00267-008-9119-1>

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008. <http://dx.doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>

SAATY, T. L. How to make a decision: The analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, v. 48, n. 1, p. 9-26, 1990. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-I](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I)

SAATY, T. L. Método de Análise Hierárquica. Tradução de Wainer da Silveira e Silva, McGraw-Hill, Makron, São Paulo, SP. 1991.

SAATY, T. L. Rank generation, preservation, and reversal int the analytic hierarchy decision process. **Decision Sciences**, v. 18, n. 2, p. 157-177, 1987. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1987.tb01514.x>

SAATY, T. L. The Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes for the measurement of intangible criteria and for decision-making. In: FIGUEIRA, J.; GRECO S.; EHRGOTT, M. Multiple Criteria Decision Analysis: state of the art surveys, Springer Sciense+Business Media, New York, pp.345-408. 2005. https://doi.org/10.1007/0-387-23081-5_9

SALTELLI, A.; TARANTOLA, S.; CAMPOLONGO, F.; RATTO, M. Sensitivity analysis in practice: A guide to assessing scientific models. John Wiley & Sons. 2000. <http://dx.doi.org/10.1002/0470870958>

SALVADORE, E.; BRONDERS, J.; BATELAAN, O. Hydrological modelling of urbanized catchments: A review and future directions. **Journal of Hydrology**, v. 529, p. 62–81, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.06.028>

SÁNCHEZ-CORCUERA, R.; NUÑEZ-MARCOS, A.; SESMA-SOLANCE, J.; BILBAO-JAYO, A.; MULERO, R.; ZULAIKA, U.; AZKUNE, G. ALMEIDA, A. Smart cities survey: Technologies, application domains and challenges for the cities of the future. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, v. 15, n. 6, p. 1550147719853984, 2019. <https://doi.org/10.1177/1550147719853984>

SCHARFFENBERG, W. Hydrologic modeling system HEC-HMS, user's manual. U.S. Army Corps of Engineers. 2016. Disponível em: <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/documentation/HEC-HMS_Users_Manual_4.2.pdf>.

SCHMITT, T.G.; THOMAS, M.; ETTRICH, N. Analysis and modeling of flooding in urban drainage systems. **Journal of Hydrology**, v. 299, p. 300–311, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.08.012>

SCHOLZ, M.; GRABOWIECKI, P. Review of permeable pavement systems. **Building and Environment**, v. 42, n. 11, p. 3830-3836, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.11.016>

SCHUBERT, J. E; BURNS, M. J.; FLETCHER, T. D.; SANDERS, B. F. A Framework for the Case-Specific Assessment of Green Infrastructure in Mitigating Urban Flood Hazards. **Advances in Water Resources**, 108, 55-68, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.advwatres.2017.07.009>

SCHUELER, T. The Importance of Imperviousness. **Watershed Protection Techniques**, v. 1, n. 3, p. 1003-1013, 2000.

SCHUMANN, G.; BATES, P.D.; APEL, H.; ARONICA, G.T. Global Flood Hazard Mapping, Modeling, and Forecasting. In Global Flood Hazard (eds G.J.-P. Schumann, P.D. Bates, H. Apel and G.T. Aronica). 2018. <http://doi.org/10.1002/9781119217886.ch14>

SEC. Stanford Engineering and Construction Corporation. Guia do Gerente de Projetos da SEC. Stanford, CA: SEC. 2019.

SHENHAR, A. J.; DVIR, D. Reinventing project management: The diamond approach to successful growth and innovation. Harvard Business Press. 2007.

SILVA, E. C.; SOUSA, J. A. V.; OLIVEIRA, J. R. A.; TITO, M. Origem, características e classificação das organizações internacionais. **Rev. do Mestr. Direito da UCB**, v. 1, n. 2, p. 147-162, 2007. <http://dx.doi.org/10.18840/1980-8860/rvmd.v1n2p147-162>

- SKULMOSKI, G.J., HARTMAN, F.T. E KRAHN, J. "The Delphi method for graduate research". **Journal of Information Technology Education**, v. 6, 2007. <https://doi.org/10.28945/199>
- SOUZA, C. S.; TURRINI, R. N. T. Validação de constructo de tecnologia educativa para pacientes mediante aplicação da técnica Delphi. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 25, p. 990-996, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-21002012000600026>
- SOUZA, M. A. A.; MENDONÇA, E. C. Uma metodologia multiobjetivo e multicritério para avaliação de desempenho de sistemas de drenagem urbana. **Ingeniería del agua**, v. 23, n. 2, p. 89-106, 2019. <https://doi.org/10.4995/ia.2019.10214>
- STANGANINI, F. N.; LOLLO, J. A. O crescimento da área urbana da cidade de São Carlos/SP entre os anos de 2010 e 2015: o avanço da degradação ambiental. **urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana**, v. 10, Supl. 1, p. 118-128, 2018. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.010.SUPL1.AO14>
- SUBER, P. Open access: The definitive guide. MIT press. 2012.
- TCHOBANOGLOUS, G.; BURTON, F. L.; STENSEL, H. D. Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. McGraw-Hill Education. 2019.
- TESHAFUN, A.G. Expropriation challenges in large infrastructure project in rural area of Ethiopia: the case of Hamusit-Estie road project. University of Twente Student Theses. 2022. Disponível em: <<https://essay.utwente.nl/92071/>>.
- TESTON, A.; SCOLARO, T. P.; MAYKOT, J. K.; GHISI, E. Comprehensive Environmental Assessment of Rainwater Harvesting Systems: A Literature Review. **Water**, v. 14, n. 17, p. 2716, 2022. <https://doi.org/10.3390/w14172716>
- TUCCI, C. Urban Drainage. CRC Press. 2010.
- TURNER, J. R.; COCHRANE, R. A. Goals-and-methods matrix: Coping with projects with ill defined goals and/or methods of achieving them. **International Journal Of Project Management**, v. 11, n. 2, p. 93-102, 1993. [http://dx.doi.org/10.1016/0263-7863\(93\)90017-H](http://dx.doi.org/10.1016/0263-7863(93)90017-H)
- TURNER, M. A.; MÜLLER, R. On the Nature of the Project as a Temporary Organization. **International Journal of Project Management**, v. 21, n. 1, p. 1-8, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863\(02\)00020-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00020-0)
- VARGAS, A. A. V. Dificuldades encontradas na execução de obras de saneamento em centros urbanos: Análise Conceitual e Estudos de Caso. Trabalho de Conclusão no Curso de Especialização em Engenharia Sanitária e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<http://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-9ARHQ9>>.
- VARGAS, R. V. Using the Analytic Hierarchy Process (AHP) to Select and Prioritize Projects in a Portfolio. PMI Global Congress – América do Norte, 2010, Washington – EUA. 2010.
- VESCO, A.; FERRERO, F. (Eds.) Handbook of Research on Social, Economic, and Environmental Sustainability in the Development of Smart Cities. IGI Global. 2015. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-8282-5>

VICENTE, A. P. C.; FARIA, K. M. S.; FORMIGA, K. T. M. Sustainable Drainage Technologies Under the Sustainability Tripod Perspective. **Sociedade & Natureza**, v. 35, e66919, 2023. <http://doi.org/10.14393/SN-v35-2023-66919>

VINCENT, S. U.; RADHAKRISHNAN, M.; HAYDE, L.; PATHIRANA, A. Enhancing the Economic Value of Large Investments in Sustainable Drainage Systems (SuDS) through Inclusion of Ecosystems Services Benefits. **Water**, v. 9, n. 11, p. 841, 2017. <https://doi.org/10.3390/w9110841>

WANG, X.; XIE, H. A review on applications of remote sensing and geographic information systems (GIS) in water resources and flood risk management. **Water**, v. 10, n. 5, p. 608, 2018. <https://doi.org/10.3390/w10050608>

WARD, S.; CHAPMAN, C. Transforming project risk management into project uncertainty management. **International Journal of Project Management**, v. 21, n. 2, p. 97-105, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863\(01\)00080-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863(01)00080-1)

WASSERMAN, L. All of Statistics: A Concise Course in Statistical Inference. Springer, 2010. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-21736-9>

WATHERN, P. (Ed.). Environmental impact assessment: theory and practice. Routledge, 2013.

WAWAK, S.; LJEVO, Z.; VUKOMANOVIC, M. Understanding the key quality factors in construction projects—A systematic literature review. **Sustainability**, v. 12, n. 24, p. 10376, 2020. <http://dx.doi.org/10.3390/su122410376>

WEBBER, J. L.; FLETCHER, T.; FARMACI, R.; BUTLER, D. MELVILLE-SHREEVE, P. Moving to a future of smart stormwater management: A review and framework for terminology, research, and future perspectives. **Water Research**, v. 218, p. 112104, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118409>

WEF. World Economic Forum. Global Competitiveness Report 2020. Geneva, Switzerland: The World Economic Forum. 2020.

WHEATER, H.; EVANS, E. Land use, water management and future flood risk. **Land use policy**, v. 26, p. S251-S264, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.08.019>

WIECKOWSKI, J.; SAŁABUN, W. Sensitivity analysis approaches in multi-criteria decision analysis: A systematic review. **Applied Soft Computing**, v. 148, e110915, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2023.110915>

WILDERER, P. A. Applying sustainable water management concepts in rural and urban areas: Some thoughts about reasons, means and needs. **Water Sci. Technol.**, v. 49, p. 8–16, 2004. <https://doi.org/10.2166/wst.2004.0403>

WILLIAMS, P. L.; WEBB, C. The Delphi technique: a methodological discussion. **J Adv Nurs.**, v. 19, p. 180-186, 1994. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.1994.tb01066.x>

WONG, T. H. F.; FLETCHER, T. D.; DUNCAN, H. P.; JENKINS, G. A. Modelling urban stormwater treatment—A unified approach. **Ecological Engineering**, v. 27, n. 1, p. 58-70, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2005.10.014>

WONG, T. H. F.; ROGERS, B. C.; BROWN, R. R. Transforming Cities through Water-Sensitive Principles and Practices. **One Earth**, v. 3, n. 4, p. 436-447, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.09.012>

- WOODS-BALLARD, B.; WILSON, S.; UDALE-CLARKE, H.; ILLMAN, S.; SCOTT, T.; ASHLEY, R.; KELLAGHER, R. The SuDS Manual. 5. ed. London: CIRIA, 2015. Disponível em: <<http://www.scotsnet.org.uk/documents/NRDG/CIRIA-report-C753-the-SuDS-manual-v6.pdf>>.
- WOOLDRIDGE, J. M. Introductory Econometrics: A Modern Approach. Cengage Learning, 2023.
- WORLD BANK GROUP. Infrastructure Finance in the Developing World: Volume 1. Washington, D.C.: World Bank, 2015.
- WORLD BANK. The costs of doing business in Africa. Washington, DC: The World Bank. 2019.
- WU, G.; HU, Z.; ZHENG J. Role Stress, Job Burnout, and Job Performance in Construction Project Managers: The Moderating Role of Career Calling. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 13, e2394, 2019. <https://doi.org/10.3390/ijerph16132394>
- XU, Z.; MUCHANGOS, L. S.; ITO, L.; TOKAI, A. Cost and health benefit analysis of remediation alternatives for the heavy-metal-contaminated agricultural land in a Pb–Zn mining town in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 397, 136503, 2023. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136503>
- XU, Z.; ZHAO, G. Impact of urbanization on rainfall-runoff processes: case study in the Liangshui River Basin in Beijing, China. **Proceedings of IAHS**, v. 373, p. 7–12, 2016. <https://doi.org/10.5194/piahs-373-7-2016>
- YAZDANFAR, Z.; SHARMA, A. Urban drainage system planning and design—challenges with climate change and urbanization: a review. **Water Science and Technology**, v. 72, n. 2, p. 165-179, 2015. <https://doi.org/10.2166/wst.2015.207>
- YOUSUF, M. I. Using experts' opinions through Delphi technique. **Practical Assessment, Research & Evaluation**, v. 12, b. 4, p. 1-9, 2007. <https://doi.org/10.7275/rrph-t210>
- YUAN, Z.; OLSSON, G.; CARDELL-OLIVER, R.; VAN SCHAGEN, K.; MARCHI, A.; DELETIC, A.; URICH, C.; RAUCH, W.; LIU, Y.; JIANG, G. Sweating the assets—the role of instrumentation, control and automation in urban water systems. **Water Research**, v. 155, p. 381-402, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.02.034>
- ZANFELICCE, R. L.; RABECHINI JR, R. The influence of risk management on the project portfolio success – proposal of a risk intensity matrix. **Gestão & Produção**, v. 28, n. 2, e5264, 2021. <http://doi.org/10.1590/1806-9649-2020v28e5264>
- ZHOU, Q. A Review of Sustainable Urban Drainage Systems Considering the Climate Change and Urbanization Impacts. **Water**, v.6, n. 4, p. 976-992, 2014. <https://doi.org/10.3390/w6040976>
- ZHU, Y.; LI, H.; YANG, B.; ZHANG, X.; MAHMUD, S.; ZHANG, X.; YU, B.; ZHU, Y. Permeable pavement design framework for urban stormwater management considering multiple criteria and uncertainty. **Journal of Cleaner Production**, v. 293, e126114, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126114>

ZUFFO, A. C. Incorporação de Matemática Fuzzy em métodos multicriteriais para descrever critérios subjetivos em planejamento de recursos hídricos: Fuzzy - CP e Fuzzy - CGT. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, n. 4, p. 29–40, 2011. <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v16n4.p29-40>

APÊNDICE A – APROVAÇÃO NO COMITÊ DE ÉTICA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Proposta de avaliação para adequação técnica em projetos de grandes obras drenagem urbana

Pesquisador: Lindemberg Lima Fernandes

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 74518523.4.0000.0018

Instituição Proponente: Universidade Federal do Pará

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.341.006

Apresentação do Projeto:

O presente estudo se propõe a aprofundar a compreensão as demandas por adequações técnicas que permeiam os projetos de grandes obras de drenagem urbana, investigando as nuances complexas inerentes suas dificuldades e avaliando de que forma os diversos elementos técnicos impactam sobre a consecução fluida desses empreendimentos. A pesquisa almeja contribuir para a identificação de abordagens mais eficazes e direcionadas, capazes de fazer frente às crescentes demandas por infraestruturas urbanas, especialmente no âmbito da drenagem. A pesquisa, que se concentra nos elementos técnicos associados aos projetos de grandes obras de drenagem urbana, se justifica pelo imperativo de abordar os constantes desafios na gestão sustentável do ambiente urbano. A urbanização acelerada levou a uma demanda crescente por infraestruturas de drenagem eficientes para minimizar os riscos

de inundações e erosões em áreas urbanas. Nesse contexto, a pesquisa busca responder a uma necessidade premente de compreender e analisar como entraves técnicos dificultam e impactam na implementação bem-sucedida desses projetos. Conclui-se que a justificativa desta pesquisa se baseia na necessidade urgente de aprofundar a compreensão de como a diversidade de elementos técnicos afetam o desenvolvimento de projetos de grandes obras de drenagem urbana, visando garantir estratégias para resiliência urbana, minimizar efeitos adversos e contribuir para a sustentabilidade das áreas urbanas. A pesquisa preenche uma lacuna na literatura, enfatiza

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá ,UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.

Bairro: Guamá

CEP: 66.075-110

UF: PA

Município: BELEM

Telefone: (91)3201-7735

Fax: (91)3201-8028

E-mail: cepccs@ufpa.br

**UFPA - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ**



Continuação do Parecer: 6.341.006

aplicações práticas e responde a um chamado por soluções mais eficazes no enfrentamento dos desafios da drenagem urbana.

Objetivo da Pesquisa:

OBJETIVO GERAL

Propor metodologia para avaliar a adequação técnica em projetos de grandes obras de drenagem urbana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar os elementos técnicos que exercem maior influência no desenvolvimento tecnicamente adequado de projetos de grandes obras de drenagem urbana; Realizar a classificação da relevância dos elementos técnicos por meio da aplicação do Método Delphi;

Aplicar a metodologia multi critério, usando como base os resultados obtidos através do Método Delphi, para estabelecer relações hierárquicas entre as dimensões e parâmetros sugeridos no estudo; Realizar uma comparação entre os resultados obtidos por meio dos dois

métodos distintos para aquisição dos dados; Desenvolver uma estrutura matemática que permita a análise da adequação técnica de projetos de maneira sistemática e objetiva;

Realizar uma análise de sensibilidade para aperfeiçoar a interação e interpretação dos resultados obtidos;

Aplicar a metodologia proposta em um estudo de caso real de uma grande

obra de drenagem urbana; Analisar os resultados obtidos por meio da aplicação da metodologia no estudo de caso e elaborar recomendações visando o aprimoramento de

futuros projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os riscos de participar são mínimos. Algumas pessoas podem se sentir um pouco desconfortáveis ou estressadas ao responderem algumas das perguntas, devido a necessidade de sistematizar diferentes temáticas para atribuir respostas. Entretanto, a natureza das perguntas não difere de uma abordagem em ambiente técnico, comuns ao desenvolvimento destes tipos de projetos.

Benefícios:

Esperamos que os resultados do estudo possam contribuir, por exemplo, para uma proposta metodológica que direcione de maneira eficaz os esforços para adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá ,UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.
Bairro: Guamá

CEP: 66.075-110

UF: PA

Município: BELEM

Telefone: (91)3201-7735

Fax: (91)3201-8028

E-mail: cepccs@ufpa.br

**UFPA - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ**



Continuação do Parecer: 6.341.006

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O protocolo encaminhado dispõe de metodologia e critérios definidos conforme resolução 466/12 do CNS/MS.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos apresentados, nesta versão, contemplam os sugeridos pelo sistema CEP/CONEP.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto somos pela aprovação do protocolo. Este é nosso parecer, SMJ.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|---|--|---------------------|---------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJECTO_2206449.pdf | 27/09/2023 10:36:31 | | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | TERMO_ppgec.pdf | 27/09/2023 10:36:13 | RODRIGO SILVANO SILVA RODRIGUES | Aceito |
| Declaração de Pesquisadores | TERMO_PESQUISADOR.pdf | 27/09/2023 10:35:55 | RODRIGO SILVANO SILVA RODRIGUES | Aceito |
| Outros | DECLARACAO_DE_ISENCAO.pdf | 26/09/2023 17:15:56 | RODRIGO SILVANO SILVA RODRIGUES | Aceito |
| Outros | TERMO_DE_ACEITE_ORIENTADOR.pDf | 26/09/2023 17:14:10 | RODRIGO SILVANO SILVA RODRIGUES | Aceito |
| Outros | CARTA_DE_ENCAMINHAMENTO.pdf | 26/09/2023 17:12:55 | RODRIGO SILVANO SILVA RODRIGUES | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | Metodo_2_atualizado.pdf | 26/09/2023 15:44:36 | RODRIGO SILVANO SILVA RODRIGUES | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | Metodo_1_atualizado.pdf | 26/09/2023 15:44:21 | RODRIGO SILVANO SILVA RODRIGUES | Aceito |
| Folha de Rosto | FOLHA_DE_ROSTO.pdf | 31/08/2023 15:59:22 | Lindemberg Lima Fernandes | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | Projeto_Rodrigo_Rodrigues.pdf | 31/08/2023 15:06:27 | Lindemberg Lima Fernandes | Aceito |

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá ,UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.

Bairro: Guamá

CEP: 66.075-110

UF: PA

Município: BELEM

Telefone: (91)3201-7735

Fax: (91)3201-8028

E-mail: cepccs@ufpa.br

**UFPA - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ**



Continuação do Parecer: 6.341.006

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELEM, 03 de Outubro de 2023

Assinado por:

**Wallace Raimundo Araujo dos Santos
(Coordenador(a))**

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá ,UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.
Bairro: Guamá **CEP:** 66.075-110
UF: PA **Município:** BELEM
Telefone: (91)3201-7735 **Fax:** (91)3201-8028 **E-mail:** cepccs@ufpa.br

**APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO E
ITENS DA “PLANILHA INTERATIVA” PARA COLETA DE DADOS**

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

(Resoluções 466/2012 e 510/2016 – Conselho Nacional de Saúde)

Título do projeto: Proposta de avaliação para adequação técnica em projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Meu nome é Rodrigo Silvano Silva Rodrigues, sou estudante de doutorado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará (PPGEC/UFPA), e lhe convido a participar voluntariamente da minha pesquisa de doutorado. O presente projeto está sendo conduzido sob orientação do Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes e co-orientação da Profa. Dra. Germana Menescal Bittencourt.

Estamos convidando especialistas em projetos de grandes obras de drenagem urbana. Normalmente, no Brasil, estas obras estão vinculadas a programas com financiamento internacional, ou com grande volume financeiro aportados por instituições das esferas governamentais. O objetivo da pesquisa é propor metodologia para avaliação da adequação técnica em projetos de grandes obras de drenagem urbana.

A metodologia para coleta de dados e informações junto aos especialistas será através do preenchimento da “Planilha Interativa”. O preenchimento desta planilha é guiado por informações em suas abas de “Apresentação” e “Sobre o Uso das Planilhas”. A aba “AHP” deve ser preenchida de acordo com as orientações.

A aba “AHP” será designada para que os especialistas expressem suas opiniões sobre a relevância dos 26 parâmetros identificados nas 4 dimensões estudadas, sendo solicitado aos especialistas que preencham uma matriz de comparação de pares, seguindo o método desenvolvido e aprimorado por Saaty (2009). Além da análise por pares entre os parâmetros, os especialistas serão convidados a avaliar as inter-relações entre as 4 dimensões propostas. Assim, os especialistas deverão atribuir pesos a essas dimensões com base em sua percepção de suas respectivas importâncias.

Na quarta e última aba, os especialistas serão motivados a sugerir novos parâmetros, caso considerem pertinente, descrevendo seus respectivos objetivos em relação à adequação técnica em projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Esta pesquisa poderá ser desenvolvida em até três ou quatro rodadas, onde os dados finais serão obtidos após verificação de sua coerência por meio de tratamento estatístico.

O tempo de resposta estimado para preenchimento da planilha é de 10 a 15 minutos. As respostas devem ser realizadas preferencialmente usando um computador ou notebook. Caso você esteja respondendo a pesquisa usando outro dispositivo, como celular ou tablet, recomendamos que você o mantenha na posição vertical.

Os dados serão coletados e armazenados anonimamente. Nenhuma informação pessoal ou qualquer outro tipo de dado que possa levar a sua identificação será coletado (p.ex. email, IP address). Todas as informações coletadas serão usadas exclusivamente para fins de pesquisa.

Você não receberá nenhum tipo de compensação financeira ao participar desta pesquisa. Esperamos que os resultados do estudo possam contribuir, por exemplo, para uma

proposta metodológica que direcione de maneira eficaz os esforços para adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Os riscos de participar são mínimos. Algumas pessoas podem se sentir um pouco desconfortáveis ou estressadas ao responderem algumas das perguntas, devido a necessidade de sistematizar diferentes temáticas para atribuir respostas. Entretanto, a natureza das perguntas não difere de uma abordagem em ambiente técnico, comuns ao desenvolvimento destes tipos de projetos. Ressaltamos que você é livre para mudar de ideia e desistir do estudo a qualquer momento.

Informações adicionais sobre os procedimentos ou outros assuntos relacionados ao estudo podem ser solicitadas em qualquer fase da pesquisa aos responsáveis. O estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Pará (CEP/UFPA) e foi devidamente aprovado (CAAE: 74518523.4.0000.0018). Para maiores esclarecimentos você pode consultar também o Comitê de Ética em Pesquisa, na Cidade Universitária José da Silveira Netto, prédio pertencente a Faculdade de Enfermagem, entre as Faculdades de Farmácia e Odontologia, Sala 13, no setorial da Saúde, Guamá, Belém/PA, ou pelo Telefone (91) 3201-7735 ou E-mail: cepccs@ufpa.br.

Responsáveis pelo projeto:

Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes - UFPA, Campus Belém, R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110, Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental. Tel. (91) 98341-8628; e-mail: lberge@ufpa.br

Profa. Dra. Germana Menescal Bittencourt - UFPA, Campus Belém, R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110, Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental. Tel. (91) 98120-8722; e-mail: menescal@ufpa.br

Discente: Me. Rodrigo Silvano Silva Rodrigues - UFPA, Campus Belém, R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110, Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental. Tel. (91) 98170-9528; e-mail: rssr@ufpa.br

Caso você tenha compreendido os termos descritos acima e deseje participar da pesquisa, assinale a primeira opção abaixo.

() Eu CONCORDO com os termos descritos acima e ACEITO participar da pesquisa.

() Eu NÃO CONCORDO com os termos descritos acima e NÃO ACEITO participar da pesquisa.

Rubrica ou assinatura digital do(a) especialista

Caríssimo(a) Especialista.

Solicitamos sua colaboração nesta pesquisa que tem como finalidade desenvolver uma metodologia como Proposta de avaliação para adequação técnica em projetos de grandes obras de drenagem urbana, utilizando-se de análise multicritérios para auxiliar tomadores de decisões.

O tempo de resposta estimado para preenchimento do questionário é de 10 a 15 minutos.

A pesquisa compõe a tese de doutorado em engenharia civil em desenvolvimento junto ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará (PPEGEC/UFPA).

Na Aba "AHP" desta planilha, apresentamos algumas possíveis dimensões e parâmetros que pretendemos avaliar. São 4 dimensões com 7, 7, 4 e 8 parâmetros, respectivamente. Solicitamos o preenchimento conforme as orientações "Sobre o Uso da Planilha", baseado na Escala Fundamental (SAATY, 1991), atribuindo valores a matriz de comparações de pares.

Na última Aba "Incrementos e Sugestões" solicitamos também sugestões de outros parâmetros que julgue relevantes para o aprimoramento deste estudo.

Esta pesquisa poderá ser desenvolvida em até três ou quatro rodadas, onde os dados finais serão obtidos após verificação de sua coerência por meio de tratamento estatístico. A confidencialidade dos participantes será rigorosamente respeitada e garantida.

Agradecemos por sua valiosa participação e expertise!

Muito obrigado.

Seguimos a disposição!

Atenciosamente,

Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes - UFPA - E-mail: lberge@ufpa.br

Profa. Dra. Germana Menescal Bittencourt - UFPA - E-mail: menescal@ufpa.br

Discente: Me. Rodrigo Silvano Silva Rodrigues - UFPA - E-mail: rssr@ufpa.br

| Etapas para a utilização da Planilha | | | | | | | |
|--|---|--|------------------------------|--|---|--|-------------------------------|
| <p>Aos especialistas consultados:</p> <p>1. Na Planilha "AHP" preencher somente as células em cor amarela.</p> <p>2. A comparação sempre deve ser feita entre o Parâmetro da linha em relação ao Parâmetro da coluna.</p> <p>Exemplo de leitura: "O parâmetro 1 (linha) é fortemente mais importante que o Parâmetro 3 (coluna)".</p> <p>3. Utilizando a Escala Fundamental (SAATY, 1991) atribua pesos às relações matriciais entre parâmetros.</p> <p>4. Os Pesos que não estão na cor amarela serão calculados automaticamente pelas relações inversas. A Razão de Consistência será calculada automaticamente.</p> <p>5. Caso a Razão de Consistência encontrada seja maior que 0,10, significa que o preenchimento da Tabela referente ao parâmetro está com uma inconsistência alta.</p> <p>Sugerimos a revisão dos valores aplicados nessa tabela.</p> | | | | | | | |
| <p>Legenda:</p> <table><tr><td></td><td>Células a serem preenchidas.</td></tr><tr><td></td><td>Julgamentos Consistentes $RC \leq 0,10$</td></tr><tr><td></td><td>Rever julgamentos $RC > 0,10$</td></tr></table> | | | Células a serem preenchidas. | | Julgamentos Consistentes $RC \leq 0,10$ | | Rever julgamentos $RC > 0,10$ |
| | Células a serem preenchidas. | | | | | | |
| | Julgamentos Consistentes $RC \leq 0,10$ | | | | | | |
| | Rever julgamentos $RC > 0,10$ | | | | | | |
| | | | | | | | |

| Parâmetros | Tecnologias e soluções alternativas | | | | | | | | Normalização | | | | | | | | Somatório | | | | | | | | |
|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|-------------|-------|------|-------|------|------|------|---|
| | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1 |
| 19 Gestão sustentável da água | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,00 | 8,000 | | | | | | | |
| 20 Sustentabilidade energética | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,00 | 8,000 | | | | | | | |
| 21 Sistemas de drenagem sustentável | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,00 | 8,000 | | | | | | | |
| 22 Preservação de áreas naturais | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,00 | 8,000 | | | | | | | |
| 23 Tratamento de águas pluviais urbanas | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,00 | 8,000 | | | | | | | |
| 24 Tecnologias Avançadas e Sistemas dr | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,00 | 8,000 | | | | | | | |
| 25 Incremento de novos materiais | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,00 | 8,000 | | | | | | | |
| 26 Inovações em gestão de resíduos | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,00 | 8,000 | | | | | | | |
| | 8,000 | 8,000 | 8,000 | 8,000 | 8,000 | 8,000 | 8,000 | 8,000 | 8,000 | 8,000 | 8,000 | 8,000 | 8,000 | 8,000 | 8,000 | 8,000 | 1,00 | 8,000 | | | | | | | |
| | Julgamentos Consistentes RC ≤ 0,10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dimensões | | | | | | | | | Normalização | | | | | | | | Somatório | | | | | | | | |
| d1 | Viabilidade Técnica | d1 | d2 | d3 | d4 | | | | d1 | d2 | d3 | d4 | | | | | Somatório | | | | | | | | |
| d2 | Licenciamento e custo do projeto | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | | | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | | | | | Vector Prior. | 0,250 | 1 | 1,00 | 4,000 | | | | |
| d3 | Eficácia no controle de alagamentos | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | | | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | | | | | Vector Prior. | 0,250 | 2 | 1,00 | 4,000 | | | | |
| d4 | Tecnologias e soluções alternativas | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | | | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | | | | | Vector Prior. | 0,250 | 3 | 1,00 | 4,000 | | | | |
| | | 4,000 | 4,000 | 4,000 | 4,000 | 4,000 | | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | | | | | Vector Prior. | 0,250 | 4 | 1,00 | 4,000 | | | | |
| | Julgamentos Consistentes RC ≤ 0,10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,000 | 4,000 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | IR tabelado | 0,900 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | IC | 0,000 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | RC | 0,000 | | | | | | |

| | | |
|---|--|------------------|
| 1 | Considerando a construção da dimensão Viabilidade técnica, solicitamos sugestões de outros parâmetros que julgue relevantes para a adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana. | |
| | Critério adicional | Descrição |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| 2 | Considerando a construção da dimensão Licenciamento e custo do projeto, solicitamos sugestões de outros parâmetros que julgue relevantes para a adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana. | |
| | Critério adicional | Descrição |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| 3 | Considerando a construção da dimensão Eficácia no controle de alagamentos, solicitamos sugestões de outros parâmetros que julgue relevantes para a adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana. | |
| | Critério adicional | Descrição |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| 4 | Considerando a construção da dimensão Tecnologias e soluções alternativas, solicitamos sugestões de outros parâmetros que julgue relevantes para a adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana. | |
| | Critério adicional | Descrição |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| 5 | Considerando a construção de uma proposta para avaliação da adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana, caso julgue necessário, apresentar quaisquer considerações ou insights adicionais que considere relevantes para a pesquisa. | |
| | Critério adicional | Descrição |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

**APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
INTEGRADO AO “QUESTIONÁRIO ONLINE” NA PLATAFORMA GOOGLE
FORMS (QUESTIONÁRIO ONLINE COMPLETO)**

Proposta de avaliação da adequação técnica para projetos de grandes obras de drenagem urbana

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

(Resoluções 466/2012 e 510/2016 – Conselho Nacional de Saúde)

Título do projeto: Proposta de avaliação para adequação técnica em projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Olá. Meu nome é Rodrigo Silvano Silva Rodrigues, sou estudante de doutorado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará (PPGEC/UFPa), e lhe convido a participar voluntariamente da minha pesquisa de doutorado. O presente projeto está sendo conduzido sob orientação do Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes e co-orientação da Profa. Dra. Germana Menescal Bittencourt.

Estamos convidando especialistas em projetos de grandes obras de drenagem urbana. Normalmente, no Brasil, estas obras estão vinculadas a programas com financiamento internacional, ou com grande volume financeiro aportados por instituições das esferas governamentais. O objetivo da pesquisa é propor metodologia para avaliação da adequação técnica em projetos de grandes obras de drenagem urbana.

A coleta de dados será através de respostas a este Questionário on-line, com apresentação de perguntas objetivas, pautadas na atribuição e classificação da relevância entre parâmetros e dimensões estudadas.

Nas seções a seguir, apresentamos algumas possíveis dimensões e parâmetros que pretendemos avaliar. São 4 dimensões com 7, 7, 4 e 8 parâmetros, respectivamente. Solicitamos que assinale entre sim e não, se o parâmetro é relevante para o desenvolvimento da sua correspondente dimensão. Assim, solicitamos que atribuam valores de 1 a 9, seguindo a lógica da Escala de fundamental de Saaty (2008), de acordo com o valor de importância de cada parâmetro, avaliando-os de forma individual, sendo valor 1 para menos importantes e 9 para mais importantes, onde um ou mais parâmetros poderão assumir o mesmo valor, viabilizando um riquecimento entre os parâmetros. O mesmo vale na avaliação final entre as dimensões.

Ao fim de cada bloco solicitamos também sugestões de outros parâmetros que julgue relevantes para o aprimoramento deste estudo.

Esta pesquisa poderá ser desenvolvida em até três ou quatro rodadas, onde os dados finais serão obtidos após verificação de sua coerência por meio de tratamento estatístico.

O tempo de resposta estimado para preenchimento do questionário é de 5 a 10 minutos. As respostas devem ser realizadas preferencialmente usando um computador ou notebook. Caso você esteja respondendo a pesquisa usando outro dispositivo, como celular ou tablet, recomendamos que você o mantenha na posição vertical.

Os dados serão coletados e armazenados anonimamente. Nenhuma informação pessoal ou qualquer outro tipo de dado que possa levar a sua identificação será coletado (p.ex. email, IP address). Todas as informações coletadas serão usadas exclusivamente para fins de pesquisa.

Você não receberá nenhum tipo de compensação financeira ao participar desta pesquisa. Esperamos que os resultados do estudo possam contribuir, por exemplo, para uma proposta metodológica que direcione de maneira eficaz os esforços para adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Os riscos de participar são mínimos. Algumas pessoas podem se sentir um pouco desconfortáveis ou estressadas ao responderem algumas das perguntas, devido a necessidade de sistematizar diferentes temáticas para atribuir respostas.

Entretanto, a natureza das perguntas não difere de uma abordagem em ambiente técnico, comuns ao desenvolvimento destes tipos de projetos. Ressaltamos que você é livre para mudar de ideia e desistir do estudo a qualquer momento.

Informações adicionais sobre os procedimentos ou outros assuntos relacionados ao estudo podem ser solicitadas em qualquer fase da pesquisa aos responsáveis. O estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Pará (CEP/UFPA) e foi devidamente aprovado (DAAE 74518523.4.0000.0018). Para maiores esclarecimentos você pode consultar também o Comitê de Ética em Pesquisa.

CEP: Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Pará (CEP - ICS/UFPA). Rua Augusto Corrêa, nº 01, Campus do Guamá. UFPA, Faculdade de Enfermagem do ICS, sala 13, 2º andar, CEP: 66.075-110, Belém-Pará. Tel: 3201-7735 E-mail: cepccs@ufpa.br

Responsáveis pelo projeto:

Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes - UFPA, Campus Belém, R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110, Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental. Tel. (91) 98341-8628; e-mail: lberge@ufpa.br

Profa. Dra. Germana Menescal Bittencourt - UFPA, Campus Belém, R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110, Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental. Tel. (91) 98120-8722; e-mail: menescal@ufpa.br

Discente: Me. Rodrigo Silvano Silva Rodrigues - UFPA, Campus Belém, R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110, Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental. Tel. (91) 98170-9528; e-mail: rssr@ufpa.br

Agradecemos sua atenção e solicitamos encarecidamente a sua participação.

* Indica uma pergunta obrigatória

Caso você tenha compreendido os termos descritos acima e deseje* participar da pesquisa, assinale a primeira opção abaixo.

Marcar apenas uma oval.

- Eu CONCORDO com os termos descritos acima e ACEITO participar da pesquisa.
- Eu NÃO CONCORDO com os termos descritos acima e NÃO ACEITO participar da pesquisa. *Pular para a seção 8 (Fim)*

Cidade/Estado de atuação profissional: *

Etapa 1: Interações entre Parâmetros da dimensão Viabilidade Técnica:

As perguntas-síntese apresentadas para cada parâmetro têm a funcionalidade de elucidar ao especialista consultado, de forma intuitiva, caminhos para vislumbrar a relação entre parâmetros e projetos, considerando a complexidade e a abrangência necessárias para a avaliação do desenvolvimento adequado, sob o ponto de vista dos aspectos técnicos, destes projetos.

Estudos de viabilidade *

Perguntas-síntese: Foram realizados estudos preliminares de viabilidade técnica? Quais aspectos foram analisados? Qual a conclusão desses estudos?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Viabilidade Técnica?

Marque todas que se aplicam.

- Não
- Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa influência? *

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| <input type="radio"/> | | | | | | | | |
| Menos | | | | | | | | Mais influente |

Projeto técnico *

Perguntas-síntese: O projeto técnico está detalhado, claro e preciso? Ele abrange todas as etapas necessárias? Atende às normas e regulamentações técnicas aplicáveis?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Viabilidade Técnica?

Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa influência? *

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| <input type="radio"/> | | | | | | | | |
| Menos | | | | | | | | Mais influente |

Tecnologias e métodos utilizados *

Perguntas-síntese: As tecnologias e métodos propostos são adequados para resolver os problemas identificados?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Viabilidade Técnica?

Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa influência? *

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.



Compatibilidade com a infraestrutura existente *

Perguntas-síntese: O projeto é compatível com a infraestrutura existente na área de intervenção? Considera as conexões e ajustes necessários?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Viabilidade Técnica?

Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa *

influência?

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.



Impacto ambiental *

Perguntas-síntese: Quais são os impactos ambientais do projeto? Quais medidas estão sendo adotadas para minimizá-los?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Viabilidade Técnica?

Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa *
influência?

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.



Cronograma e prazo *

Perguntas-síntese: O cronograma proposto é realista? Os prazos
são compatíveis com as etapas do projeto e com os recursos disponíveis?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Viabilidade Técnica?

Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa *

influência?

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.

Capacidade de operação e manutenção * Perguntas-síntese: O projeto dispõe de planejamento para operação e manutenção? As tecnologias utilizadas são duráveis, de fácil manutenção e adequados às condições locais?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Viabilidade Técnica?

Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa *
influência?

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.



Considerando a construção da dimensão Viabilidade técnica, solicitamos sugestões de outros parâmetros que julgue relevantes para a adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Cite os parâmetros juntos a breves descrições.

Etapa 2: Interações entre Parâmetros da dimensão Licenciamento e custo do projeto:

As perguntas-síntese apresentadas para cada parâmetro têm a funcionalidade de elucidar ao especialista consultado, de forma intuitiva, caminhos para vislumbrar a relação entre parâmetros e projetos, considerando a complexidade e a abrangência necessárias para a avaliação do desenvolvimento adequado, sob o ponto de vista dos aspectos técnicos, destes projetos.

Licenciamentos e autorizações *

Perguntas-síntese: Quais são os órgãos reguladores e entidades responsáveis por conceder as licenças e autorizações do projeto? Foram identificadas possíveis restrições ou obstáculos que podem afetar a obtenção dessas licenças?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Licenciamento e custo do projeto?

Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa *
influência?

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.

Custo de construção *

Perguntas-síntese: A estimativa de custos é coerente a natureza do projeto? Existe detalhamento orçamentário para todos os itens que compõem a construção?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Licenciamento e custo do projeto?

Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa * influência?

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.



Custo de operação e manutenção *

Perguntas-síntese: Quais são os gastos recorrentes associados à operação, manutenção e monitoramento dos sistemas? Como eles foram calculados?

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa * influência?

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.



Custo de desapropriação *

Perguntas-síntese: Quais são os gastos relacionados à desapropriação de terrenos necessários para o projeto? Como esses custos foram estimados?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Licenciamento e custo do projeto?

Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa * influência?

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.

Custo de remediação ambiental *

Perguntas-síntese: Quais são os gastos previstos para lidar com a remediação de impactos ambientais? Como esses custos foram planejados?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Licenciamento e custo do projeto?

Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa * influência?

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.



Custo de monitoramento e controle *

Perguntas-síntese: Quais são os gastos para implementar sistemas de monitoramento e controle? Como esses custos foram considerados no projeto?

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa influência? *

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.



Custo de contingências e incertezas *

Perguntas-síntese: Como o projeto prevê gastos adicionais para lidar com situações imprevistas e riscos? Os riscos foram avaliados de acordo com sua probabilidade de ocorrência e seu impacto potencial ao projeto?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Licenciamento e custo do projeto?

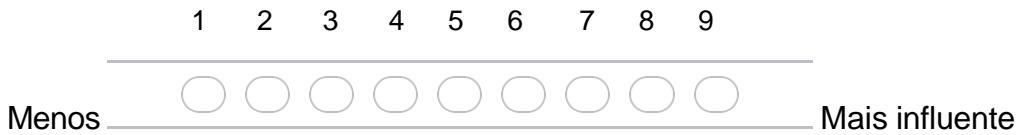
Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa influência? *

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.



Considerando a construção da dimensão Licenciamento e custo do projeto, solicitamos sugestões de outros parâmetros que julgue relevantes para a adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Cite os parâmetros juntos a breves descrições.

Etapa 3: Interações entre Parâmetros da dimensão Eficácia no controle de alagamentos:

As perguntas-síntese apresentadas para cada parâmetro têm a funcionalidade de elucidar ao especialista consultado, de forma intuitiva, caminhos para vislumbrar a relação entre parâmetros e projetos, considerando a complexidade e a abrangência necessárias para a avaliação do desenvolvimento adequado, sob o ponto de vista dos aspectos técnicos, destes projetos.

Redução do tempo de alagamento * Perguntas-síntese: As estratégias para reduzir o tempo de alagamento adotadas no projeto produzirão capacidade de resposta ao sistema de drenagem? Foram implementadas medidas para evitar obstruções em pontos críticos do sistema de drenagem?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Eficácia no controle de alagamentos?

Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa * influência?

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.



Redução do volume de água acumulada *

Perguntas-síntese: O projeto considera a capacidade de captação, armazenamento e escoamento das águas pluviais de forma eficiente? A capacidade de drenagem do sistema foi dimensionada de acordo com as características hidrológicas da região? Os cenários de chuva intensas foram considerados? Quais abordagens preventivas contra influência de marés? O projeto incorpora práticas de retenção e infiltração de água, como o uso de pavimentos permeáveis e áreas verdes?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Eficácia no controle de alagamentos?

Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa *

influência?

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| <input type="radio"/> | | | | | | | | |
| Menos | | | | | | | | Mais influente |

Prevenção de alagamentos *
*

Perguntas-síntese: No mapeamento de pontos críticos, as tecnologias incorporadas ao projeto são adequadas para minimizar a ocorrência de alagamentos?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Eficácia no controle de alagamentos?

Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa *
*
 influência?

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| <input type="radio"/> | | | | | | | | |
| Menos | | | | | | | | Mais influente |

Melhoria do escoamento das águas pluviais * Perguntas-síntese: As intervenções destinadas a aprimorar o escoamento das águas pluviais garantem impacto positivo para escoamento mais eficiente?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Eficácia no controle de alagamentos?

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa * influência?

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.



Considerando a construção da dimensão Eficácia no controle de alagamentos, solicitamos sugestões de outros parâmetros que julgue relevantes para a adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Cite os parâmetros juntos a breves descrições.

Etapa 4: Interações entre Parâmetros da dimensão Tecnologias e soluções alternativas:

As perguntas-síntese apresentadas para cada parâmetro têm a funcionalidade de elucidar ao especialista consultado, de forma intuitiva, caminhos para vislumbrar a relação entre parâmetros e projetos, considerando a complexidade e

a abrangência necessárias para a avaliação do desenvolvimento adequado, sob o ponto de vista dos aspectos técnicos, destes projetos.

Gestão sustentável da água *

Perguntas-síntese: Como projeto incorpora tecnologias para aproveitamento e reutilização de águas pluviais? Em quais áreas são implementadas práticas de conservação do solo e vegetação que contribuem para a infiltração e recarga dos aquíferos?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Tecnologias e soluções alternativas?

Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa *
influência?

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Menos _____ Mais influente

Sustentabilidade energética *

Perguntas-síntese: O projeto interage com a geração de energia a partir de fontes renováveis? Quais tecnologias específicas estão sendo empregadas para sustentabilidade energética?

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa *

influência?

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| <input type="radio"/> | | | | | | | | |
| Menos | | | | | | | | Mais influente |

Sistemas de drenagem sustentável *

Perguntas-síntese: Como o projeto implementa técnicas de drenagem sustentável? Onde essas técnicas serão aplicadas?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Tecnologias e soluções alternativas?

Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa *

influência?

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| <input type="radio"/> | | | | | | | | |
| Menos | | | | | | | | Mais influente |

Preservação de áreas naturais *

Perguntas-síntese: Como o projeto considera a preservação e restauração de áreas naturais? Quais áreas serão preservadas?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Tecnologias e soluções alternativas?

Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa * influência?

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.



Tratamento de águas pluviais urbanas * Perguntas-síntese: Quais tecnologias de tratamento estão sendo adotadas? Como elas demonstram eficácia na remoção de poluentes e na melhoria da qualidade da água?

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa * influência?

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.



Tecnologias Avançadas e Sistemas de Gerenciamento * Perguntas-síntese: Onde e de que maneira a incorporação de tecnologias avançadas, como automação, controle, sensoriamento, SIG, modelagem, simulação e tecnologias de comunicação, foram incorporadas ao projeto?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Tecnologias e soluções alternativas?

Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa influência? *

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.



Incremento de novos materiais

Perguntas-síntese: Quais materiais alternativos foram incorporados ao projeto? Como este novo material contribui para a eficiência do sistema de drenagem?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Tecnologias e soluções alternativas?

Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa influência? *

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.



Inovações em gestão de resíduos *

Perguntas-síntese: Como o projeto optimiza processos de coleta, tratamento e disposição de resíduos sólidos urbanos?

O parâmetro influencia no desenvolvimento da dimensão Tecnologias e soluções alternativas?

Marque todas que se aplicam.

Não Sim

Caso a resposta anterior seja "Sim", como você classifica essa influência? *

Caso a resposta anterior seja "Não", marque a alternativa 1 (somente para seguir adiante).

Marcar apenas uma oval.



Considerando a construção da dimensão Tecnologias e soluções alternativas, solicitamos sugestões de outros parâmetros que julgue relevantes para a adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Cite os parâmetros juntos a breves descrições.

Etapa 5: Interação entre Dimensões:

Nesta etapa, estabelecemos interações entre as quatro Dimensões detalhadamente analisadas pelos 26 parâmetros vistos até aqui. São elas: Viabilidade técnica; Licenciamento e custos; Eficácia no controle de alagamentos; e Tecnologias e soluções alternativas.

Qual a influência da dimensão Viabilidade Técnica sobre a adequação *
técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana?

Marcar apenas uma oval.



Qual a influência da dimensão Licenciamento e custos sobre a *
adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana?

Marcar apenas uma oval.



Qual a influência da dimensão Eficácia no controle de alagamentos sobre *
a adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana?

Marcar apenas uma oval.



Qual a influência da dimensão Tecnologias e soluções alternativas sobre *
a adequação técnica de projetos de grandes obras de drenagem urbana?

Marcar apenas uma oval.



Considerações Finais

Na última etapa, fornecemos um espaço discursivo para que você possa apresentar quaisquer considerações ou insights adicionais que considere relevantes para a pesquisa.

Sinta-se a vontade.

Fim

A importância de suas contribuições e seu engajamento no preenchimento deste formulário foi fundamental para avançarmos em nossa pesquisa rumo a soluções mais eficazes e sustentáveis em projetos de grandes obras de drenagem urbana.

Agradecemos por sua valiosa participação e expertise! Muito obrigado.

Seguimos a disposição! Atenciosamente,

Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes - UFPA, Campus Belém, R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110, Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental. Tel. (91) 98341-8628; e-mail: lberge@ufpa.br

Profa. Dra. Germana Menescal Bittencourt - UFPA, Campus Belém, R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110, Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental. Tel. (91) 98120-8722; e-mail: menescal@ufpa.br

Discente: Me. Rodrigo Silvano Silva Rodrigues - UFPA, Campus Belém, R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110, Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental. Tel. (91) 98170-9528; e-mail: rssr@ufpa.br

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

**APÊNDICE D – ANÁLISES E JUSTIFICATIVAS PARA ATRIBUIÇÃO DE
NOTAS NA APLICAÇÃO EM CASO REAL**

Esta é uma etapa fundamental no processo avaliativo. Definir corretamente os critérios adotados para atribuir notas a cada um dos parâmetros. O ideal é que o avaliador disponha de espaço o suficiente para esclarecer as justificativas para a nota atribuída.

É verdade que esta aplicação e atribuição de notas ainda pode ser considerada nesta etapa do estudo como subjetiva. Ainda assim, a principal vantagem da adoção desta proposta metodológica é justamente a redução da subjetividade nas avaliações.

Cabe ao avaliador ou a instituição que adota da metodologia a demanda de categorizar especificamente sua escala de adequação técnica relativa (de 1 a 9), definindo claramente, para cada parâmetro, em que se reflete cada nota dentro da escala de adequação técnica relativa.

Esta categorização pode ser genérica, conforme as classificações de adequação, porém, casos específicos podem necessitar de maior detalhamento, em virtude de particularidades regionais ou institucionais envolvidas na avaliação.

A seguir, apresentam-se justificativas para as notas atribuídas a cada parâmetro, a fim de experimentar a proposta metodológica.

"Estudo de viabilidade"

O parâmetro "Estudo de viabilidade" recebeu a pontuação 5, indicando uma avaliação de inadequação considerável, porém ainda com elementos aceitáveis para a viabilidade do projeto. A nota reflete a presença deficiências e áreas que carecem de aprimoramento para atingir um nível ideal de adequação técnica, como:

- O projeto inicial não abordava completamente os riscos deixando lacunas na identificação e na mitigação de possíveis contratemplos que possam surgir durante a execução.
- Falta de uma análise financeira mais abrangente e detalhada, especialmente no que se refere a custos de longo prazo e retornos financeiros esperados.
- A análise dos impactos ambientais e sociais carecia de profundidade e abrangência, não considerando integralmente os efeitos sobre o ecossistema e a comunidade local.
- A ausência de uma avaliação técnica abrangente, negligenciando aspectos fundamentais da viabilidade, como a infraestrutura existente, capacidade operacional e manutenção futura.

Para o Pr houve um aumento para a nota 8 no parâmetro "Estudo de viabilidade" (Acima do Adequado - Valores de 8 a 9), considerando as melhorias implementadas no estudo de viabilidade, indicando uma melhoria substancial e aprimoramento significativo em áreas críticas que anteriormente limitavam sua adequação técnica. Algumas melhorias notáveis incluem:

- Foi realizada uma revisão completa dos riscos associados ao projeto, com a implementação de estratégias robustas para mitigar possíveis contratemplos, oferecendo soluções alternativas e planos de contingência abrangentes.
- O estudo passou por uma análise econômica mais detalhada, considerando aspectos de custo-benefício a longo prazo e oferecendo projeções financeiras mais precisas e realistas.
- Uma análise mais completa dos impactos ambientais e sociais foi incorporada, levando em consideração não apenas os aspectos regulatórios, mas também o impacto social na comunidade local, resultando em estratégias de mitigação mais eficazes.
- O estudo foi revisado e ampliado, abordando detalhadamente a infraestrutura existente, considerando aspectos de operação e manutenção, garantindo uma maior sustentabilidade técnica ao projeto.

Essas melhorias evidenciaram um esforço substancial para aprimorar a qualidade e a abrangência do estudo de viabilidade, superando as deficiências anteriores e proporcionando uma base mais sólida e abrangente para o desenvolvimento e execução bem-sucedida da grande obra de drenagem urbana.

"Projeto técnico"

O parâmetro "Projeto técnico" no estágio inicial do projeto recebeu a nota 5 devido a algumas limitações identificadas no âmbito técnico. Nessa fase, o projeto apresentava algumas falhas na precisão e detalhamento técnico. Os principais pontos que contribuíram para essa avaliação incluem:

- O planejamento técnico carecia de uma abordagem detalhada na engenharia hidráulica e civil, com lacunas significativas na definição de estruturas, capacidade de escoamento e características construtivas.

- O projeto inicial não estava completamente alinhado com as normas e regulamentos técnicos vigentes para obras de drenagem urbana, resultando em lacunas que poderiam comprometer a eficiência do sistema.
- A avaliação dos riscos associados ao projeto estava parcial, não contemplando de maneira abrangente os cenários potenciais que poderiam afetar a eficácia e a durabilidade da obra.

No projeto readequado, o parâmetro "Projeto técnico" foi aprimorado substancialmente, justificando uma avaliação mais elevada, com a nota 8. As melhorias significativas realizadas neste estágio incluem:

- Houve uma revisão profunda na abordagem técnica, com um planejamento detalhado que cobriu todos os aspectos da engenharia hidráulica e civil, fornecendo uma estrutura técnica robusta e abrangente.
- O projeto foi revisto para se alinhar completamente com as normas e regulamentos técnicos, atendendo plenamente aos requisitos exigidos.
- O projeto readequado incorporou uma análise abrangente dos riscos potenciais, identificando-os e oferecendo soluções e estratégias de contingência para mitigar esses riscos, garantindo assim maior segurança e confiabilidade à obra.
- Foram introduzidas tecnologias inovadoras e avançadas que aumentaram a eficiência operacional, a capacidade de resposta a situações adversas e a durabilidade da infraestrutura.

Essas melhorias significativas elevaram substancialmente o nível técnico do projeto, resultando em uma avaliação mais alta para o parâmetro "Projeto Técnico", refletindo um projeto mais completo, robusto e alinhado às melhores práticas técnicas na área de drenagem urbana.

"Tecnologias e métodos utilizados"

No estágio inicial do projeto, o parâmetro "Tecnologias e métodos utilizados" recebeu a nota 4 devido a limitações e restrições identificadas no uso de tecnologias básicas. Nessa fase, as principais justificativas para essa avaliação foram:

- O projeto inicial enfrentou limitações significativas em termos de acesso e adoção de tecnologias devido a restrições orçamentárias e disponibilidade limitada de recursos.
- Devido a restrições financeiras, o projeto se apoiou em tecnologias inadequadamente desproporcionais às reais demandas, as quais, embora funcionais, não ofereciam eficácia necessária em relação ao controle de alagamentos, remoção de resíduos sólidos, tratamento das águas afluentes e à gestão de águas pluviais.
- A falta de recursos financeiros inviabilizou a utilização de sistemas automatizados e soluções mais avançadas que poderiam melhorar consideravelmente a eficácia do projeto.

No projeto readequado, o parâmetro "Tecnologias e métodos utilizados" obteve uma avaliação mais favorável, alcançando a nota 6, apesar das limitações orçamentárias. As melhorias realizadas nesse estágio incluem:

- Apesar das restrições orçamentárias, houve um esforço em otimizar o uso dos recursos disponíveis para adotar tecnologias que, embora não fossem de ponta, permitiram uma melhoria em relação ao projeto inicial.
- As tecnologias adotadas, embora não fossem de última geração, conseguiram atender aos requisitos mínimos necessários para o controle de alagamentos e gestão de águas pluviais, proporcionando resultados minimamente aceitáveis para o projeto, porém, que podem ser potencializados.
- A equipe responsável pelo projeto explorou alternativas viáveis dentro do contexto orçamentário, priorizando soluções que melhorassem a eficiência da obra, mesmo sem a adoção de tecnologias mais avançadas, além de viabilizar que a execução de tecnologias complementares em fases posteriores da obra.

Embora as limitações financeiras tenham impedido a utilização de tecnologias automatizadas e de ponta, as melhorias realizadas no projeto readequado resultaram em um nível mais satisfatório em relação ao uso de tecnologias e métodos, garantindo um projeto mais eficiente dentro das condições e recursos disponíveis.

"Compatibilidade com a infraestrutura existente"

No estágio inicial do projeto, o parâmetro "Compatibilidade com a infraestrutura existente" foi avaliado com a nota 7 devido a uma série de fatores positivos que foram identificados:

- A equipe responsável pelo projeto conduziu uma análise abrangente da infraestrutura existente na região onde a obra seria realizada. Essa análise considerou aspectos estruturais, sistemas de drenagem já instalados e outras características relevantes;
- O projeto foi desenvolvido com base em estudos que visavam integrar a nova infraestrutura de drenagem à paisagem existente de forma harmoniosa, minimizando impactos e otimizando a utilização dos recursos já disponíveis.
- As soluções propostas no projeto inicial foram cuidadosamente planejadas para se integrarem eficientemente com a infraestrutura já existente, evitando interferências desnecessárias ou modificações excessivas.
- Estratégias foram propostas para mitigar qualquer impacto negativo que a nova infraestrutura poderia gerar na infraestrutura já existente, garantindo uma transição suave e compatível entre as estruturas.

No projeto readequado, a nota atribuída permaneceu a mesma (7), pois a avaliação inicial já refletia um alto nível de compatibilidade com a infraestrutura existente e não houve alterações significativas nesse parâmetro durante a readequação do projeto. Isso sugere que, apesar das melhorias realizadas em outras áreas, a compatibilidade com a infraestrutura já instalada se manteve consistente e adequada, não exigindo alterações substanciais ou significativas que justificassem uma mudança na nota atribuída.

"Impacto ambiental"

A avaliação do parâmetro "Impacto ambiental" no estágio inicial do projeto (nota 4) refletiu uma série de questões que indicaram preocupações significativas com relação aos possíveis efeitos ambientais adversos:

- O projeto inicial apresentava uma lacuna crítica no que diz respeito a estudos ambientais detalhados. A análise dos possíveis impactos ambientais foi superficial e não abordou de forma completa os efeitos que a obra poderia gerar no ecossistema circundante.

- A falta de consideração adequada das áreas ambientalmente sensíveis, como ecossistemas naturais ou recursos hídricos próximos, evidenciou uma potencial ameaça à preservação desses ecossistemas.
- Não foram propostas soluções concretas para reduzir ou mitigar os impactos ambientais previstos. A ausência de estratégias de mitigação refletiu uma falta de compromisso em minimizar os danos ao meio ambiente.

Durante o processo de readequação do projeto, algumas melhorias foram implementadas para mitigar os problemas anteriores, resultando em um aumento da nota para 6, garantindo minimamente que fossem reduzidos ao menos impactante possível:

- Foram conduzidos estudos mais aprofundados e abrangentes sobre os impactos ambientais potenciais da obra. Esses estudos envolveram áreas sensíveis e contribuíram para uma compreensão mais holística dos possíveis efeitos ambientais.
- Foram propostas e implementadas algumas estratégias para minimizar os impactos ambientais identificados. No entanto, essas medidas foram limitadas devido ao início prévio de intervenções impactantes, o que limitou a capacidade de reverter completamente os efeitos prejudiciais.
- Apesar das intervenções já iniciadas, o projeto readequado demonstrou um compromisso renovado com a gestão dos ônus ambientais futuros. Estratégias de monitoramento e gestão foram integradas ao projeto para lidar com os impactos já gerados e para evitar a intensificação desses problemas.

O aumento para a nota 6 reflete uma melhoria geral na abordagem ambiental, com estudos mais aprofundados e o início de medidas mitigatórias, mas ainda limitadas pelo contexto prévio de intervenções que impactaram o ambiente.

"Cronograma e prazos"

A avaliação do parâmetro "Cronograma e prazos" no estágio inicial do projeto evidenciou várias questões que impactaram negativamente a gestão do tempo e a definição de prazos:

O cronograma inicial do projeto estava subdesenvolvido, carecendo de detalhamento e especificidade. Isso gerou incertezas significativas em relação aos prazos

estabelecidos para cada etapa da obra, comprometendo a organização temporal do empreendimento.

O projeto inicial foi marcado por um início apressado das intervenções, o que não permitiu um planejamento adequado e aprofundado das atividades subsequentes. Isso impactou negativamente a sequência e a execução de fases posteriores, afetando o cumprimento de prazos.

A falta de recursos financeiros adequados também contribuiu para restrições na alocação de equipes e na execução das atividades, influenciando diretamente o cumprimento dos prazos planejados.

Durante o processo de readequação do projeto, algumas melhorias foram implementadas para a gestão de tempo, resultando em um aumento da nota para 5:

O tempo dedicado à readequação do projeto permitiu um planejamento mais detalhado e minucioso das etapas subsequentes. Houve um esforço para elaborar um cronograma mais realista, considerando aprendizados do projeto inicial e mitigando incertezas.

Apesar das limitações impostas pelas intervenções já iniciadas e pelas restrições orçamentárias, o período de readequação resultou em um planejamento mais preciso. Isso permitiu melhorias nos prazos e na organização temporal da obra.

A revisão do cronograma levou em conta as incertezas iniciais do projeto, adaptando-o para ser mais flexível diante de possíveis contratemplos ou imprevistos.

O aumento para a nota 5 reflete o investimento feito no planejamento durante a readequação, resultando em melhorias nos prazos e na gestão temporal, apesar das limitações impostas pelas intervenções já em andamento e pelas restrições financeiras.

"Capacidade de operação e manutenção"

Durante a avaliação inicial do projeto, a capacidade de operação e manutenção foi classificada com uma nota 3 devido a alguns problemas significativos:

- O projeto inicial apresentou lacunas graves no planejamento da operação e manutenção após a conclusão da obra. A ausência de estratégias claras para operar e manter a estrutura afetou negativamente a funcionalidade a longo prazo da obra.

- A complexidade técnica das estruturas propostas dificultou a manutenção e, em muitos casos, a acessibilidade a certas áreas críticas para a operação, o que se traduziu em desafios para a equipe de manutenção.
- Não foram alocados recursos suficientes para equipes de operação e manutenção. Isso resultou em capacidade insuficiente para lidar com as demandas de manutenção preventiva e corretiva, comprometendo a longevidade e eficácia da obra.

Após a readequação do projeto, diversas melhorias significativas foram realizadas, resultando em um aumento da nota para 7:

- Durante o processo de readequação, houve um foco considerável na implementação de um plano abrangente para operação e manutenção. Estratégias específicas foram delineadas para garantir a funcionalidade contínua da estrutura.
- Foram realizadas modificações estruturais para simplificar componentes complexos, tornando-os mais acessíveis para manutenção. A readequação também considerou a adoção de materiais e designs que facilitam a manutenção.
- Houve um aumento significativo nos recursos alocados para equipes de operação e manutenção. Isso possibilitou a implementação de um plano de manutenção preventiva robusto, garantindo a longevidade e eficiência da obra.

Aumentar a nota para 7 demonstra um comprometimento substancial durante a readequação para resolver os problemas anteriores, garantindo uma operação mais eficaz e uma manutenção adequada da estrutura. As melhorias concentram-se na simplificação, acessibilidade e na alocação de recursos suficientes para garantir uma operação contínua e confiável da obra.

"Licenciamentos e autorizações"

Durante a avaliação inicial do projeto, o processo de licenciamento e obtenção de autorizações foi classificado com uma nota 6, em razão de algumas questões relevantes:

- O processo de licenciamento inicial enfrentou desafios significativos de gerenciamento e conformidade com os requisitos estabelecidos pelas autoridades competentes. Isso resultou em atrasos e algumas não conformidades.
- As etapas de licenciamento e obtenção de autorizações foram complexas e frequentemente afetaram os prazos do projeto. Algumas exigências demandaram um tempo considerável para adequações.

Após a readequação do projeto, houve melhorias notáveis que justificam o aumento da nota para 8:

- Durante a readequação, foram implementadas melhorias significativas na gestão do processo de licenciamento. Houve uma revisão cuidadosa dos requisitos legais e uma abordagem mais estratégica para lidar com os trâmites burocráticos.
- As dificuldades anteriores foram superadas, partindo da identificação prévia de demandas, e o projeto readequado passou a atender com mais eficiência e prontidão às exigências legais. Isso resultou em um processo mais suave e ágil, evitando atrasos e não conformidades.
- As melhorias implementadas no processo de licenciamento contribuíram significativamente para o cumprimento dos prazos estabelecidos, permitindo que o projeto avançasse conforme o planejado.

Ao aumentar a nota para 8, reconhecemos os esforços substanciais realizados na readequação do projeto, principalmente no aprimoramento da gestão do processo de licenciamento e na capacidade de atendimento às exigências legais de forma mais ágil e eficaz, eliminando os obstáculos enfrentados anteriormente.

"Custo de construção"

A avaliação inicial do custo de construção obteve uma nota 4 devido a algumas questões específicas:

- O projeto original estava significativamente além do orçamento previsto. Isso sugeriu que, se mantido nesse contexto, o projeto poderia enfrentar sérias dificuldades financeiras, arriscando uma obra inacabada ou um resultado final ineficaz.

- A incompatibilidade entre os custos previstos e os recursos disponíveis representava um risco substancial de interrupção da obra, comprometendo sua eficácia e conclusão.

Após a readequação do projeto, várias melhorias permitiram um aumento da nota para 7:

- O projeto readequado foi reformulado e reestruturado para otimizar os recursos disponíveis. Isso incluiu uma revisão completa dos custos, identificando áreas para redução de gastos sem comprometer a qualidade e a eficácia do projeto.
- A readequação permitiu uma realocação dos recursos financeiros, garantindo que o projeto estivesse em conformidade com o orçamento estabelecido. Isso evitou despesas excessivas e garantiu a viabilidade financeira do empreendimento.
- A reformulação do custo de construção foi acompanhada por um planejamento mais preciso, mitigando possíveis atrasos e garantindo que o projeto pudesse ser concluído dentro do cronograma esperado.

Aumentar a nota para 7 reflete as melhorias significativas alcançadas pela readequação do projeto, que trouxe uma harmonia entre os custos projetados e os recursos disponíveis, reduzindo riscos financeiros e assegurando uma construção eficaz e concluída.

"Custo de operação de manutenção"

A avaliação inicial do custo de operação e manutenção atribuiu uma nota de 3 devido a algumas considerações específicas:

- As tecnologias empregadas no projeto original mostraram-se menos eficientes no aspecto de redução dos custos de operação e manutenção. Isso indicava uma projeção de gastos mais elevados no futuro, tanto para operação quanto para manutenção das estruturas e sistemas implementados.
- A análise revelou que, com as tecnologias e métodos adotados inicialmente, os custos previstos para operação e manutenção seriam significativamente maiores do que o ideal, impactando negativamente a sustentabilidade financeira do projeto.

Após a readequação do projeto, houve melhorias consideráveis que justificaram um aumento para a nota 7:

- O projeto readequado incorporou tecnologias mais avançadas e eficientes, com foco na redução dos custos de operação e manutenção. Essas atualizações foram cruciais para minimizar os gastos futuros, proporcionando maior eficiência operacional.
- A implementação de sistemas mais sustentáveis e de baixo custo para operação e manutenção contribuiu significativamente para a redução dos custos associados a esses processos.
- A readequação permitiu uma revisão completa das projeções de custos para operação e manutenção, otimizando-os de forma a garantir uma eficiência financeira sustentável ao longo do tempo.

O aumento para a nota 7 reflete as melhorias substanciais no projeto readequado, com a implementação de tecnologias mais eficientes e sustentáveis, projetadas para reduzir significativamente os custos de operação e manutenção, garantindo assim uma viabilidade financeira e eficácia operacional a longo prazo.

"Custo de desapropriação"

A avaliação inicial do custo de desapropriação atribuiu uma nota de 5 devido a algumas considerações específicas:

- O projeto original já havia iniciado atividades que envolviam desapropriações, impactando a possibilidade de melhorias substanciais nessa área. Isso limitou significativamente a capacidade de reduzir os custos associados à desapropriação.
- As ações já em andamento resultaram em impactos que precisariam ser gerenciados posteriormente, impedindo a realização de mudanças significativas nos custos de desapropriação.

Após a readequação do projeto, embora a melhoria não tenha sido tão significativa, alguns aspectos ainda foram melhorados:

- Apesar das atividades já em curso, o projeto readequado permitiu uma gestão mais eficiente dos processos de desapropriação. Apesar das limitações, foram aplicadas estratégias para reduzir os custos adicionais e gerir os impactos existentes de forma mais eficaz.

- O projeto readequado focou na minimização dos impactos decorrentes das desapropriações anteriores, procurando soluções que, embora não reduzissem drasticamente os custos, mitigassem os efeitos negativos e os custos adicionais.

A nota aumentada para 7 reflete a tentativa de gestão mais eficiente e o esforço para minimizar os impactos remanescentes das desapropriações iniciadas, buscando soluções para gerenciar os custos de forma mais controlada e eficaz no projeto readequado.

"Custo de remediação ambiental"

A atribuição da nota 6 para o custo de remediação ambiental no projeto inicial se baseia nos seguintes pontos:

- O projeto inicial demonstrou uma capacidade moderada na identificação e consideração dos problemas ambientais presentes na área de intervenção. Houve uma conscientização adequada sobre os possíveis custos envolvidos na remediação.
- Embora tenha havido considerações para a remediação ambiental, os planos de mitigação dos impactos ambientais estavam apenas parcialmente desenvolvidos, o que limitou a capacidade de gerenciar totalmente os custos relacionados.

No projeto readequado, houve melhorias específicas:

- Após a readequação, o projeto implementou planos mais abrangentes e específicos de mitigação dos impactos ambientais. Isso resultou em uma maior eficácia na gestão dos problemas identificados, reduzindo potencialmente os custos associados.
- O projeto readequado focou em minimizar novos impactos ambientais decorrentes das ações iniciais. Isso foi refletido em estratégias adicionais para reduzir custos associados à remediação, evitando agravar a situação ambiental e, consequentemente, gerenciar de forma mais eficiente os custos de remediação ambiental.

Portanto, a nota aumentada para 7 reflete a melhoria na eficácia dos planos de mitigação dos impactos ambientais, reduzindo potencialmente os custos e minimizando

tanto os impactos existentes quanto a possibilidade de novos impactos no projeto readequado.

"Custo de monitoramento e controle"

A nota atribuída de 6 ao custo de monitoramento e controle no projeto inicial é baseada nos seguintes aspectos técnicos:

- Houve um esforço considerável para implementar sistemas de monitoramento e controle, refletindo um investimento adequado na supervisão das diferentes fases do projeto.
- Embora tenham sido alocados recursos, a eficiência e a abrangência do monitoramento e controle poderiam ter sido aprimoradas para abranger aspectos mais específicos, resultando em um custo um pouco mais elevado.

No projeto readequado, houve melhorias significativas:

- Após a readequação, o projeto incorporou tecnologias mais avançadas para monitoramento e controle. Isso resultou em uma eficiência operacional aprimorada e permitiu um controle mais preciso e abrangente das atividades, gerando melhorias significativas.
- Com a utilização de sistemas mais avançados, o projeto foi capaz de otimizar os recursos, tornando o processo de monitoramento e controle mais eficiente sem necessariamente aumentar significativamente os custos.

Portanto, a nota aumentada para 7 reflete a implementação bem-sucedida de tecnologias mais avançadas, que permitiram um controle mais abrangente e eficaz das atividades, sem um aumento desproporcional nos custos de monitoramento e controle.

"Custo de contingências e incertezas"

A atribuição da nota 6 para o parâmetro "Custo de contingências e incertezas" no projeto inicial é fundamentada em considerações técnicas precisas:

O planejamento do projeto levou em consideração contingências e incertezas, reservando um montante significativo para cobrir potenciais imprevistos durante as fases de execução.

Embora tenham sido previstas contingências, a alocação de recursos para cobrir essas incertezas poderia ter sido otimizada. Além disso, a gestão de riscos pode ser aprimorada para reduzir ainda mais a possibilidade de custos adicionais.

No projeto readequado, observam-se melhorias substanciais:

Após a readequação, houve um aprimoramento significativo na identificação e gestão de riscos. Isso resultou em uma redução na probabilidade de ocorrência de imprevistos, minimizando as incertezas e, consequentemente, os custos associados a essas contingências.

Com a gestão de riscos mais apurada, os recursos foram alocados de maneira mais eficiente para enfrentar potenciais desafios. Isso contribuiu para a minimização de custos extras sem comprometer a eficácia na gestão de incertezas.

Portanto, a elevação da nota para 7 reflete a implementação eficaz de estratégias de gestão de riscos, que resultaram em uma redução significativa das contingências e incertezas, minimizando os custos adicionais potenciais.

"Redução do tempo de alagamento"

A atribuição da nota 3 no projeto inicial é fundamentada em considerações técnicas precisas para o parâmetro “Redução do tempo de alagamento”:

- No projeto inicial, o planejamento para redução do tempo de alagamento foi concebido, porém, enfrentou limitações técnicas significativas. As soluções propostas não foram completamente eficazes para atender aos requisitos esperados, demonstrando uma insuficiência na abordagem adotada.
- Embora tenham sido aplicadas algumas medidas para a redução do tempo de alagamento, a eficácia dessas intervenções foi limitada, refletindo-se nos resultados obtidos durante testes e simulações.

No projeto readequado, observam-se melhorias substanciais que resultaram em uma nota 7:

- Após a readequação do projeto, houve uma revisão completa das estratégias de engenharia. A implementação de tecnologias avançadas, tais como sistemas de drenagem mais eficientes, melhorou substancialmente a capacidade de redução do tempo de alagamento.

- Após a revisão do projeto, testes extensivos foram realizados demonstrando uma melhoria significativa na capacidade de reduzir o tempo de alagamento em condições controladas e simuladas, atestando a eficácia das novas soluções técnicas aplicadas.

Portanto, a elevação da nota para 7 reflete a implementação efetiva de novas tecnologias e metodologias no projeto readequado, utilização de modelagem hidrológica e hidrodinâmica, com resultados concretos evidenciados por testes que comprovam a significativa melhoria na redução do tempo de alagamento, atendendo eficientemente aos requisitos técnicos estabelecidos.

"Redução do volume de água acumulada"

A atribuição da nota 3 no projeto inicial é fundamentada em considerações técnicas precisas para o parâmetro “Redução do volume de água acumulada”:

O projeto inicial apresentou uma abordagem limitada na redução do volume de água acumulada. As soluções propostas careciam de eficiência e abrangência para enfrentar as demandas, refletindo-se em resultados insatisfatórios durante simulações e análises técnicas.

Embora tenham sido implementadas algumas medidas, a eficácia destas foi comprometida por limitações técnicas. A implementação parcial das soluções não atingiu o desempenho necessário para reduzir de forma significativa o volume de água acumulada.

No projeto readequado, observam-se melhorias substanciais que resultaram em uma nota 7:

Após a readequação do projeto, houve uma revisão profunda nas estratégias. A implementação de soluções mais avançadas, como sistemas de drenagem inteligentes e o uso de tecnologias inovadoras, resultou em melhorias consideráveis na redução do volume de água acumulada.

Após a revisão do projeto, uma série de testes e simulações foi conduzida, demonstrando uma clara melhoria na capacidade de redução do volume de água acumulada. Esses resultados atestaram a eficácia das novas soluções técnicas implementadas.

Portanto, a elevação da nota para 7 reflete a aplicação de soluções mais avançadas e a efetiva implementação de tecnologias inovadoras no projeto readequado,

resultando em uma redução substancial do volume de água acumulada, comprovada por meio de testes e simulações técnicas abrangentes.

"Prevenção de alagamentos"

A atribuição da nota 3 no projeto inicial é fundamentada em considerações técnicas precisas para o parâmetro “Prevenção de Alagamentos”:

- O projeto inicial demonstrou limitações na estratégia de prevenção de alagamentos. As medidas propostas eram insuficientes para conter eficazmente os eventos de alagamento. Análises técnicas indicaram que a estrutura planejada não era robusta o suficiente para lidar com a magnitude dos eventos pluviais previstos.
- Houve identificação de falhas na abordagem preventiva, evidenciadas por lacunas na infraestrutura proposta. A ausência de sistemas adequados de drenagem e retenção de água comprometeu a capacidade de prevenir alagamentos, especialmente em períodos de chuvas intensas.

Pelas melhorias no parâmetro a partir dos ajustes alcançados no projeto, elevando-o a nota 8, observou-se as seguintes questões:

- Após a readequação do projeto, houve uma revisão completa das estratégias de prevenção de alagamentos. A implementação de medidas avançadas, como a inclusão de sistemas de drenagem aprimorados e retenção de água eficiente, resultou em uma considerável melhoria na capacidade de prevenção de alagamentos.
- O projeto readequado foi concebido para garantir que alagamentos recorrentes fossem enfrentados de maneira eficaz. A integração de tecnologias mais avançadas e aprimoradas abordagens hidráulicas asseguraram uma resposta mais eficiente a eventos pluviais, minimizando significativamente os riscos de alagamento em sua área.

Portanto, a elevação da nota para 8 reflete a aplicação de medidas preventivas mais avançadas e eficazes no projeto readequado, assegurando a capacidade de combate aos alagamentos recorrentes por meio da implementação de tecnologias mais robustas e estratégias hidráulicas aprimoradas.

"Melhoria do escoamento das águas pluviais"

A atribuição da nota 3 no projeto inicial é fundamentada em considerações técnicas precisas para o parâmetro “Melhoria do escoamento das águas pluviais”:

O projeto inicial apresentou limitações consideráveis na capacidade de escoamento das águas pluviais. As estruturas planejadas demonstraram inadequações na gestão e direcionamento das águas pluviais, resultando em lentidão e insuficiência no fluxo de escoamento. Isso gerou dificuldades na remoção eficiente da água durante períodos de chuvas intensas.

Identificaram-se deficiências nas estruturas de drenagem projetadas. A falta de canais eficazes e sistemas de escoamento comprometeu a capacidade do projeto de lidar com grandes volumes de água pluvial, impactando diretamente na eficiência do escoamento e na prevenção de alagamentos.

Pelas melhorias no parâmetro a partir dos ajustes alcançados no projeto, elevando-o a nota 7, observou-se as seguintes questões:

No projeto readequado, houve uma significativa reformulação das estratégias destinadas ao escoamento das águas pluviais. A implementação de sistemas aprimorados de drenagem e canais de escoamento mais eficientes permitiu uma melhoria substancial na capacidade de direcionamento e remoção das águas pluviais.

A revisão dos sistemas de escoamento resultou em uma garantia mais sólida contra alagamentos recorrentes. A introdução de tecnologias mais avançadas e o dimensionamento adequado dos canais de drenagem possibilitaram um escoamento mais ágil e eficaz, minimizando consideravelmente os riscos de alagamentos na área em questão.

Assim, a elevação da nota para 7 reflete a implementação de medidas substanciais de melhoria no escoamento das águas pluviais no projeto readequado, resultando em uma infraestrutura mais eficiente e capaz de prevenir alagamentos por meio do direcionamento mais adequado e ágil das águas pluviais.

"Gestão sustentável da água"

A gestão sustentável das águas era um elemento intensamente desconexo com os demais elementos do projeto inicial, chegando a ser considerado um parâmetro que não era minimamente explorado, por isso a nota 1:

- O projeto inicial carecia significativamente de estratégias voltadas para a gestão sustentável das águas. Não foram consideradas práticas e

tecnologias sustentáveis no tratamento, reutilização ou preservação dos recursos hídricos. A falta de sistemas de captação de água da chuva, ausência de medidas de reuso e métodos pouco eficazes de tratamento das águas foram identificados como lacunas importantes.

- A abordagem adotada no projeto original não refletia uma mentalidade sustentável na gestão dos recursos hídricos. Não havia estratégias claras para a redução do desperdício, aproveitamento de fontes alternativas ou implementação de tecnologias verdes para otimização do uso da água.

O conjunto de melhorias no projeto elevou essa nota a um patamar satisfatório, indo para 7:

- No projeto readequado, observou-se uma transformação significativa na gestão das águas, promovendo estratégias mais sustentáveis. Foram implementadas medidas eficientes de captação de água da chuva, sistemas de reuso e tratamento mais avançados, reduzindo o consumo de água potável e minimizando o impacto ambiental.
- O projeto readequado incorporou tecnologias verdes e práticas sustentáveis no tratamento e gestão das águas. A introdução de sistemas de filtragem, reutilização inteligente e estratégias de conservação de água demonstrou um compromisso substancial com a sustentabilidade, resultando em uma gestão mais eficiente e responsável dos recursos hídricos.

Assim, a elevação da nota para 7 reflete a implementação de medidas abrangentes e eficazes no projeto readequado, resultando em uma gestão mais sustentável das águas, com a introdução de práticas e tecnologias que minimizam o desperdício, promovem o reuso e preservam os recursos hídricos.

"Sustentabilidade energética"

O parâmetro "Sustentabilidade energética" no projeto inicial, teve nota 5 devido as seguintes questões:

- O projeto inicial foi afetado pela falta de recursos financeiros disponíveis para investimentos em tecnologias específicas voltadas à sustentabilidade energética. Isso resultou na impossibilidade de implementação de estratégias de uso de energias limpas ou tecnologias

que promovem a eficiência energética. A ausência de recursos financeiros significativos foi um obstáculo para a adoção de medidas mais sustentáveis no âmbito energético.

- Devido à limitação financeira, não foram introduzidas tecnologias modernas ou práticas que pudesse otimizar o consumo energético, como sistemas de energia renovável, melhorias em eficiência energética de equipamentos ou estratégias de conservação de energia. Essa condição resultou em uma dependência maior de fontes tradicionais e menos sustentáveis de energia.

Não foi possível aplicar melhorias de impacto a este parâmetro e sua nota foi mantida no projeto readequado:

- No projeto readequado, a nota se manteve estável devido à continuidade das limitações financeiras. Embora o projeto tenha passado por ajustes e melhorias em outras áreas, ainda persistiu a carência de recursos financeiros para investimentos significativos em tecnologias voltadas para a sustentabilidade energética.
- A ausência de recursos financeiros suficientes impediu a incorporação de tecnologias mais avançadas e o uso de energias limpas, limitando a capacidade do projeto de alcançar melhorias substanciais em sua sustentabilidade energética.

Dessa forma, a manutenção da nota 5 reflete a continuidade das restrições financeiras que impedem o investimento em tecnologias voltadas à sustentabilidade energética, comprometendo a implementação de melhorias significativas nesse aspecto do projeto readequado.

"Sistemas de drenagem sustentável"

O parâmetro “Sistemas de drenagem sustentável” era um elemento intensamente desconexo com os demais elementos do projeto inicial, chegando a ser considerado um parâmetro que não era minimamente explorado, por isso a nota 1:

- No projeto inicial, houve uma ausência notável de iniciativas e práticas voltadas para sistemas de drenagem sustentável. As estratégias de gerenciamento de águas pluviais não contemplaram o reaproveitamento da água nem a preservação adequada dos mananciais. O projeto não

incluiu medidas que promovessem a redução do escoamento de águas pluviais, a retenção de água de chuva para uso futuro ou a filtragem natural da água.

- A ausência de sistemas de drenagem sustentável resultou na perda de oportunidades para explorar o aproveitamento de áreas do projeto para retenção de água, reciclagem e reutilização eficiente de água pluvial, bem como na preservação dos mananciais existentes. Isso representou uma lacuna significativa em termos de estratégias de gestão ambiental e sustentabilidade do projeto.

O conjunto de melhorias no projeto elevou essa nota a um patamar satisfatório, indo para 7:

- No projeto readequado, houve notáveis avanços na implementação de sistemas de drenagem sustentável. Estratégias foram adotadas para melhor aproveitar as áreas do projeto, resultando no reaproveitamento da água e na preservação mais efetiva dos mananciais.
- A implementação de novas práticas permitiu a redução do escoamento das águas pluviais, incentivou a retenção de água da chuva para usos futuros e promoveu a filtragem natural da água. Isso não apenas contribuiu para a conservação dos recursos hídricos, mas também fortaleceu a sustentabilidade ambiental do projeto, refletindo-se em uma pontuação mais elevada, representada pela nota 7 na escala de 1 a 9.

"Preservação de áreas naturais"

Não foram identificadas áreas naturais na área de intervenção do projeto, assim, como este parâmetro não tem aplicação impactante sobre a avaliação da adequação técnica do projeto, as notas de início e readequação foram arbitradas como a maior possível.

"Tratamento de águas pluviais urbanas"

O parâmetro “Tratamento de águas pluviais urbanas” era um elemento intensamente desconexo com os demais elementos do projeto inicial, chegando a ser considerado um parâmetro que não era minimamente explorado, por isso a nota 1:

- No projeto inicial, observou-se uma carência substancial de estratégias adequadas para o tratamento de águas pluviais urbanas. Não foram previstos sistemas de tratamento que pudessem lidar de maneira eficiente com essas águas, o que levou à ausência de proteção dos mananciais e à potencial contaminação desses recursos hídricos.
- A inexistência de medidas adequadas resultou na descarga direta de uma grande quantidade de resíduos sólidos nas águas pluviais, representando uma ameaça considerável ao meio ambiente. A falta de estruturas de tratamento possibilitou que toneladas desses resíduos fossem despejadas diretamente na natureza, comprometendo a saúde dos mananciais.

O conjunto de melhorias no projeto elevou essa nota a um patamar satisfatório, indo para 7:

- No projeto readequado, foram implementadas medidas substanciais para o tratamento das águas pluviais urbanas. A retirada eficaz da maior parte dos resíduos sólidos evidencia um avanço significativo na proteção dos mananciais. A implementação dessas ações corretivas demonstra um compromisso renovado com a preservação ambiental.
- A correção imediata da mistura de águas pluviais com esgotos sanitários não foi plenamente resolvida, o que impactou na atribuição de uma nota mais elevada. No entanto, foi identificada a necessidade de implementação de redes de esgotamento sanitário em uma etapa futura, visando corrigir essa questão específica, refletindo-se em uma nota 7 na escala de 1 a 9.

"Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento"

O parâmetro “Tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento” era um elemento intensamente desconexo com os demais elementos do projeto inicial, chegando a ser considerado um parâmetro que não era minimamente explorado, por isso a nota 1:

- O projeto inicial demonstrou uma significativa carência de avanços tecnológicos e sistemas de gerenciamento adequados. A ausência dessas ferramentas avançadas dificultou a implementação de soluções eficazes nos parâmetros anteriores, resultando na limitação das melhorias técnicas.

- A falta de recursos e limitações técnicas restringiu a implementação de tecnologias mais avançadas e sistemas de gerenciamento mais eficientes, afetando diretamente a qualidade e a eficácia do projeto.

Houve melhoria considerável, para nota 5, mas, não significativas para avanços tecnológicos em automação, sistemas inteligentes ou remotos:

- No projeto readequado, foram implementadas melhorias básicas nos sistemas de gerenciamento e na adoção de algumas tecnologias avançadas, considerando as limitações dos recursos disponíveis. Essas implementações representam um avanço significativo em relação ao projeto inicial.
- No entanto, as restrições financeiras e técnicas continuam a ser um obstáculo para a adoção mais abrangente de tecnologias avançadas e sistemas de gerenciamento mais eficazes. Portanto, a nota permanece em um nível intermediário na escala de 1 a 9, refletindo as melhorias realizadas, mas também as limitações ainda existentes.

"Incremento de novos materiais"

Não foram identificados elementos estruturais no projeto que justificassem a utilização de novos materiais, sobretudo por se tratar de um projeto de grandes estruturas hidráulicas, assim, como este parâmetro não tem aplicação impactante sobre a avaliação da adequação técnica do projeto, as notas de início e readequação foram arbitradas como a maior possível.

"Inovações em gestão de resíduos"

O parâmetro “Inovações em gestão de resíduos” era um elemento intensamente desconexo com os demais elementos do projeto inicial, chegando a ser considerado um parâmetro que não era minimamente explorado, por isso a nota 1:

- O projeto inicial apresentou uma carência significativa de estratégias inovadoras na gestão de resíduos. A falta de abordagens modernas e tecnologias adequadas para o gerenciamento de resíduos sólidos comprometeu a eficiência e a eficácia do tratamento e disposição final desses materiais.

- A falta de inovação na gestão de resíduos afetou diretamente a eficácia das melhorias nos parâmetros associados ao tratamento das águas pluviais e à gestão sustentável. A ausência de soluções inovadoras nessa área impediu o aproveitamento total das melhorias em outros aspectos do projeto.

Mudanças e melhorias na gestão de resíduos, ao serem refletidas inclusive em parâmetros relacionados, justificam a significativa elevação na nota atribuída ao projeto readequado para 7:

- No projeto readequado, houve uma mudança significativa na abordagem da gestão de resíduos. Foram implementadas estratégias inovadoras e tecnologias modernas para o tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos, o que representa uma melhoria considerável em relação ao projeto inicial.
- As inovações na gestão de resíduos contribuíram diretamente para os avanços nos parâmetros associados ao tratamento das águas pluviais e à gestão sustentável. Essas melhorias refletem um compromisso maior com a sustentabilidade e a eficiência ambiental, impactando positivamente todo o projeto.