UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JACQUELINE CARRIL FERREIRA

ESTRUTURAÇÃO DE FERRAMENTA BASEADA NA INFRAESTRUTURA VERDE E AZUL PARA REVITALIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DE ÁREAS URBANAS

CURITIBA

2022

JACQUELINE CARRIL FERREIRA

ESTRUTURAÇÃO DE FERRAMENTA BASEADA NA INFRAESTRUTURA VERDE E AZUL PARA REVITALIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DE ÁREAS URBANAS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental.
Área de concentração: Monitoramento, gerenciamento e modelagem de sistemas ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Costa dos Santos
Coorientadora: Profa. Dra. Luiza Cintra Campos

CURITIBA

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Ferreira, Jacqueline Carril
Estruturação de ferramenta baseada na infraestrutura verde e azul para revitalização socioambiental de áreas urbanas / Jacqueline Carril Ferreira. – Curitiba, 2022.
1 recurso on-line : PDF.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental.

Orientador: Daniel Costa dos Santos
Coorientador: Luiza Cintra Campos

1. Águas – Estações de tratamento – Manaus (AM). 2. Águas residuais – Tratamento. 3. Área de Proteção Ambiental . I. Universidade Federal do Paraná. II. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. III. Santos, Daniel Costa dos. IV. Campos, Luiza Cintra. V. Título.

Bibliotecário: Elias Barbosa da Silva CRB-9/1894

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **JACQUELINE CARRIL FERREIRA** intitulada: **Estruturação de ferramenta baseada na infraestrutura verde e azul para revitalização socioambiental de áreas urbanas**, sob orientação do Prof. Dr. DANIEL COSTA DOS SANTOS, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutora está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 16 de Agosto de 2022.

Assinatura Eletrônica
03/10/2022 17:30:18.0
DANIEL COSTA DOS SANTOS
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
04/10/2022 09:16:43.0
CESAR AUGUSTO MEDEIROS DESTRO
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
04/10/2022 09:07:54.0
MIGUEL MANSUR AISSE
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
07/10/2022 04:12:27.0
LUIZA CINTRA CAMPOS
Coorientador(a)

Assinatura Eletrônica
07/10/2022 17:57:31.0
NILO DE OLIVEIRA NASCIMENTO
Avaliador Externo (null)

Assinatura Eletrônica
05/10/2022 18:40:01.0
ADOREA REBELLO DA CUNHA ALBUQUERQUE
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS)

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.
Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 225717
Para autenticar este documento/assinatura, acesse https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp e insira o codigo 225717

Aos meus pais,

Paulo Augusto e Lizinete

AGRADECIMENTOS

Lembro que na minha entrevista do doutorado um professor me perguntou se eu sabia o quanto seria investido na minha pesquisa e minha resposta nervosa foi “ainda não fiz o cálculo”. Ele prontamente informou que o Governo Federal investiria “X” por meio da bolsa de doutorado e, realmente, a CAPES e a FAPEAM fizeram este investimento. Eu também fiz um investimento pessoal do meu tempo e dedicação, que até foi mais que “X”. Então, eu parei e pensei que o investimento nesta pesquisa foi muito além do recurso do Governo e do meu tempo e dedicação. Esta pesquisa recebeu investimento da minha família, dos meus amigos e amigas, dos meus professores e professoras, e dos participantes da pesquisa.

Aos participantes da pesquisa, os moradores da comunidade, os membros do Conselho da APA Floresta Manaós e os professores do CEULM-ULBRA, que tiraram do seu tempo para me ouvir falar da pesquisa, para responderem aos questionários, para pensarmos juntos sobre como fazer a pesquisa. À UFPR, CEULM-ULBRA e SEMMAS, que forneceram estrutura física para o desenvolvimento da pesquisa e por meio de seus funcionários e colaboradores também contribuíram para o desenrolar burocrático da pesquisa. Todo o tempo deles conta.

Todas as aulas que eu tive, todo o tempo em que o meu orientador dedicou às nossas reuniões, mesmo antes de eu ser pesquisadora do PPGERHA, todas as conversas e trocas de ideias que tive com os demais professores e professoras sobre esta pesquisa, os professores e professoras que participaram das bancas de três qualificações e de defesa, tudo isso conta. No decorrer da pesquisa ganhei uma coorientadora que não só dedicou tempo, mas paixão à pesquisa, e se tempo vale dinheiro, o dela é em libras.

Aos meus amigos que sempre me apoiaram e desejaram sucesso no meu novo desafio. Aos novos amigos que fiz e que também dedicaram do seu tempo para me apoiar e encorajar quando eu pensava que não conseguiria. Àqueles que me ajudaram a sonhar em ir além. Todo o tempo deles também conta.

À minha família que além de me apoiar com palavras de incentivo, também investiram seus recursos pessoais, limitando algumas vezes os seus próprios desejos para que o meu fosse alcançado. Não só o tempo e recursos deles conta, mas todo o amor. À família que ganhei e me acolheu, que me ouviram falar sobre a pesquisa e contribuíram na parte técnica e com incentivo.

Então se aquela pergunta da entrevista fosse feita novamente hoje eu ainda não teria como calcular, pois tudo o que foi realizado abrange o tempo das pessoas envolvidas e não tem dinheiro no mundo que pague. O que vale mesmo é o aprendizado e saber que a pesquisa foi entregue à sociedade que fará uso dela. É saber que o conhecimento foi compartilhado. Que as decisões tomadas foram um conjunto de esforços. E é só o começo.

Com isso, a única coisa que posso dizer é MUITO OBRIGADA!

“O rio atinge seus objetivos porque
aprendeu a contornar obstáculos.”
Lao-Tsé

RESUMO

O crescimento populacional urbano tem sido uma das principais causas do estabelecimento de áreas fragilizadas caracterizadas, principalmente, pela ausência de infraestrutura sanitária. Este problema é agravado pela abordagem centralizada e reducionista da gestão das águas urbanas. Diante disto, destacam-se duas abordagens: a Gestão Integrada das Águas Urbanas (GIAU) e a Infraestrutura Verde e Azul (IVA). A primeira busca a integração dos serviços de infraestrutura sanitária e a segunda busca recriar um ciclo urbano da água, integrando a gestão dos recursos hídricos e a infraestrutura verde. No entanto, para que estas abordagens obtenham êxito é necessário o envolvimento da população beneficiária no processo de tomada de decisão. Para colaborar neste processo são desenvolvidas ferramentas de apoio à decisão como, por exemplo, o modelo *Urban Water Use* (*UWU*) que auxilia na escolha de medidas de infraestrutura sanitária de uma determinada área, fornecendo suporte à elaboração de planos de gestão de água para áreas urbanas. Desse modo, esta tese tem o objetivo de estruturar uma ferramenta baseada na IVA para revitalização socioambiental de áreas urbanas. Para seu desenvolvimento foi realizado um estudo de caso em uma área urbana na cidade de Manaus-AM (Brasil), inserida parcialmente em uma Área de Proteção Ambiental (APA). Os participantes da pesquisa foram divididos em dois grupos de partes interessadas: os indivíduos da comunidade e o Corpo Técnico, composto por membros do Conselho da APA e especialistas convidados. As partes interessadas com os facilitadores da pesquisa formam a Aliança de Aprendizagem, que é responsável por estruturar e aplicar a ferramenta. A ferramenta consiste em fase preliminar, modelo *UWU* e fase de implementação. Estas fases estão divididas em etapas que possuem procedimentos e técnicas para aplicação da ferramenta de forma integrada. Além de envolver os beneficiários no processo de tomada de decisão utilizando o modelo *UWU*, um dos diferenciais da pesquisa é a utilização de medidas de IVA aplicáveis na região Amazônica. A aplicação da ferramenta mostrou que a participação das partes interessadas é fundamental para a seleção de medidas e as simulações no modelo *UWU* evidenciaram que para obter êxito na implementação destas medidas é necessária a integração dos sistemas de águas urbanas.

Palavras-chave: Modelo *Urban Water Use* (*UWU*). Envolvimento da comunidade. Manaus-AM. Área de Proteção Ambiental. Gestão Integrada das Águas Urbanas.

ABSTRACT

Urban population growth has been one of the leading causes of establishing fragile areas, characterized mainly by the lack of sanitary infrastructure. This problem is aggravated by the centralized and reductionist approach to urban water management. New approaches such as Integrated Urban Water Management (IUWM) and the Blue and Green Infrastructure (BGI) are emerging. The first one seeks to integrate sanitary infrastructure services, and the second aims to recreate an urban water cycle by combining water resources management and green infrastructure. However, for these approaches to succeed, the beneficiary population must be involved in decision-making. Decision support tools to collaborate in this process, such as the Urban Water Use (UWU) model, are developed to help choose urban water infrastructure measures for a given area, supporting the development of water management plans for urban areas. Thus, this thesis aims to develop a tool based on BGI for the socio-environmental revitalization of urban areas. For its development, a case study was conducted in an urban area in Manaus-Amazonas (Brazil), inserted partially in an Environmental Protection Area (EPA). The research participants were divided into two groups of stakeholders: the Community individuals and the Technical Team, composed of the EPA's Council members and invited experts. Stakeholders with the research facilitators formed the Learning Alliance, responsible for co-developing and applying the tool. The tool consists of the preliminary phase, the UWU model, and the implementation phase. These phases are divided into stages with procedures and techniques to apply the tool in an integrated way. Besides involving the beneficiaries in the decision-making process using the UWU model, the novelty of this research is the use of BGI measures applicable in the Amazon region. The application of the tool showed that the participation of the stakeholders is fundamental for the selection of measures and the simulations in the UWU model evidenced that to obtain success in the implementation of these measures the integration of the urban water infrastructure is necessary.

Keywords: Urban Water Use (UWU) Model. Community involvement. Manaus-AM. Environmental Protection Area. Integrated Urban Water Management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Porcentagem da população em áreas urbanas e rurais no Brasil 22
Figura 2 – Níveis do rio Negro de 1950 a 2021 com destaque para as 10 maiores cheias 23
Figura 3 – Produções do Grupo de Pesquisa que possuem relação com a Tese 25
Figura 4 – Estrutura do planejamento estratégico e produtos relacionados 31
Figura 5 – Abordagem preditiva *versus* exploratória para o tratamento de condições futuras no planejamento estratégico 33
Figura 6 – Partes constituintes de um sistema convencional de abastecimento de água . 38
Figura 7 – Partes constituintes de um sistema de esgotamento sanitário convencional separador 39
Figura 8 – Tipos de traçados do sistema separador absoluto condominial 40
Figura 9 – Serviços de infraestrutura sanitária e abordagens relacionadas 42
Figura 10 – Trajetória da água no meio urbano 43
Figura 11 – Linha do tempo e ano de origem de termos de drenagem sustentável 49
Figura 12 – Abordagens de drenagem sustentável 50
Figura 13 – IVA na paisagem da rua e ciclo da água urbano e natural 52
Figura 14 – Quantidade de projetos encontrados com IVA por país 54
Figura 15 – Produções de IVA e TVA no Brasil 58
Figura 16 – Estrutura do modelo *UWU* 60
Figura 17 – Fluxograma da ferramenta 68
Figura 18 – Fluxograma para definição dos grupos de partes interessadas 70
Figura 19 – Composição da Aliança de Aprendizagem da pesquisa 71
Figura 20 – Construção da visão, seu valor e peso, e os indicadores vinculados 78
Figura 21 – Classificação dos temas por importância e peso atribuído 80
Figura 22 – Construção de cenários a partir dos fatores externos 81
Figura 23 – Seleção de estratégia e medidas vinculadas 82
Figura 24 – Processo de definição de medidas de IVA 83
Figura 25 – Escala espacial de abordagens estruturais de IVA 83
Figura 26 – Classificação das medidas de IVA quanto ao tipo e ao grau de benefícios . . 84
Figura 27 – Classificação das medidas estruturais de IVA por escala espacial e por benefícios 85
Figura 28 – Esquema gráfico para seleção de medidas de IVA 86
Figura 29 – Visualização da matriz de resultados do modelo *UWU* 88
Figura 30 – Fluxograma para classificação do índice de efetividade 90
Figura 31 – Esquema gráfico para determinação do índice de efetividade 91
Figura 32 – Localização de Manaus, Amazonas 95
Figura 33 – Crescimento demográfico de Manaus-AM (2002–2021) 96
Figura 34 – Dados de temperatura em Manaus (2002–2021) 97

Figura 35 – Dados de precipitação e umidade relativa do ar em Manaus (2002–2021) . . 97
Figura 36 – Esquema gráfico do SAA de Manaus 99
Figura 37 – Localização das ETA em Manaus 100
Figura 38 – Esquema gráfico do SES de Manaus 101
Figura 39 – Localização das ETE em Manaus 102
Figura 40 – Vista aérea da APA Floresta Manaós, com delimitação 105
Figura 41 – Reunião com o Conselho da APA Floresta Manaós 106
Figura 42 – Delimitação da área de estudo 106
Figura 43 – Setores censitários inseridos na área de estudo 107
Figura 44 – Tipo de uso do solo da área de estudo 109
Figura 45 – Identidade Visual do Projeto Manaus Verde e Azul 113
Figura 46 – Produtos das estratégias de informação e comunicação desenvolvidos para aplicação da ferramenta 113
Figura 47 – Definição dos Indivíduos da comunidade da área de estudo 115
Figura 48 – Quantidade de entrevistas mínima por setores censitários inseridos na área de estudo 115
Figura 49 – Nuvem de palavras a partir de respostas dos membros do Conselho da APA sobre as necessidades da APA 120
Figura 50 – Nuvem de palavras a partir de respostas dos indivíduos da comunidade sobre as necessidades da comunidade 122
Figura 51 – Materiais utilizados para construção da visão e exemplos 124
Figura 52 – Tabulação de medidas de IVA baseada na visão dos participantes 130
Figura 53 – Localização de medidas de IVA na área de estudo 131
Figura 54 – Influências dos fatores externos e das medidas sob os indicadores 132
Figura 55 – Índice de efetividade dos GM de IVA com integração do SAA e SES 136
Figura 56 – Dashboard do modelo *UWU* com resultados da IVA com integração do SAA e SES 138
Figura 57 – Parametrização do consumo de água por aparelho sanitário 194
Figura 58 – Primeiras postagens na rede social do projeto 232

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Categorias de UC de proteção integral 35
Tabela 2 – Categorias de UC de uso sustentável 36
Tabela 3 – Fases do desenvolvimento das águas urbanas 45
Tabela 4 – Comparação entre a gestão passada e a gestão integrada de água urbana . . 47
Tabela 5 – Classificação de medidas de IVA, por diferentes autores 53
Tabela 6 – Projetos Internacionais envolvendo a IVA 55
Tabela 7 – Principais aplicações e adaptações do modelo *UWU* realizadas 61
Tabela 8 – Fatores externos para construção de cenários, utilizados por outros autores . 62
Tabela 9 – Indicadores de sustentabilidade utilizados no modelo *UWU*, por outros autores 63
Tabela 10 – Resumo das características dos participantes da pesquisa 74
Tabela 11 – Dados de entrada necessários para a simulação no modelo *UWU* 77
Tabela 12 – Indicadores de sustentabilidade classificados por tema 79
Tabela 13 – Cálculo dos pesos dos indicadores associados aos temas 80
Tabela 14 – Fatores externos recomendados para construção de cenários 81
Tabela 15 – Abordagens não estruturais de infraestrutura verde azul e estratégias relacionadas 85
Tabela 16 – Intervalos de classificação do Índice de Efetividade 89
Tabela 17 – Legislações municipais de Manaus relacionadas ao uso e ocupação do solo . 103
Tabela 18 – Classificação do uso do solo e áreas correspondentes 108
Tabela 19 – Documentos submetidos ao CEP da UFPR 110
Tabela 20 – Ferramentas e estratégias de informação e comunicação e produtos esperados 112
Tabela 21 – Base de dados para cálculo da amostragem de participantes da comunidade . 114
Tabela 22 – Valores das variáveis da fórmula de amostragem e quantidade mínima de participantes da comunidade 114
Tabela 23 – Características dos Indivíduos da comunidade respondentes do questionário de percepção 116
Tabela 24 – Composição do Conselho da APA Floresta Manaós 117
Tabela 25 – Características dos membros do conselho da APA respondentes do questionário de percepção 117
Tabela 26 – Formação acadêmica do Corpo técnico da pesquisa 118
Tabela 27 – Formação acadêmica e atuação profissional dos facilitadores da pesquisa . . 118
Tabela 28 – Categorias das respostas obtidas sobre as necessidades da APA Floresta Manaós 120
Tabela 29 – Dados de entrada necessários para a simulação no modelo *UWU* 123
Tabela 30 – Pesos dos indicadores associados aos temas 124
Tabela 31 – Indicadores de sustentabilidade por tema, valores e critérios 125
Tabela 32 – Valores de taxa de crescimento populacional para os cenários 126

Tabela 33 – Valores de PIB per capita para os cenários 127
Tabela 34 – Valores de variação de temperatura para os cenários 127
Tabela 35 – Valores de pluviosidade média para os cenários 127
Tabela 36 – Medidas em escala de lote por porcentagem de interesse e observações . . . 128
Tabela 37 – Medidas em escala de vizinhança e de bacia por porcentagem de interesse e observações 129
Tabela 38 – Grupos de medidas de IVA usados nas simulações 131
Tabela 39 – Resultados das simulações das medidas em escala de lote 133
Tabela 40 – Resultados das simulações das medidas em escala de vizinhança e bacia . . 134
Tabela 41 – Resultados das simulações dos grupos de medidas 135
Tabela 42 – Propostas de medidas complementares para o SAA e SES 135
Tabela 43 – Possíveis soluções para coleta de dados de entrada 137
Tabela 44 – Materiais utilizados nos Levantamentos de campo 159
Tabela 45 – Materiais utilizados na Oficina com a comunidade 161
Tabela 46 – Resumo das atividades da Oficina com a comunidade 164
Tabela 47 – Materiais utilizados nas Reuniões com o Corpo Técnico 165
Tabela 48 – Materiais utilizados no Encontro com a Aliança de Aprendizagem 168
Tabela 49 – Resumo das atividades do Encontro com a Aliança de Aprendizagem 170
Tabela 50 – População estimada da cidade de Manaus-AM e taxa de crescimento populacional de 2002 a 2021 184
Tabela 51 – População de homens, mulheres e total por setor censitário da área de estudo 185
Tabela 52 – Projeção para a população da área de estudo 185
Tabela 53 – Domicílios ocupados e não ocupados por setor censitário da área de estudo . 187
Tabela 54 – PIB per capita da cidade de Manaus-AM de 2002 a 2021 188
Tabela 55 – Temperaturas médias anuais e variação de temperatura da cidade de Manaus-AM nos meses de setembro de 2002 a 2021 190
Tabela 56 – Temperaturas média, mínima e máxima de Manaus-AM 190
Tabela 57 – Precipitação acumulada na cidade de Manaus-AM de 2002 a 2021 191
Tabela 58 – Consumo per capita em Manaus-AM de 2017 a 2020 192
Tabela 59 – Parametrização do consumo de água 193
Tabela 60 – Índice de perdas na distribuição de água em Manaus-AM de 2017 a 2020 . . 195
Tabela 61 – Concentrações de DBO por aparelho sanitário 198
Tabela 62 – Cargas de DBO por aparelho sanitário e total 199
Tabela 63 – Valores do coeficiente de escoamento superficial para a área de estudo . . . 202
Tabela 64 – Composição do Conselho da APA Floresta Manaós, nos três mandatos existentes 230

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AM	Amazonas
ACCV	Análise de Custo do Ciclo de Vida
ALE	Alemanha
APA	Área de Proteção Ambiental
AUS	Áustria
BEGIN	*Blue Green Infrastructures through Social Innovation*
BGI	*Blue and Green Infrastructure*
BH	Bacia Hidrográfica
BMP	*Best Management Practices*
CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CEULM/ULBRA	Centro Universitário Luterano de Manaus
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COFAS	*Comparing the Flexibility of Alternative Solutions*
COMDEMA	Conselho Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente
CONEP	Conselho Nacional de Saúde
CPAS	Centros de Produção de Águas Subterrâneas
Ct	Coliformes totais
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
EbA	*Ecosystem-based Adaptation*
Eco-DRR	*Ecosystem-based Disaster Risk Reduction*
ECOSAN	*Ecological Sanitation*
EPC	Estação de Pré-Condicionamento

ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
EUA	Estados Unidos
FAPEAM	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas
FRA	França
GI	*Green Infrastructure*
GIAU	Gestão Integrada das Águas Urbanas
GM	Grupo de medidas
HOL	Holanda
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IE	Índice de Efetividade
Implurb	Instituto Municipal de Planejamento Urbano
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ITA	Itália
IUWM	*Integrated Urban Water Management*
IVA	Infraestrutura Verde e Azul
LID	*Low Impact Development*
N	Nitrogênio
NBR	Norma Brasileira
NbS	*Nature-based Solution*
NMP	Número mais provável
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
P	Fósforo
PCA	Programa de Conservação da Água no meio urbano

PIB	Produto Interno Bruto
PIM	Polo Industrial de Manaus
PMM	Prefeitura Municipal de Manaus
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNSB	Política Nacional de Saneamento Básico
PPGERHA	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental
PR	Paraná
PROSAMIM	Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SCS/UFPR	Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná
SDM	*Structured Decision Making*
SDU	Sistema de Drenagem Urbana
Seinfra	Secretaria de Estado de Infraestrutura
SEMMAS	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SST	Sólidos Suspensos Totais
SUDS	*Sustainable Urban Drainage System*
SUE	Suécia
SUFRAMA	Superintendência da Zona Franca de Manaus
SWITCH	*Sustainable Water management Improves Tomorrow's Cities' Health'*
TCLE	Termo de Compromisso Livre e Esclarecido
TGS	Teoria Geral dos Sistemas
TVA	Trama Verde e Azul

UC	Unidade de Conservação
UCL	*University College London*
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UK	Reino Unido
Unicef	Fundo das Nações Unidas para a Infância
USP	Universidade de São Paulo
UWL	*University of West London*
UWOT	*Urban Water Optioneering Tool*
UWU	*Urban Water Use*
WSUD	*Water Sensitive Urban Design*
VBA	*Visual Basic for Applications*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 20
1.1 Descrição do Problema 22
1.2 Hipótese 23
1.3 Objetivos 23
1.4 Justificativa 24
1.5 Relação da Tese com o Grupo de Pesquisa 24
1.6 Caracterização da pesquisa 26
1.7 Contribuição científica e social da Tese 27
1.8 Escopo da Tese 28

2 REVISÃO DA LITERATURA E ESTADO DA ARTE 29
2.1 Abordagem Sistêmica 29
2.1.1 Planejamento Estratégico 30
2.2 Cidades, urbanização e tipos de ocupação 33
2.2.1 Unidades de Conservação 34
2.2.2 Serviços de Infraestrutura Sanitária 37
2.3 A trajetória da água no meio urbano 42
2.4 Gestão de água no meio urbano 45
2.4.1 Gestão Integrada das Águas Urbanas 46
2.4.2 Outras abordagens 48
2.5 Infraestrutura Verde e Azul 51
2.5.1 Medidas de IVA 52
2.5.2 IVA no mundo 54
2.5.3 IVA no Brasil 56
2.6 Ferramentas e programas de conservação da água e salubridade ambiental no meio urbano 58
2.6.1 Modelo *UWU* 59
2.7 Participação social nos processos de tomada de decisão 64

3 ESTRUTURAÇÃO DE FERRAMENTA PARA A IVA E ENFOQUE COMPLEXO 67
3.1 Visão geral da ferramenta 67
3.2 Fase preliminar 69
3.2.1 Definição da Aliança de Aprendizagem 70
3.2.1.1 Indivíduos da comunidade 71
3.2.1.2 Corpo Técnico 73

3.2.1.3 Facilitadores . . . 73
3.2.2 Explicação da ferramenta . . . 74
3.2.3 Apresentação da área de estudo . . . 75
3.2.4 Avaliação de percepção . . . 75
3.3 Modelo *UWU* adaptado para a IVA e complexidade . . . 76
3.3.1 Definição dos dados de entrada . . . 76
3.3.2 Construção da visão . . . 78
3.3.3 Construção de cenários . . . 81
3.3.4 Componentes de estratégia: IVA . . . 82
3.3.4.1 Critérios de seleção de medidas de IVA . . . 82
3.3.5 Simulação no modelo *UWU* adaptado . . . 87
3.3.5.1 Análise de sensibilidade . . . 90
3.3.6 Avaliação de resultados . . . 91
3.4 Fase de implementação . . . 92
3.4.1 Estratégia geral . . . 92
3.4.2 Plano de Implementação . . . 92
3.4.3 Avaliação continuada . . . 93

4 ESTUDO DE CASO . . . 94
4.1 Principais características de Manaus . . . 95
4.1.1 APA Floresta Manaós . . . 104
4.1.2 Delimitação da área de estudo . . . 105
4.2 Processos preliminares para desenvolvimento da pesquisa . . . 109
4.2.1 Autorização para a pesquisa em UC . . . 109
4.2.2 Autorização para a pesquisa com seres humanos . . . 110
4.2.3 Parcerias para realização da pesquisa . . . 111
4.2.4 Elaboração de estratégias de informação . . . 111
4.3 Definição da Aliança de Aprendizagem . . . 114
4.3.1 Indivíduos da comunidade . . . 114
4.3.2 Corpo Técnico . . . 116
4.3.3 Facilitadores . . . 118
4.4 Explicação da ferramenta e apresentação da área de estudo . . . 118
4.5 Avaliação de percepção . . . 119
4.6 Dados de entrada . . . 122
4.7 Construção da visão . . . 123
4.8 Construção de cenários . . . 125
4.9 Medidas de IVA selecionadas . . . 128
4.10 Simulações no modelo *UWU* . . . 132
4.11 Resultados e Avaliação . . . 133

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 137
5.1 Do modelo *UWU* adaptado 137
5.2 Das estratégias de informação e comunicação para aplicação da ferramenta 140
5.3 Da aplicação da ferramenta na cidade de Manaus-AM 140
5.4 Do documento com diretrizes para implementação de medidas de IVA . 143

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 144

REFERÊNCIAS 146

APÊNDICE A – MATERIAIS E MÉTODOS PARA OS LEVANTAMENTOS DE CAMPO 159

APÊNDICE B – MATERIAIS E MÉTODOS PARA A OFICINA COM A COMUNIDADE 161

APÊNDICE C – MATERIAIS E MÉTODOS PARA AS REUNIÕES COM O CORPO TÉCNICO 165

APÊNDICE D – MATERIAIS E MÉTODOS PARA O ENCONTRO COM A ALIANÇA DE APRENDIZAGEM 168

APÊNDICE E – FOLHETO SOBRE O PROJETO MANAUS VERDE E AZUL 171

APÊNDICE F – LISTA DE FREQUÊNCIA DE REUNIÕES 172

APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE PERCEPÇÃO DOS INDIVÍDUOS DA COMUNIDADE 173

APÊNDICE H – CÁLCULOS, FONTES E RESULTADOS DOS DADOS DE ENTRADA 183
H.1 Dados de caracterização 183
H.2 Sistema de abastecimento de água 191
H.3 Sistema de esgotamento sanitário 196
H.4 Sistema de drenagem urbana 199

APÊNDICE I – MATERIAL DE APOIO À CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS 204

APÊNDICE J – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS 215

APÊNDICE K – CARTILHA DE MEDIDAS DE INFRAESTRUTURA VERDE E AZUL 216

APÊNDICE L – COMPOSIÇÃO DO CONSELHO DA APA FLORESTA MANAÓS 230

APÊNDICE M – PRIMEIRAS POSTAGENS NA REDE SOCIAL DO PROJETO 231

APÊNDICE N – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE PERCEPÇÃO DOS MEMBROS DA APA 233

APÊNDICE O – CONVITE PARA AVALIAÇÃO DE PERCEPÇÃO DOS MEMBROS DA APA FLORESTA MANAÓS . . 242

APÊNDICE P – FOLHETO DE RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE PERCEPÇÃO DOS MEMBROS DA APA FLORESTA MANAÓS 243

APÊNDICE Q – CADASTRO DE PARTICIPANTE 244

APÊNDICE R – CÁLCULOS E DEFINIÇÕES DOS INDICADORES 245

APÊNDICE S – RESULTADOS DA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE – FATORES EXTERNOS 253

APÊNDICE T – RESULTADOS DA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE – HORIZONTE DE PROJETO 270

APÊNDICE U – RESULTADOS DA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE – PESOS DOS INDICADORES 279

APÊNDICE V – RESULTADOS DA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE – NÍVEL DE ACEITAÇÃO DAS MEDIDAS 304

APÊNDICE W – DOCUMENTO COM DIRETRIZES PARA IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS IVA 317

ANEXO A – EXTRATO DO TERMO DE COMPROMISSO E AUTORIZAÇÃO – SEMMAS 321

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO 326

1 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano populacional influencia na exploração dos recursos naturais, como o desflorestamento para construção de moradias, o uso de rios para abastecimento humano e despejo de dejetos, isto de acordo com Cidreira-Neto e Rodrigues (2017). Em muitas cidades, este crescimento excede sua capacidade de absorção em moradia, educação, emprego, serviços de saúde, infraestrutura sanitária e proteção ambiental, como destacam Lüthi, McConville e Kvarnström (2010).

A respeito da infraestrutura sanitária, consideram-se as instalações e tecnologias para abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem urbana. No Brasil, o número de pessoas sem abastecimento de água é da ordem de 16%, em 2020, equivalente a aproximadamente 34 milhões de pessoas sem rede pública de distribuição de água, já sem a coleta e tratamento de esgoto sanitário este número é superior a 93 milhões de brasileiros (BRASIL, 2021b). Enquanto 21,2% dos municípios brasileiros possuem redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana e 14,7% possuem soluções de drenagem natural, como faixas ou valas de infiltração (BRASIL, 2021a)[1].

Com relação ao acesso ao abastecimento de água no Brasil de 2016 a 2020, a região Nordeste possui o maior déficit (37,1%), seguida das regiões Norte (30,3%), Sudeste (26,7%), Sul (3,0%) e Centro-Oeste (2,9%). Ainda assim, a região Nordeste possui 21,3% do investimento nacional para superar este déficit, enquanto a região Norte tem a menor porcentagem (5,1%) de investimentos. Já com relação ao esgotamento sanitário de 2016 a 2020, a região Nordeste possui a maior porcentagem de déficit (35,1%), seguida das regiões Sudeste (25,6%), Sul (16,1%), Norte (14,5%) e Centro-Oeste (8,7%). Embora o maior déficit seja na região Nordeste, o maior percentual de investimentos (51,9%) é destinado à região Sudeste, enquanto o menor é de 3,1% para a região Norte (BRASIL, 2021c). Esse cenário evidencia os desafios da universalização do saneamento básico, principalmente quanto à distribuição dos investimentos para as regiões mais deficitárias.

Somam-se a este quadro as consequências próprias da abordagem convencional do esgotamento sanitário e da drenagem urbana, cujo objetivo é coletar suas águas, transportando-as, o mais rápido possível, para áreas distantes da população. Com isso, são concebidas estruturas, denominadas "cinza", por se encontrarem, na maioria das vezes, enterradas e blindadas da percepção sensorial dos usuários.

De qualquer forma, ainda que o sistema convencional funcione, coletando as águas residuárias e drenando as águas pluviais de determinadas áreas urbanas, sua estrutura possui

[1] Os dados coletados por Brasil (2021b) e Brasil (2021a) correspondem a uma amostra de municípios brasileiros. Para os dados de abastecimento de água, 96% dos municípios participaram; para os dados de esgoto sanitário, 85,2%; e, para drenagem de águas pluviais, 73,7%.

pouca adaptabilidade às mudanças climáticas e à pressão sob o uso do solo, conforme Hoyer et al. (2011). Assim, surgem abordagens sustentáveis que buscam replicar o que ocorre na natureza como, por exemplo, a Infraestrutura Verde e Azul (IVA).

Segundo Lawson et al. (2014), a IVA busca recriar um ciclo da água integrando a gestão dos recursos hídricos e a infraestrutura verde. Além de possuir estruturas visíveis capazes de sensibilizar o usuário a mudar suas atitudes e promover o uso inteligente dos recursos hídricos, diferente de estruturas subterrâneas, em que a população tem menor probabilidade de entender e apreciar a gestão das águas urbanas, como destacam Hoyer et al. (2011).

De acordo com Cruijsen (2015), as medidas de IVA amenizam as inundações em áreas urbanas, proporcionam benefícios físicos, sociais, recreativos e aumentam a biodiversidade. No entanto, para se obter sucesso na implementação de medidas de IVA é importante a participação da população e dos gestores no seu planejamento, implementação e manutenção, como acrescenta Fernandes (2018).

Diante disto, percebe-se a importância de dois aspectos: a gestão das águas urbanas e a participação dos usuários na gestão. Neste sentido, tem-se a abordagem da Gestão Integrada das Águas Urbanas (GIAU) que Phillip, Anton e Steen (2011) definem como uma nova abordagem sobre os recursos hídricos, proporcionando a utilização de tecnologias alternativas adequadas às necessidades locais e com a formulação de novas políticas, diferenciando-se da abordagem convencional.

Esta nova abordagem se baseia no planejamento estratégico, como parte da abordagem sistêmica que trata os sistemas na totalidade, avaliando sua complexidade como requisito necessário para compreender as sinergias existentes entre os sistemas de infraestrutura sanitária.

Algumas ferramentas são desenvolvidas para dar suporte à decisão em busca da GIAU como, por exemplo, o modelo *UWU* (*Urban Water Use*) desenvolvido por Santos e Steen (2011). Este modelo auxilia na escolha de medidas de infraestrutura sanitária de áreas urbanas através de simulações matemáticas que avaliam a eficiência das medidas. Por ser uma ferramenta de tomada de decisão, é necessário o envolvimento das partes interessadas para definir quais medidas de IVA correspondem às expectativas dos usuários. O desafio é adaptar o modelo *UWU* para a IVA e envolver as partes interessadas nas etapas de planejamento estratégico.

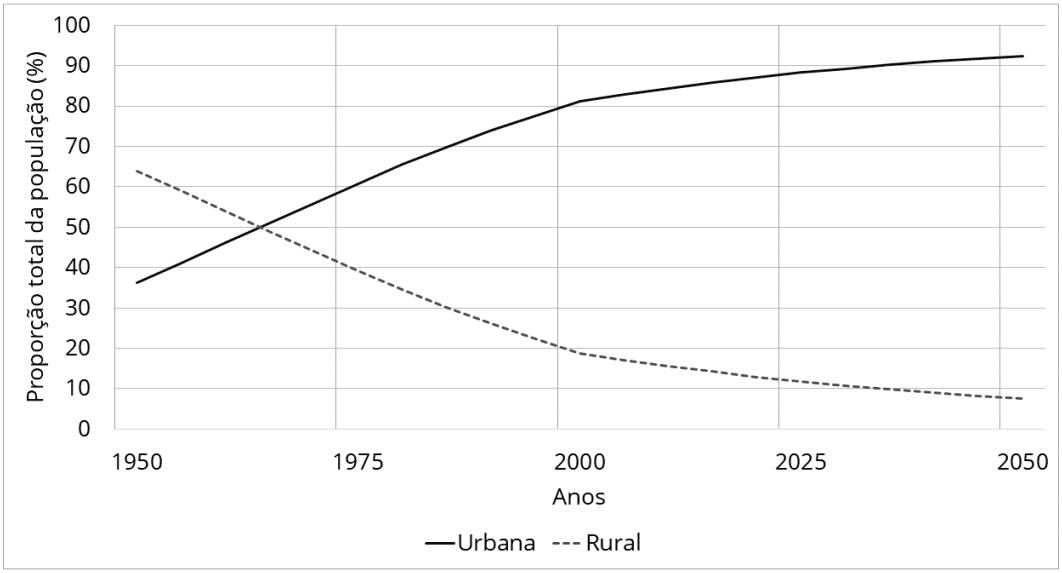
Dessa forma, a aplicação conjunta da GIAU, da IVA e do modelo *UWU* em áreas urbanas pode ser considerada parte das estratégias que promovem a revitalização socioambiental destas áreas. Para Silva e Porto (2021), a revitalização de bacias hidrográficas visa a restauração entre os recursos hídricos e a paisagem urbana, garantindo condições para os usos múltiplos das águas. Assim, para esta Tese a revitalização socioambiental é a reconexão do indivíduo ao ambiente, oportunizando resgatar sua harmonia.

1.1 Descrição do Problema

A ausência de infraestrutura sanitária afeta diretamente a qualidade de vida da população e suas consequências são potencializadas com a crescente urbanização das cidades, criando áreas impermeabilizadas, intensificando os problemas de enchentes e inundações.

De acordo com dados da Organização das Nações Unidas (ONU), 56% da população mundial ocupa áreas urbanas, em 2020, e a previsão é que este número chegue a 69% em 2050, com mais de 6,6 bilhões de habitantes em áreas urbanas. Atualmente, no Brasil, 87,1% da população vive em áreas urbanas e com previsão de 92,4% até 2050 (Figura 1).

Figura 1 – Porcentagem da população em áreas urbanas e rurais no Brasil



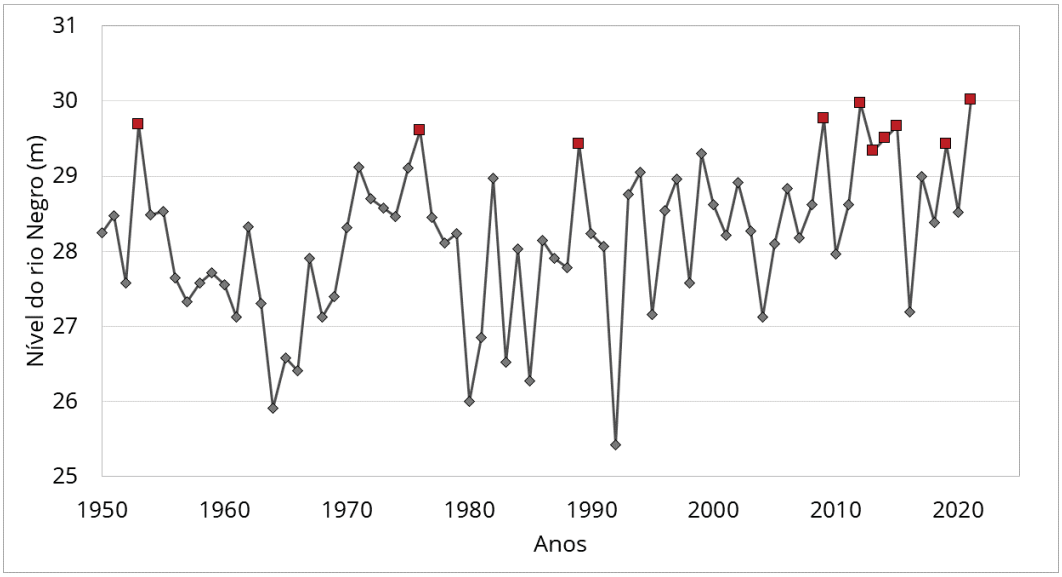
Fonte: ONU (2020).

A região Norte do Brasil, por exemplo, apesar de abrigar aproximadamente 80% da Amazônia brasileira, possui grandes centros urbanos, sendo a cidade de Manaus, no Amazonas (AM) a mais populosa, com mais de 2 milhões de habitantes, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Localizada na bacia hidrográfica (BH) Amazônica, Manaus tem o rio Negro como rio principal, cujos níveis de cheia intensificaram-se nos últimos anos. Analisando os dados do nível do rio Negro desde 1950, sete das dez maiores cheias ocorreram entre 2009 e 2021 (destaques na Figura 2).

Além disso, Manaus é uma metrópole na Amazônia que possui problemas na universalização do saneamento básico, comprometendo a qualidade de vida dos manauaras e do meio ambiente rico em biodiversidade. Dois exemplos deste problema são o índice de perdas na rede de distribuição de água ser igual a 65,24% (em 2020), enquanto a média brasileira era de 40,1%; e o sistema de esgotamento sanitário (SES) atender apenas 21,95% da população, sendo a média nacional igual a 55% (BRASIL, 2021b).

Estes problemas se agravam quando o ser humano age como se estivesse desconectado do meio ambiente que o cerca, como se dele não dependesse. No entanto, há esta inter-relação e a necessidade de reconexão entre indivíduo e ambiente. Diante disto, buscar alternativas que minimizem os impactos decorrentes da urbanização e reestabeleçam essa conexão pode ser uma das soluções para se alcançar a revitalização socioambiental.

Figura 2 – Níveis do rio Negro de 1950 a 2021 com destaque para as 10 maiores cheias



Fonte: Porto de Manaus (2022).

1.2 Hipótese

Como hipótese da pesquisa, tem-se que é possível planejar a revitalização socioambiental de áreas urbanas recorrendo às intervenções baseadas nas abordagens da GIAU e da IVA, envolvendo as partes interessadas no processo de tomada de decisão.

1.3 Objetivos

O objetivo desta Tese consistiu em estruturar uma ferramenta de gestão de água no meio urbano, com base nas filosofias da GIAU e da IVA e o envolvimento das partes interessadas, contribuindo para a revitalização socioambiental de áreas urbanas.

Os objetivos específicos foram:

a) Adaptar o modelo *UWU* para medidas de IVA e complexidade;

b) Elaborar estratégias de informação e comunicação para aplicação da ferramenta;

c) Aplicar a ferramenta em uma área urbana da cidade de Manaus-AM como estudo de caso;

d) Elaborar um documento com diretrizes para o planejamento da implementação de medidas de IVA na cidade de Manaus-AM.

1.4 Justificativa

Diante do problema apresentado, a realização de pesquisas que visem minimizar ou até mesmo sanar os problemas em áreas urbanas é de grande importância para a sociedade e o meio ambiente, pois a proporção da população nestas áreas é significativa e tende a aumentar, intensificando os impactos, visto a falta de planejamento e de implementação de infraestrutura adequada.

A utilização de medidas de IVA em áreas urbanas é uma estratégia para repensar a relação do indivíduo com o meio ambiente que o cerca, além de fornecer serviços ecossistêmicos e possuir adaptabilidade às mudanças climáticas. A integração do indivíduo no processo de tomada de decisão fortalece a futura implementação destas medidas e para isto ocorrer é necessária a utilização de ferramentas que norteiem esta decisão. Neste sentido, o desenvolvimento de procedimentos e técnicas para aplicação da ferramenta proposta e a adaptação do modelo *UWU* à IVA para avaliar se essas medidas têm potencial de implementação em regiões como a Amazônia podem contribuir para a mitigação dos impactos da urbanização e para um ambiente mais equilibrado.

1.5 Relação da Tese com o Grupo de Pesquisa

O grupo de pesquisa Conservação e Salubridade Ambiental, criado em 2002 com predominância na área de Engenharia, tem o objetivo de realizar estudos que promovam a conservação da água e a salubridade ambiental, sob coordenação do professor doutor Daniel Costa dos Santos (Universidade Federal do Paraná – UFPR), com apoio do professor doutor Marcelo Antunes Nolasco (Universidade de São Paulo – USP) e com a participação de pesquisadores de diferentes áreas. As atividades do grupo contam com a colaboração de alunos de graduação de Engenharias, mestrandos e doutorandos em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental com o desafio de criar soluções de planejamento e gestão para a conservação da água e promoção da salubridade ambiental.

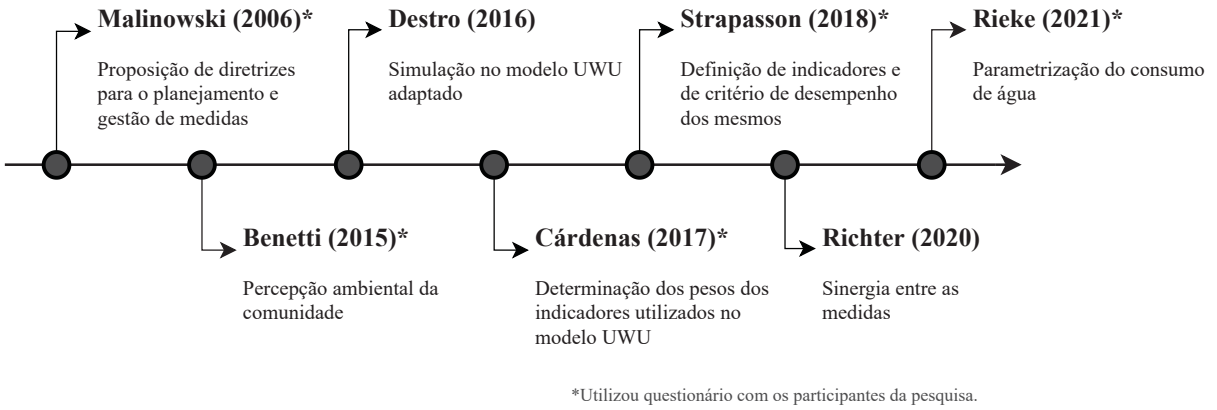
Na área de **Conservação da Água** constam pesquisas no intuito de avaliar potencialidades de ações diversas de conservação de água, tanto ao nível residencial quanto no nível das bacias hidrográficas. Nesta linha de pesquisa, são realizados estudos de potabilização da água, tratamento de baixo custo do esgoto sanitário, drenagem urbana em comunidades de interesse social, coleta e disposição do resíduo sólido.

Na área de **Salubridade Ambiental** constam atividades para a promoção da salubridade ambiental, esta vista englobando a salubridade do meio antrópico, da habitação, além da saúde

pública. Nesta linha de pesquisa, são realizados estudos de uso racional da água, reuso de água, combate ao desperdício de água, bem como aproveitamento de fontes alternativas de água.

As principais produções vinculadas ao grupo de pesquisa são disponibilizadas em forma de trabalhos científicos, teses e dissertações. Até 2022 o grupo produziu 11 artigos científicos, mais de 60 trabalhos completos em eventos científicos, cinco teses de doutorado e 21 dissertações de mestrado, além do modelo *UWU* desenvolvido em 2011. Dessa forma, esta pesquisa foi desenvolvida como parte do grupo de pesquisa e possui relação com outras pesquisas desenvolvidas. Na Figura 3 são apresentadas as produções do grupo de pesquisa que possuem relação com esta Tese.

Figura 3 – Produções do Grupo de Pesquisa que possuem relação com a Tese



Fonte: A Autora (2022).

Malinowski (2006) apresentou uma aplicação da metodologia contida no Programa de Conservação da Água no meio urbano (PCA), possibilitando a estruturação de diretrizes para o planejamento de reuso da água. A relação com esta Tese se deu pelo procedimento utilizado para se chegar à proposição de diretrizes para o planejamento e gestão de medidas. A autora utilizou de questionários para verificar a aceitabilidade dos usuários quanto às medidas propostas. A partir disto, foram utilizados critérios para concepção das medidas, importantes quando se envolve a comunidade no processo de tomada de decisão.

Benetti (2015) desenvolveu uma ferramenta para concepção integrada de infraestrutura sanitária, aplicada em uma microbacia no município de Almirante Tamandaré – Paraná (PR), envolvendo a comunidade local. Destaca-se a etapa preliminar adotada: aproximação inicial com a comunidade. Nesta etapa, a pesquisadora propõe perguntas abertas para avaliar a percepção dos comunitários quanto aos principais problemas da comunidade e averiguar o interesse por programas de saneamento com a participação popular. Os procedimentos adotados pela autora forneceram embasamento para a etapa de avaliação de percepção dos participantes da pesquisa.

Destro (2016) realizou uma adaptação do modelo *UWU* para viabilizar a avaliação de medidas de drenagem urbana sustentável e auxiliar no processo de tomada de decisão. Com isso, é uma importante referência para a adaptação realizada utilizando medidas de IVA.

Cárdenas (2017) avaliou o modelo *UWU* em uma área urbana da cidade de Curitiba-PR, propondo medidas que promovam melhorias à mesma. Uma contribuição importante avaliada para esta tese foi a metodologia adotada para determinação dos pesos dos indicadores de sustentabilidade utilizados no modelo *UWU*. A autora realizou uma consulta com especialistas em Engenharia e, mediante um questionário com escala de importância, definiu os pesos dos indicadores pela média aritmética de respostas obtidas, apresentado na Seção 3.3.2.

Strapasson (2018) utilizou o instrumento de tomada de decisão estruturada (*SDM — Structured Decision Making*) para desenvolver, aplicar e analisar alternativas de sistemas de tratamento de águas residuais, com ferramentas de pré-seleção e *ValueCharts*. Para esta Tese, foram avaliadas a definição de participantes da pesquisa utilizada pelo autor, a definição de indicadores e de critério de desempenho dos mesmos, bem como o questionário de avaliação e percepção da ferramenta pelos participantes.

Richter (2020) melhorou o modelo *UWU* para explorar as interações entre os sistemas de infraestrutura sanitária e identificar sinergias positivas e negativas, caso existentes, auxiliando no processo de planejamento e gestão para o uso sustentável da água no ambiente urbano. Assim, a relação com esta Tese se deu pela abordagem do planejamento estratégico e complexidade utilizada para analisar as possíveis sinergias entre as medidas propostas para os sistemas de infraestrutura sanitária.

Rieke (2021) avaliou o impacto da abordagem integrada entre o sistema de abastecimento de água (SAA) e as edificações, no que se refere à cobertura populacional e à conservação de água e energia. Um dos resultados foi a parametrização do consumo de água nas edificações residenciais utilizada para determinar a parametrização do consumo para as simulações do modelo *UWU* desta Tese.

Com isso, espera-se que esta Tese também contribua para solucionar alguns dos desafios do grupo de pesquisa e integrar os trabalhos desenvolvidos, promovendo a disseminação de seus achados científicos.

1.6 Caracterização da pesquisa

A pesquisa caracteriza-se por ser de abordagem tanto quantitativa, quanto qualitativa, de natureza aplicada com objetivos exploratórios-descritivos e procedimentos de pesquisa documental e de campo. Foi utilizado o procedimento de estudo de caso para aplicar as técnicas estruturadas para a ferramenta. Por possuir objetivos exploratórios e descritivos foram realizadas pesquisa bibliográfica e entrevistas. Com relação aos dados coletados, entende-se por dados primários aqueles que ainda estão em posse dos pesquisados, necessitando serem coletados

diretamente e dados secundários são aqueles já existentes, coletados, tabulados e analisados para outros fins (MINAYO; DESLANDES; GOMES, 2015).

1.7 Contribuição científica e social da Tese

Esta pesquisa se caracteriza como científica[2] por buscar aprofundar o conhecimento sobre medidas de saneamento, baseadas em IVA, abordadas no Brasil em trabalhos de Nascimento et al. (2016), Marques (2017), Marques e Franco (2017), Alencar et al. (2018), Alencar et al. (2019), Fernandes, Eleutério e Nascimento (2019), Nascimento et al. (2019) e Gomes et al. (2021).

A originalidade desta tese está em aplicar o modelo *UWU* para a integração espacial da IVA na Amazônia. A utilização desta filosofia tem caráter inovador[3] por prever a participação de uma comunidade na região Amazônica para melhoria da salubridade ambiental da área. Além de estruturar uma ferramenta, utilizando o planejamento estratégico como fio condutor do método em questão, a participação social no desenvolvimento desta ferramenta é importante para validar o método utilizado e permitir a troca de conhecimentos científico e empírico.

Santos (2004) destaca que, mesmo diante da participação da comunidade no processo de planejamento ambiental, tem-se a dificuldade do usuário em conhecer a origem e o destino do recurso ambiental utilizado. Assim, foi previsto o fortalecimento da participação da comunidade por meio da disseminação de informações, impressas e digitais, sobre as medidas de IVA, com linguagem acessível e clara. Para isto, algumas estratégias foram desenvolvidas como a criação de uma conta em rede social e elaboração de materiais de apoio.

Por esta pesquisa ser financiada com recursos da parceria entre a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), mediante bolsa de estudos de doutorado, além da participação da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS) e do Centro Universitário Luterano de Manaus (CEULM/ULBRA), a sua realização na cidade de Manaus-AM traz uma contribuição direta para o desenvolvimento local.

A aplicação desta pesquisa ainda contribuirá, direta ou indiretamente, para alguns dos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS), estabelecidos pela ONU:

a) **ODS 3 – Saúde e Bem-estar** – As alternativas propostas promoverão o saneamento do meio e, consequentemente, combaterão doenças transmitidas pela água.

b) **ODS 6 – Água potável e saneamento** – As medidas se implementadas promovem o acesso ao saneamento e melhoram a qualidade da água, à medida que os esgotos

[2]Para Baptista e Campos (2010), quando se desenvolve atividades que envolvam experiências de modo sistemático, por métodos e técnicas que buscam um conhecimento científico, tem-se uma pesquisa científica. Esta deve produzir conhecimento novo, de relevância teórica e social, válido e fidedigno.

[3]Para Figueiredo (2019), inovar é uma forma de abordar problemas conhecidos, usando técnicas mais sustentáveis com a participação da comunidade beneficiária em todas as fases do planejamento, implantação e operação das tecnologias.

deixam de ser lançados nos cursos d'água. A pesquisa é baseada na implementação da gestão integrada dos recursos hídricos, buscando fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão de água e do saneamento.

c) **ODS 11 – Cidade e comunidades sustentáveis** – As medidas sugeridas buscam planejar o acesso aos serviços básicos, trabalhar aspectos da urbanização sustentável e aumentar as capacidades para o planejamento e gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis. Além de proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes.

d) **ODS 13 – Ação contra a mudança global do clima** – A IVA tem como um dos benefícios o melhoramento do clima e, como premissa para seu funcionamento, a gestão por parte dos usuários.

e) **ODS 15 – Vida terrestre** – Um dos resultados esperados com a aplicação da pesquisa é a conservação, recuperação e uso sustentável do solo e da água, que implica nos ecossistemas terrestres.

1.8 Escopo da Tese

No capítulo 1 tem-se a contextualização da Tese, a descrição do problema e consequente motivação para o desenvolvimento da pesquisa, bem como a hipótese da pesquisa, os objetivos, a justificativa, a relação da Tese com o Grupo de Pesquisa "Conservação e Salubridade Ambiental", a caracterização metodológica da pesquisa e, por fim, a contribuição científica e social da Tese.

No capítulo 2 a revisão da Literatura e Estado da Arte são apresentados temas considerados importantes para a pesquisa e aprofundados no desenvolvimento da mesma. Estes temas são: Abordagem Sistêmica; Cidades, urbanização e tipos de ocupação; A trajetória e a gestão de água no meio urbano; IVA; ferramentas e programas de conservação da água e salubridade ambiental no meio urbano; e participação social nos processos de tomada de decisão.

No capítulo 3 está detalhada a estruturação da ferramenta para a IVA e enfoque complexo, bem como os procedimentos e técnicas para aplicação da ferramenta. No capítulo 4 está apresentado o estudo de caso em uma sub-bacia na cidade de Manaus e descritos os resultados obtidos com a aplicação da ferramenta na área de estudo. No capítulo 5 são discutidos os principais resultados da Tese diretamente associados com os objetivos específicos. Dentre os principais resultados, destacam-se: a estruturação da ferramenta baseada na IVA e o envolvimento das partes interessadas no processo de estruturação e aplicação da ferramenta. E no capítulo 6 são apresentadas as conclusões da Tese e recomendações para futuras pesquisas.

2 REVISÃO DA LITERATURA E ESTADO DA ARTE

Para o desenvolvimento desta pesquisa, alguns tópicos foram revisados partindo-se do que se considerou o fio condutor que é a abordagem sistêmica, incluindo o planejamento estratégico como parte integrante desta visão (Seção 2.1).

Como a pesquisa envolve áreas urbanas, unidade de conservação e infraestrutura sanitária que fazem parte do planejamento da ocupação humana, destinou-se à Seção 2.2 a conceituação e descrição destes temas.

Na Seção 2.3 o objetivo foi introduzir sobre a trajetória da água no meio urbano, tendo em vista a necessidade de uma visão sistêmica dos componentes e conexões do ciclo da água.

Já na Seção 2.4 tem-se o objetivo de resgatar a forma de gestão de água no meio urbano e apresentar uma nova abordagem que considera a integração dos sistemas e seus usuários na gestão de águas urbanas.

Tendo em vista que esta pesquisa utilizou a IVA como estratégia para medidas de saneamento, na Seção 2.5 são apresentadas as características, medidas e a utilização desta abordagem no cenário mundial e nacional.

A utilização de ferramentas e programas de conservação da água e salubridade ambiental são abordados na Seção 2.6, com destaque para o modelo *UWU* que foi adaptado para a IVA.

Considerando que a participação social no processo de tomada de decisão é imprescindível para que a GIAU e a IVA sejam efetivadas, na Seção 2.7 são apresentadas abordagens de participação e mobilização social.

2.1 Abordagem Sistêmica

A abordagem sistêmica sucede à abordagem clássica, esta também conhecida como visão reducionista, orientada por conceitos do filósofo René Descartes. A diferença entre estas abordagens está na forma de analisar os sistemas existentes.

A visão reducionista divide o todo em diversas partes e analisa-as de forma individual, desconsiderando sua dependência das outras partes, como destaca Betiol (2012). Ou seja, se baseia no princípio de sistema fechado, onde os fatores externos não influenciam o resultado, tratando-se de um sistema mecanicista (BRASIL, 2011).

Diante desta visão, a própria ciência foi fragmentada em disciplinas levando os estudiosos a decidirem por um tema para especialização. No entanto, apesar dos avanços científicos proporcionados pela visão reducionista, a complexidade observada nos dias atuais não é suficientemente explicada por uma abordagem que se baseia em um sistema cartesiano que prevê a linearidade dos fenômenos (CORRÊA, 2019).

Com isso, a abordagem sistêmica surge como um novo paradigma, através da Teoria Geral dos Sistemas (TGS) proposta por Bertalanffy (1968), aplicando uma visão holística à Biologia e, posteriormente, incorporada em outras áreas de estudo como as ciências ambientais. Sua principal característica é considerar os sistemas como a interação de elementos complexos, de forma não-linear e com sinergias positivas e negativas (BETIOL, 2012).

Um exemplo da aplicação da visão holística na área ambiental é a utilização de sistemas de saneamento básico descentralizados, nos quais não se deve vislumbrar apenas o funcionamento técnico das intervenções, mas deve-se conhecer as necessidades e desejos da população a ser beneficiada. Sendo necessário estabelecer um diálogo com a sociedade para identificar sua percepção frente aos problemas enfrentados, como afirmam Madrid et al. (2015).

Quando considerado os sistemas de saneamento básico na totalidade se têm diferentes formas de abordagens. Separando-se os principais sistemas (abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e coleta e disposição de resíduos sólidos) e desconsiderando suas interações, incorre-se à visão reducionista que não vislumbra o potencial destes sistemas quando analisados em sinergia. Algumas sinergias nos sistemas de águas urbanas são trazidas por Nieuwenhuis et al. (2021) que destacam a necessidade de integração no âmbito espacial, prevendo soluções que se encaixem na paisagem (superfície e subsolo) sem interferências; no âmbito de recursos, onde a saída de um sistema (abastecimento de água, por exemplo) é a entrada de outro sistema (esgotamento sanitário); no âmbito de infraestrutura, priorizando o multiúso de galerias que comportem tubulações e cabos; no âmbito de dado para combinar dados de diferentes sistemas urbanos; e, no âmbito do planejamento para alinhar os planos para os diversos sistemas de águas urbanas.

Entretanto, esta análise é direcionada ao pensamento complexo propagado por Edgar Morin. Segundo o filósofo, a complexidade, do latim *complexus*, é um tecido conjunto de elementos heterogêneos indissociáveis. Devido à incerteza, à desordem e à ambiguidade que a complexidade representa, os fenômenos passaram a ser simplificados para ser compreendidos, não significando que esta compreensão é de fato a expressão da realidade. Assim, o pensamento complexo permite distinguir sem dividir (MORIN, 2015).

Destarte, a abordagem sistêmica está intrinsecamente conectada à complexidade e amplamente aplicada em diversas áreas da Ciência, a fim de unir os diversos conhecimentos e avaliar suas influências sobre os fenômenos. Um exemplo desta aplicação é o planejamento estratégico, abordado na subseção que segue.

2.1.1 Planejamento Estratégico

O planejamento de longo prazo foi direcionado por décadas pela abordagem clássica, seguindo a identificação do problema, a avaliação de soluções e a escolha do melhor resultado, como Malekpour, Haan e Brown (2016) salientam. No entanto, o planejamento de qualquer ação depende dos objetivos, estratégias, incertezas, além de uma avaliação da eficiência que

tal ação proporciona, indo além da visão reducionista que simplifica a análise dos fenômenos, minimizando as incertezas associadas.

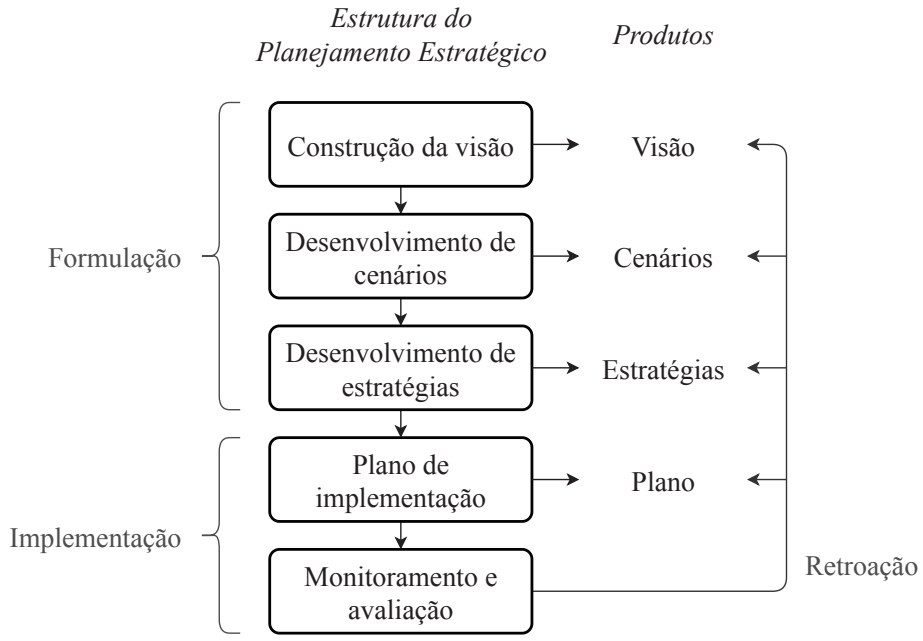
Diante disto, a TGS permite que as características da organização, seja de um organismo vivo ou de uma sociedade, tais como o crescimento, diferenciação, ordem hierárquica, dominância, controle, competição, entre outras, sejam definidas dentro do modelo matemático de um sistema (BERTALANFFY, 1968).

O planejamento estratégico, baseado na TGS, engloba a tentativa de compreender as incertezas e complexidade dos fenômenos, envolvendo as partes interessadas na elaboração de cenários e na construção de estratégias robustas e adaptativas que sejam aplicáveis em uma ampla gama de cenários futuros, conforme Malekpour, Haan e Brown (2016).

A estrutura do planejamento estratégico é composta por formulação e implementação do plano, com constante retroação, como ilustrado na Figura 4.

De acordo com Santos e Steen (2011), o planejamento estratégico, em sua formulação, é composto por três etapas: construção da visão, desenvolvimento de cenários e desenvolvimento de estratégias. Phillip, Anton e Steen (2011) complementam com as etapas da implementação que envolvem o plano de implementação (ou ação) e o monitoramento e avaliação.

Figura 4 – Estrutura do planejamento estratégico e produtos relacionados



Fonte: Elaborado a partir de Phillip, Anton e Steen (2011) e Santos e Steen (2011).

Conforme Steen e Howe (2009), a visão é uma descrição concisa do desejo futuro, representando o que se espera alcançar, deve-se traduzir este desejo em objetivos e formular indicadores para atingi-los. Este processo faz parte da construção da visão.

A etapa de desenvolvimento de cenários consta de determinar os fatores externos mais importantes e mais incertos que representem a forma que o mundo será no futuro. Após a construção da visão e desenvolvimento de cenários, deve-se formular diferentes estratégias para atingir a visão sob os cenários (STEEN; HOWE, 2009).

Como Bertalanffy (1968) citou, é possível desenvolver um modelo matemático para avaliar o planejamento estratégico como um sistema. Esta modelagem deve indicar se as estratégias apresentam bons resultados para o sistema elaborado e então iniciar a fase de implementação das estratégias.

A fase de implementação consta da elaboração do plano de implementação e do monitoramento e avaliação dos produtos de todas as etapas do planejamento estratégico. Por conseguinte, é possível identificar se o planejamento está sendo eficaz e se as variáveis simuladas foram adequadas à realidade, este processo caracteriza a fase de retroação.

Cabe ressaltar que a formulação e implementação do planejamento estratégico é responsabilidade das partes interessadas na resolução do problema identificado, denominada por Steen e Howe (2009) como Aliança de Aprendizagem.

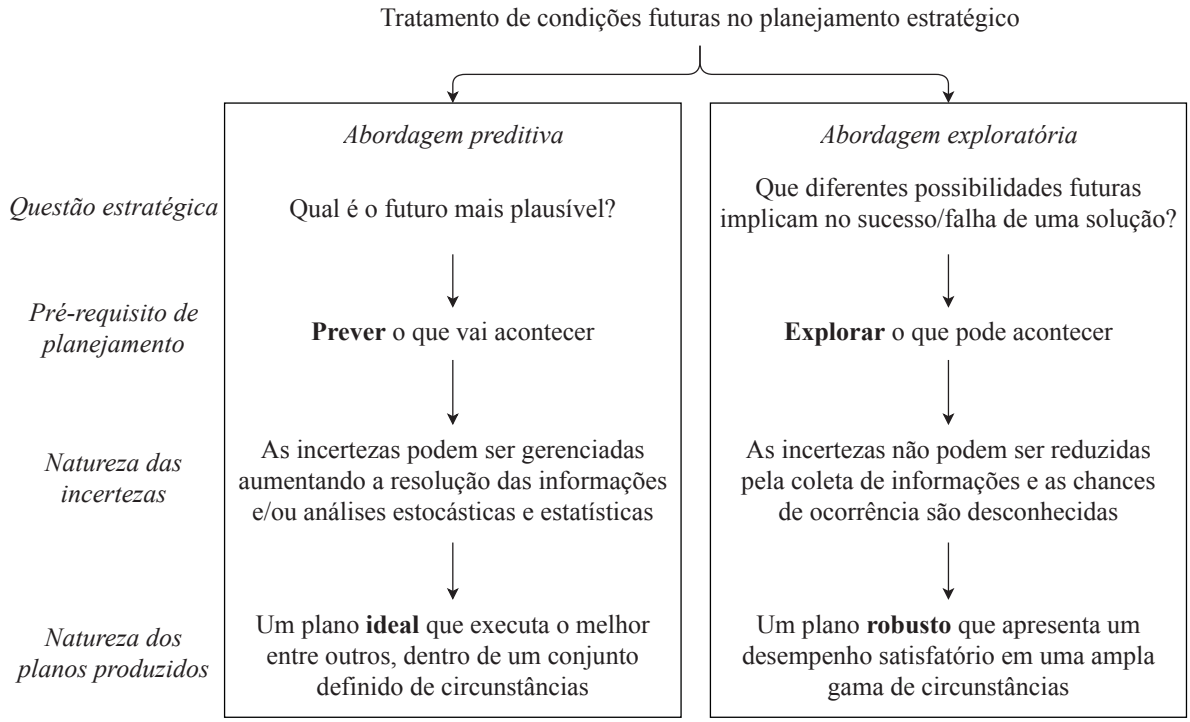
O estudo realizado por Malekpour, Haan e Brown (2016) avaliou a forma de abordar as condições futuras do planejamento estratégico, dividindo-as em abordagem preditiva e exploratória:

a) Na abordagem preditiva utiliza-se extrapolações das tendências passadas para determinar o cenário futuro, de modo a prever o que vai acontecer, gerando um plano ideal dentre as alternativas existentes. No entanto, para cenários que se mostrem diferentes do previsto o planejamento realizado torna-se incerto.

b) Já na abordagem exploratória, ao invés de prever cenários a ideia é explorar as várias possibilidades futuras, considerando incertezas profundas, inclusive no momento da decisão dos cenários. Uma dificuldade desta abordagem é englobar as várias possibilidades em um formato digerível.

Na Figura 5 tem-se uma análise comparativa entre as duas abordagens.

Figura 5 – Abordagem preditiva *versus* exploratória para o tratamento de condições futuras no planejamento estratégico



Fonte: Adaptado de Malekpour, Haan e Brown (2016).

Assim, uma modelagem exploratória e a descoberta de cenários sob os quais o plano falhe em atingir a visão pode gerar uma quebra de tendência e aumentar a capacidade criativa das partes interessadas em explorar possibilidades futuras.

No planejamento estratégico tem-se a liberdade de decisão de quais ferramentas e técnicas utilizar para sua formulação e implementação. O que irá contribuir para esta decisão é o conhecimento do problema abordado que, para esta pesquisa, envolve a forma de ocupação dos espaços urbanos e a dinâmica dos serviços oferecidos.

Para isto, as próximas seções abordam alguns aspectos considerados importantes para apoiar o processo de estruturação do planejamento estratégico para solução do problema identificado na Seção 1.1 (pág. 22).

2.2 Cidades, urbanização e tipos de ocupação

O crescimento da população urbana tem sido evidente no cenário mundial. No Brasil, a partir de 1964 a população em áreas urbanas superou a população rural, de acordo com dados da ONU (2020) e desde então alcançou a proporção de 87% de pessoas residindo em cidades.

Este crescimento tende à definição de características que diferenciam o urbano do rural. De acordo com IBGE (2017), vários elementos influenciam nesta diferenciação:

a) Delimitação político-administrativa – os municípios decidem sobre o perímetro urbano;

b) Tamanho populacional – o urbano se caracteriza pela concentração populacional e o rural pela sua dispersão;

c) Densidade demográfica – que é o número de habitantes por área, de difícil definição pois há heterogeneidade entre urbano e rural;

d) Atividade econômica – o urbano se caracteriza, principalmente, por desenvolver atividades secundárias e terciárias, e o rural por atividades primárias;

e) Morfologia – os tipos de edificações, loteamentos, arruamento e uso do solo podem ser utilizados para diferenciar urbano e rural;

f) Modo de vida – relacionado à divisão do trabalho e à heterogeneidade social.

As áreas urbanas são divididas ainda em área urbana, área não urbanizada de cidade ou vila e área urbana isolada, enquanto que as áreas rurais são classificadas como aglomerado rural de extensão urbana, povoado, núcleo, lugarejo e área rural (IBGE, 2017). Para esta pesquisa considerou-se área urbana como área inserida no perímetro urbano definido por Lei municipal.

A relação urbano e sociedade é complexa, principalmente pela ausência de identidade com o lugar, ou seja, a migração do rural para o urbano embute ao ser humano o desapego com suas raízes, como destaca Berry (2014).

Esta falta de apego ao lugar dificulta a resiliência da cidade, devido a três fatores principais: a população urbana é mais desconectada com a natureza do que a população rural; as pessoas nas áreas urbanas tendem ao anonimato resultando na desconexão com a comunidade; e, a tendência à complacência e desconexão com o governo (BERRY, 2014).

Assim, torna-se necessário desenvolver estratégias para reestabelecer esta conexão da população com o lugar, principalmente com a natureza que a cerca. Para que isto seja possível é fundamental compreender a importância desta relação.

No Brasil, foram estabelecidas formas de conservação do meio ambiente para protegê-lo da expansão urbana e, em alguns casos, promover a interação entre meio ambiente e sociedade. Com isso, a próxima seção trata sobre este tema.

2.2.1 Unidades de Conservação

Unidade de Conservação (UC) é um espaço territorial e seus recursos ambientais com características naturais relevantes, criadas para fins de conservação e preservação (BRASIL, 2000).

No Brasil, em 1934 iniciaram-se as regulamentações das áreas protegidas, através do antigo Código Florestal que previa a criação de parques nacionais, estaduais e municipais, como destacam Sousa et al. (2011).

Atualmente, a criação e gestão das UC é regulamentada pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), instituído pela Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000 (BRASIL, 2000). O SNUC divide as UC em dois grupos: proteção integral e uso sustentável.

As UC de proteção integral são classificadas em cinco categorias (Tabela 1) que tem o objetivo de preservar a natureza, não sendo admitido o consumo, coleta, dano ou destruição dos recursos naturais (BRASIL, 2000).

Tabela 1 – Categorias de UC de proteção integral

Categoria	Objetivo	Usos
1. Estação Ecológica	Preservar e pesquisar.	Pesquisas científicas, visitação pública com objetivos educacionais.
2. Reserva Biológica	Preservar a biota (seres vivos) e demais atributos naturais, sem interferência humana direta ou modificações ambientais.	Pesquisas científicas, visitação pública com objetivos educacionais.
3. Parque Nacional	Preservar ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica.	Pesquisas científicas, desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, recreação em contato com a natureza e turismo ecológico.
4. Monumento Natural	Preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica.	Visitação pública.
5. Refúgio de Vida Silvestre	Proteger ambientes naturais e assegurar a existência ou reprodução da flora ou fauna.	Pesquisa científica e visitação pública.

Fonte: Brasil (2000) organizado por Rocha (2013).

As UC de uso sustentável são classificadas em sete categorias (Tabela 2) cujo objetivo é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais (BRASIL, 2000).

Apesar dos avanços em termos de proteção e conservação dos recursos naturais, Cidreira-Neto e Rodrigues (2017) avaliam que em muitos casos a criação de UC acontece somente no papel para atender exigências legais, prejudicando principalmente a gestão de UC de uso sustentável pela falta de habilidade em conciliar o manejo dos recursos naturais com a presença humana permitida nesta categoria.

Ainda assim, na gestão de UC municipais e particulares vislumbra-se o potencial de interação com o cidadão, possibilitando seu envolvimento em atividades e experiências em contato com a natureza; e, disseminando os objetivos das UC para a sociedade, como destacam Sousa et al. (2011).

Tabela 2 – Categorias de UC de uso sustentável

Categoria	Objetivo	Usos
1. Área de Proteção Ambiental	Proteger a biodiversidade, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.	Possui normas e restrições para a utilização de propriedade privada. Pesquisas científicas e visitação pública.
2. Área de Relevante Interesse Ecológico	Manter os ecossistemas naturais e regular o uso admissível dessas áreas.	Respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para utilização de propriedade privada.
3. Floresta Nacional	Uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e pesquisa científica, esta última com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.	Visitação, pesquisa científica e manutenção de populações tradicionais.
4. Reserva Extrativista	Proteger os meios de vida e a cultura das populações extrativistas tradicionais, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais.	Extrativismo, agricultura de subsistência e criação de animais de pequeno porte. Pesquisas científicas e visitação pública.
5. Reserva de Fauna	Manejo econômico sustentável de recursos faunísticos – populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias.	Pesquisas científicas e visitação pública.
6. Reserva de Desenvolvimento Sustentável	Preservar a natureza e assegurar as condições necessárias para a reprodução e melhoria dos modos e da qualidade de vida das populações tradicionais.	Exploração sustentável dos recursos naturais. Visitação e pesquisas científicas podem ser permitidas.
7. Reserva Particular do Patrimônio Natural	Conservar a diversidade biológica.	Pesquisa científica e visitas com objetivos turísticos, recreativos e educacionais.

Fonte: Brasil (2000) organizado por Rocha (2013).

Para auxiliar na gestão das UC, o SNUC prevê a elaboração do plano de manejo que é o documento técnico no qual se estabelece o zoneamento e as normas de uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade. Além disto, destaca que a gestão deve ser realizada de forma integrada com as políticas de administração das terras e águas circundantes, respeitando a realidade local (BRASIL, 2000).

Considera-se que a implementação de atividades de educação ambiental, reuniões, semanas de integração entre as UC, atividades de pesquisa, bem como um conselho gestor deliberativo são fundamentais para o êxito da gestão de UC, como citam Cidreira-Neto e Rodrigues (2017).

Dessa forma, a criação de UC atrelada à uma gestão consolidada é primordial na conservação e preservação dos recursos naturais, independente se em área urbana ou rural.

Portanto, pesquisas científicas envolvendo UC são relevantes para contribuir no fortalecimento da gestão de UC e de seus objetivos.

2.2.2 Serviços de Infraestrutura Sanitária

A importância de conhecer os serviços de infraestrutura sanitária está associada à compreensão da origem e destino dos recursos utilizados. Em uma cidade, os principais serviços de infraestrutura sanitária envolvem o abastecimento de água, a coleta e tratamento de esgoto sanitário, o manejo e disposição final de águas pluviais e de resíduos sólidos. Dentre estes serviços, esta pesquisa se debruçou sobre a atuação daqueles que envolvem a água como recurso a ser transportado, ou seja, os sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem urbana.

A concepção destes sistemas podem prever estruturas centralizadas ou descentralizadas. Quando se tem uma concepção centralizada, os serviços geralmente são geridos pelo Estado, Município ou empresa. Quanto à descentralizada, os serviços geralmente são em escala de lote ou de vizinhança.

Compreender as partes que integram estes sistemas é fundamental para o processo de tomada de decisão, pois como parte de um todo complexo, suas partes influenciam e são influenciadas, tanto dentro do sistema analisado quanto entre sistemas.

- **Abastecimento de Água**

O objetivo principal do SAA é fornecer ao usuário água com qualidade e em quantidade adequada e pressão suficiente. As partes que compõem o SAA são: manancial, captação, estação elevatória, adutora, estação de tratamento, reservatório e rede de distribuição (TSUTIYA, 2014).

Para a concepção e dimensionamento destas partes é necessário um estudo prévio da área para abastecimento, tais como características físicas, uso e ocupação do solo, aspectos sociais e econômicos e os sistemas de infraestrutura sanitária existentes. É importante definir a demanda de água como o consumo *per capita*, os tipos de uso (doméstico, comercial, industrial, público e especial), os coeficientes de variação do dia de maior consumo (K_1) e da hora de maior consumo (K_2) e o alcance do estudo.

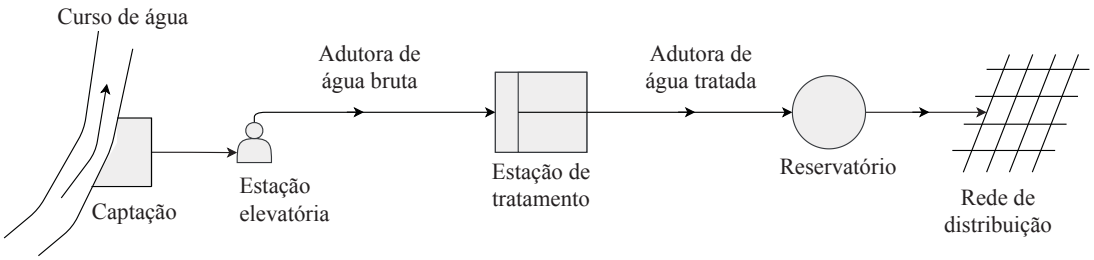
O manancial é a fonte de onde a água é retirada para o abastecimento, podendo ser superficial, como rios e lagos, ou subterrâneo através de poços (TSUTIYA, 2014). A captação depende do manancial a ser aproveitado para serem analisadas suas estruturas e dispositivos para retirada de água do manancial (AZEVEDO NETTO, 2015).

A estação elevatória é um conjunto de obras e equipamentos destinados a recalcar a água para a unidade seguinte, seja água bruta (água no estado em que é encontrada) ou água tratada. Já a adutora é a canalização que conduz a água entre as unidades que precedem a rede de distribuição, podendo transportar água bruta ou água tratada (TSUTIYA, 2014).

A estação de tratamento de água (ETA) é uma instalação responsável por adequar a qualidade da água para o consumo humano dos pontos de vista físico, químico, biológico e bacteriológico, com isso o tratamento da água bruta depende das características do manancial e dos padrões de potabilidade exigidos (AZEVEDO NETTO, 2015). No Brasil, estes padrões são determinados pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5 de 2017 do Ministério da Saúde.

O reservatório é o elemento destinado a regularizar as variações entre as vazões de adução e de distribuição e condicionar as pressões na rede de distribuição. A rede de distribuição é a parte do sistema formada por tubulações e órgãos acessórios destinada a colocar água potável à disposição dos usuários, de forma contínua, em quantidade e pressão recomendada (TSUTIYA, 2014). Estas partes caracterizam o sistema convencional de abastecimento de água ou concepção centralizada e estão esquematizadas na Figura 6.

Figura 6 – Partes constituintes de um sistema convencional de abastecimento de água



Fonte: Adaptado de Tsutiya (2014).

Na concepção descentralizada, o diferencial está na escala que o sistema será implementado. O manancial pode ser de fonte superficial, subterrânea ou alternativa. As fontes alternativas incluem o aproveitamento da água da chuva e a utilização de água cinza. Comparando a concepção descentralizada ao sistema convencional, a instalação elevatória terá potência requerida inferior devido ao volume de água recalcado; dependendo da fonte de água, o tratamento da água bruta pode ser simplificado; e, a reservação e a distribuição possuem estruturas menos robustas (TSUTIYA, 2014).

- **Esgotamento Sanitário**

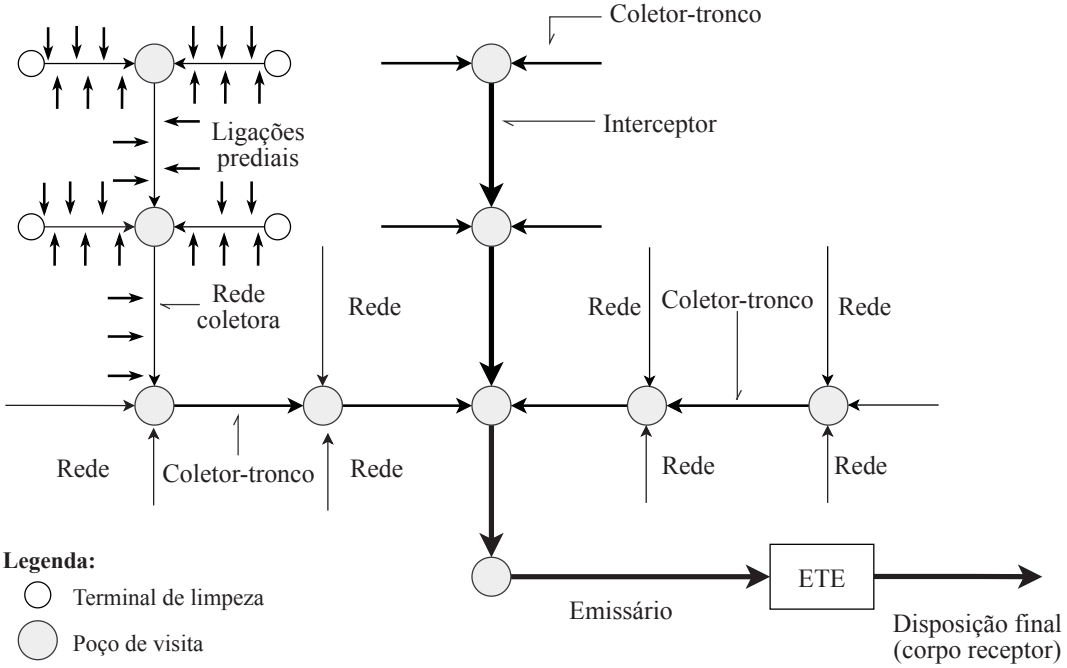
O SES tem o objetivo de coletar, transportar, tratar e dispor de forma conveniente o esgoto sanitário gerado pelos usuários de água. Por esgoto sanitário, ou água residuária, entende-se o despejo líquido constituído por esgotos domésticos e industrial, água de infiltração e contribuição pluvial parasitária (ABNT, 1986a).

Assim como no SAA, o SES pode ter estruturas centralizadas e descentralizadas. Na primeira condição, o SES pode ser dividido em sistema separador absoluto, no qual somente o esgoto sanitário faz parte da entrada no sistema; ou sistema unitário, no qual a entrada é composta por águas residuárias e águas pluviais. Na segunda condição, o SES é concebido em escala de

lote, com tecnologias como: tanque séptico e/ou filtro anaeróbio seguidos de sumidouro, vala de infiltração, vala de filtração e/ou *wetlands*.

O sistema separador absoluto pode ser dividido ainda em convencional, como ilustrado na Figura 7, ou condominial. No SES convencional as estruturas são concebidas em escala de bacia ou cidade e, no SES condominial as estruturas são em escala de vizinhança. As partes constituintes do SES convencional são: ligações prediais, rede coletora, coletor-tronco, interceptor, emissário, Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e o corpo receptor.

Figura 7 – Partes constituintes de um sistema de esgotamento sanitário convencional separador



Fonte: Adaptado de Nuvolari (2011).

As ligações prediais correspondem ao trecho do coletor predial localizado entre o limite do terreno e a rede coletora de esgoto sanitário. Esta, por sua vez, recebe a contribuição de esgotos das ligações prediais em qualquer ponto ao longo do seu comprimento e encaminha para o coletor-tronco (NUVOLARI, 2011).

O coletor-tronco é a tubulação que recebe apenas contribuições de esgotos de outros coletores, conduzindo-as a um interceptor ou emissário. O interceptor é uma canalização de grande porte que intercepta o fluxo de coletores-tronco. Já o emissário é o conduto final de um SES, destinado ao afastamento das águas residuárias da rede para o tratamento ou corpo receptor (AZEVEDO NETTO, 2015).

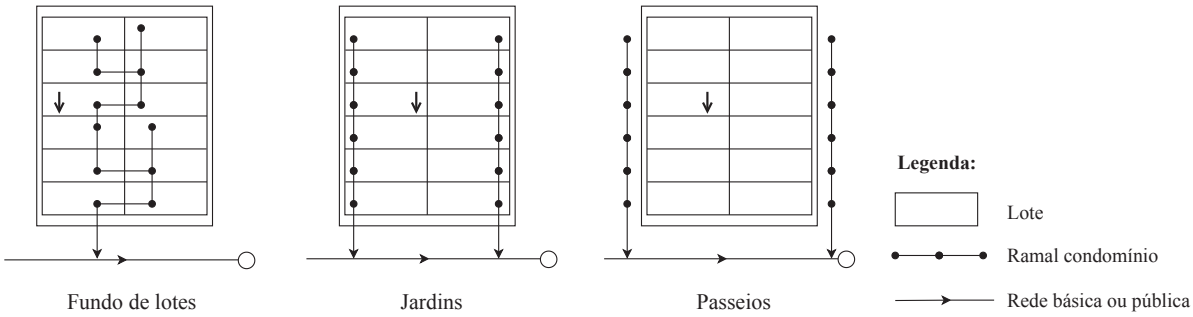
A ETE é o conjunto de técnicas associadas a unidades de tratamento, equipamentos, órgãos acessórios, com finalidade de reduzir as cargas poluidoras do esgoto sanitário e condicionar a matéria residual resultante do tratamento denominada lodo (NUVOLARI, 2011).

O corpo receptor é o curso de água que irá receber o efluente tratado. Suas características influenciam o tipo de tratamento a ser empregado na ETE, pois o esgoto tratado deve atender aos padrões de lançamento de efluentes determinado pela Resolução CONAMA nº 430 de 2011 (BRASIL, 2011).

No entanto, o sistema convencional possui algumas limitações que dificultam sua universalização, tais como: elevados investimentos; dificuldades construtivas; aplicação restrita devido à inflexibilidade do sistema; e, baixo apelo à adesão devido à falta de compreensão da população sobre o seu funcionamento. Deste modo, o sistema separador absoluto condominial, desenvolvido no Rio Grande do Norte, buscou superar estes desafios, além de incluir áreas de ocupação informal no fornecimento do serviço de esgoto (MELO, 2008).

A forma de concepção do traçado de rede coletora de esgotos do sistema condominial é semelhante à solução utilizada em edifícios verticais, no qual os ramais multifamiliares são projetados no plano horizontal entre lotes e quadras, conforme apresentado por Alem Sobrinho e Tsutiya (2000). O traçado da rede coletora do sistema condominial pode se concentrar dentro do limite do lote (no fundo dos lotes ou no jardim) ou fora do limite do terreno (passeios), ilustrados na Figura 8. De acordo com Melo (2008), o tipo de traçado depende da topografia e do tipo de urbanização, por exemplo, em urbanizações mais uniformes é recomendado ramais de passeio, enquanto em urbanizações mais acidentadas, os ramais de jardim ou de fundo de lote são mais adequados.

Figura 8 – Tipos de traçados do sistema separador absoluto condominial



Fonte: Adaptado de COMPESA (2020).

Um diferencial da utilização do sistema condominial é a participação da população na sua concepção, operação e manutenção, diferente do que ocorre no sistema convencional, no qual a população não participa no processo de tomada de decisão das soluções adotadas.

Alem Sobrinho e Tsutiya (2000) destacam as principais vantagens deste sistema que são menor extensão das ligações prediais e coletores públicos, mais de 50% de economia na construção dos coletores, menor custo de operação e maior participação dos usuários.

Dentre as desvantagens tem-se o uso indevido dos coletores para lançamento de águas pluviais e resíduos sólidos; menor atenção na operação e manutenção dos coletores; dificuldades

na inspeção, operação e manutenção pelas empresas, quando os coletores se encontram em lotes particulares; e, a dependência da atitude dos usuários para a boa utilização do sistema (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 2000).

Para o dimensionamento dos SES deve-se fazer um estudo de concepção para identificar a melhor alternativa dentre as disponíveis. Como a água residuária é originada da água consumida nas atividades humanas, os parâmetros utilizados neste dimensionamento dependem igualmente daqueles definidos no SAA.

No entanto, nem toda a água consumida no SAA retorna para o SES, pois há a utilização de água em usos externos que infiltram no solo, como a rega de jardins, ou que contribuem para a rede de drenagem, como a lavagem de calçadas. Para representar isto, utiliza-se um coeficiente de retorno de esgoto doméstico (R) para o dimensionamento das estruturas. Este coeficiente é da ordem de 80% a 100%, sendo recomendado pela Norma Brasileira (NBR) o retorno de 80% (ABNT, 1986b).

- **Drenagem Urbana**

A função do sistema de drenagem urbana (SDU) é escoar as águas pluviais para o corpo receptor. Assim, este serviço está diretamente conectado à incidência de chuvas (precipitação) e ao tipo de uso do solo, pois influencia na infiltração da água.

As medidas de controle na drenagem urbana podem ser estruturais ou não estruturais. As estruturais utilizam a implantação de obras para conter, reter ou melhorar a condução dos escoamentos, utilizando construções como barragens, diques, canalizações, reflorestamento, entre outras. Já as medidas não estruturais envolvem o zoneamento de áreas de inundações, previsão de cheia, legislações diversas, entre outras (SUDERHSA, 2002).

As medidas estruturais podem ser divididas ainda em micro e macrodrenagem. A microdrenagem se inicia nas edificações, seus coletores pluviais, sarjetas, bueiros e galerias. A macrodrenagem atua em nível de bacia, sendo necessário conhecer sua área, a ocupação, a cobertura vegetal, o escoamento natural, a topografia e os cursos de água urbanos (AZEVEDO NETTO, 2015).

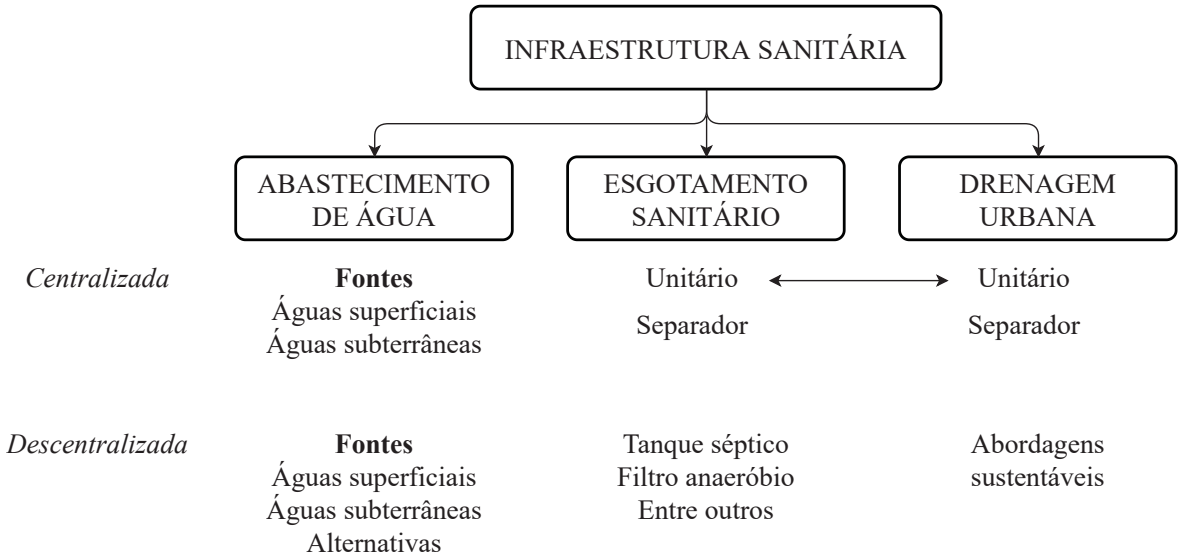
Estas medidas podem estar associadas aos sistemas de drenagem urbana centralizada ou descentralizada. No sistema centralizado são previstas medidas estruturais e não estruturais já citadas, enquanto sistemas descentralizados são, geralmente, associados às medidas de drenagem sustentável, tais como *Best Management Practices* (*BMP*); *Low Impact Development* (*LID*); *Sustainable Urban Drainage System* (*SUDS*); *Blue and Green Infrastructure* (*BGI*), entre outras, conforme Richter (2020).

As abordagens de drenagem sustentável serão detalhadas na Seção 2.4.2, pois está intrinsecamente ligada à gestão descentralizada das águas urbanas.

De acordo com Canholi (2014), o SDU faz parte do planejamento urbano e deve ser coordenado com os planos de água e esgoto sanitário, uso do solo e transportes.

Tendo em vista as características dos principais serviços de infraestrutura sanitária, foi elaborado um resumo apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Serviços de infraestrutura sanitária e abordagens relacionadas



Fonte: A Autora (2020).

Como comentado, compreender o funcionamento destes sistemas é importante para avaliar sua mútua influência. Com isso a próxima seção tem o objetivo de descrever a trajetória da água no meio urbano, tanto em sua forma natural quanto entre os sistemas.

2.3 A trajetória da água no meio urbano

Entende-se por trajetória da água no meio urbano a interação espaço-temporal entre os processos hidrológicos e os sistemas de águas urbanas, como abastecimento, tratamentos, distribuição, consumo, coleta e disposição final, definição esta proposta por Peña-Guzmán et al. (2017).

Na Figura 10 tem-se um exemplo destas interações, demonstrando que fazem parte de um ciclo com elementos indissociáveis, conforme Phillip, Anton e Steen (2011) destacam, e que a alteração em um dos elementos causará impactos indesejados nos processos posteriores, principalmente quando se utiliza a abordagem convencional de gestão.

Figura 10 – Trajetória da água no meio urbano



Fonte: Phillip, Anton e Steen (2011).

Da Figura 10 tem-se a chuva como elemento central, podendo precipitar-se sobre superfícies permeáveis, contribuindo para a evapotranspiração ou recarga de cursos d'água e aquíferos. Ao se precipitar sobre superfícies impermeáveis, a chuva contribuirá para a rede de drenagem.

Da primeira situação, os cursos d'água e aquíferos são fontes de abastecimento de água. Portanto, após tratamento, a água potável é distribuída para os múltiplos usos. Ao ser utilizada, a água passa a ser esgoto sanitário, devendo ser encaminhada para o sistema de coleta de esgotos.

Da segunda situação, a água na rede de drenagem pode contribuir para o SES, em caso de sistema unitário, devendo passar por tratamento, no qual o lodo é um subproduto e o efluente tratado pode ser direcionado ao corpo d'água receptor. Para o sistema separador, a água pluvial da rede de drenagem pode ser lançada diretamente no corpo d'água receptor.

Nos cursos d'água ocorrem o processo de evaporação da água contribuindo para a formação de chuvas. Pode-se observar que há ainda outros elementos que contribuem indiretamente para este processo que são o uso externo da água e algumas perdas na rede de distribuição de água.

Phillip, Anton e Steen (2011) apresentam alguns exemplos de impactos positivos e negativos decorrentes dos principais sistemas de infraestrutura sanitária no ciclo urbano da água:

- Impactos positivos

a) Uso de água cinza como uma fonte alternativa de abastecimento de água e redução no volume de efluentes gerado;

b) Controle da poluição difusa de águas pluviais reduz os custos de tratamento de efluentes líquidos em sistemas unitários de esgotos;

c) A captação de água da chuva reduz o escoamento superficial e é uma fonte alternativa de abastecimento de água.

- Impactos negativos

a) A descarga de efluentes líquidos deficientemente tratados causa a contaminação de fontes locais de abastecimento;

b) A construção de canais de drenagem de concreto reduz a recarga de aquíferos.

Além dos próprios elementos terem mútua influência, a urbanização tem um efeito importante sobre o escoamento superficial, uma vez que há um aumento do volume escoado, um pico de descarga, frequência de enchentes e a diminuição do tempo de concentração em função das superfícies impermeáveis (CRUIJSEN, 2015).

Com isso, percebe-se que os vínculos existentes no ciclo urbano da água são inúmeros (Figura 10), inclusive está direta e indiretamente vinculado com uma variedade de outros serviços urbanos, tais como: habitação, energia e transporte, tornando o planejamento integrado uma atividade complexa (PHILLIP; ANTON; STEEN, 2011).

Assim sendo, na próxima seção é apresentada a gestão da água no meio urbano e, principalmente, sobre a gestão integrada que surge como novo paradigma frente à abordagem convencional, tendo em vista que esta não vem apresentando resultados satisfatórios.

2.4 Gestão de água no meio urbano

A gestão das águas urbanas passou por diferentes fases de desenvolvimento, conforme Tucci (2008), as quais são: pré-higienista, higienista, corretiva e desenvolvimento sustentável (Tabela 3).

Tabela 3 – Fases do desenvolvimento das águas urbanas

Fase	Período	Características	Consequências
Pré-Higienista	até início do século XX	Esgoto em fossas ou na drenagem, sem coleta ou tratamento e água da fonte mais próxima, poço ou rio.	Doenças e epidemias, grande mortalidade e inundações.
Higienista	antes da década de 1970	Transporte de esgotos distante das pessoas e canalização do escoamento.	Redução das doenças, mas rios contaminados, impactos nas fontes de águas e inundações.
Corretiva	entre as décadas de 1970 e 1990	Tratamento de esgotos doméstico e industrial, amortecimento do escoamento.	Recuperação dos rios, restando poluição difusa, obras hidráulicas e impacto ambiental.
Desenvolvimento Sustentável	depois da década de 1990	Tratamento terciário e do escoamento pluvial, novos desenvolvimentos que preservam o sistema natural.	Conservação ambiental, redução das inundações e melhoria da qualidade dos cursos d'água.

Fonte: Tucci (2008).

De acordo com Tucci (2008), até o século XX era caracterizada a fase Pré-Higienista, onde o desafio das cidades era evitar a proliferação de doenças oriundas da contaminação das fontes de abastecimento que eram provenientes de uma fonte mais próxima, poço ou rio. Em decorrência deste cenário, havia a proliferação de doenças e epidemias, além de grande mortalidade e inundações.

Antes da década de 1970 tinha-se a fase Higienista, continuando com a visão de reduzir as doenças, porém transportando os esgotos sem tratamento para regiões distantes das pessoas, resultando na contaminação dos rios, impactando nas fontes de águas e inundações (TUCCI, 2008).

Entre as décadas de 1970 e 1990, passou-se para a fase Corretiva, na qual começaram a ser elaboradas e revisadas as legislações pertinentes aos padrões de qualidade das águas, como destacam Soares, Bernardes e Cordeiro Netto (2002). Com tratamento de esgotos doméstico e industrial e o amortecimento do escoamento, iniciou-se a recuperação dos rios, restando poluição difusa, obras hidráulicas e impacto ambiental (TUCCI, 2008).

As três primeiras fases englobam o saneamento de abordagem convencional ou saneamento clássico que, de acordo com Benetti (2015), tem enfoque no manejo quantitativo da água, em detrimento à qualidade da mesma e de um ambiente ameno, trabalhados individualmente.

A partir da década de 1990, tem-se a fase do Desenvolvimento Sustentável e preservação e conservação do meio ambiente, culminando para a instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH (BRASIL, 1997). A PNRH também conhecida como Lei das Águas estabeleceu instrumentos para a gestão dos recursos hídricos no âmbito federal e iniciou o processo de descentralização da gestão e participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (BRASIL, 1997).

Como apresentado na seção anterior, os sistemas tradicionais de infraestrutura sanitária são concebidos e operados separadamente, reflexo da abordagem clássica. No entanto, esta forma de gestão vem sendo questionada, como afirma Mitchell (2006). No Brasil, além da PNRH, tem-se a Política Nacional de Saneamento Básico – PNSB (BRASIL, 2007), que são as principais legislações regulamentadoras da gestão das águas. Recentemente a PNSB passou por uma reformulação denominada marco legal do saneamento básico, através da Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020. Dentre as alterações propostas por esta Lei, tem-se que os planos de saneamento básico devem ser compatíveis com outros planos de regulação dos Municípios em que estiverem inseridos, tais como os planos das bacias hidrográficas, os planos diretores e os planos de desenvolvimento urbano integrado (BRASIL, 2020a).

Os desafios encontrados na gestão das águas urbanas são potencializados quando a abordagem convencional dos sistemas e da gestão centralizada da água não são suficientes para conciliar o desenvolvimento urbano com a visão de cidade sustentável (MITCHELL, 2006). Com isso, a próxima seção tem o objetivo de apresentar uma nova abordagem na gestão das águas urbanas e suas características.

2.4.1 Gestão Integrada das Águas Urbanas

A GIAU ou *Integrated Urban Water Management* (*IUWM*) busca o alinhamento entre o desenvolvimento urbano e a gestão da bacia para alcançar objetivos econômicos, sociais e ambientais sustentáveis, reunindo o abastecimento de água, a gestão de águas residuais e de águas pluviais e os integrando com o planejamento da ocupação do solo e o desenvolvimento econômico (BAHRI, 2012).

A filosofia da GIAU integra o planejamento para o setor de água com outros setores urbanos, como terra, habitação, energia e transporte para evitar a fragmentação e a duplicação de políticas e decisões. As relações transversais são fortalecidas através de uma cultura de trabalho comum, as metas e benefícios coletivos são melhor articulados e as diferenças de poder e recursos podem ser negociadas, incluindo o setor informal urbano e as comunidades marginalizadas.

Desse modo, algumas comparações podem ser feitas entre a forma de gestão de água urbana passada e a GIAU (Tabela 4), considerando que esta traz características que devem ser implementadas para garantir que se tenha o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis.

Tabela 4 – Comparação entre a gestão passada e a gestão integrada de água urbana

Gestão passada de água urbana	**Gestão integrada de água urbana (Futuro)**
As águas pluviais são um incômodo, a ser transportado rapidamente das áreas urbanas.	As águas pluviais são um recurso a ser reservado como água para abastecimento e infiltrado ou retido para repor aquíferos, cursos de água e sustentar a vegetação.
O resíduo humano é um incômodo, para ser tratado e disposto.	O resíduo humano é um recurso a ser coletado, processado e usado como fertilizante.
A infraestrutura cinza é feita de concreto, metal ou plástico.	A infraestrutura verde inclui solo e vegetação, bem como tubulações e plantas de tratamento.
Uso único. A água segue um caminho unidirecional do abastecimento para o tratamento e disposição final no meio ambiente.	Reutilização e recuperação. A água pode ser utilizada várias vezes, seguindo de maior qualidade para menor qualidade.
Construir para a demanda. É necessário construir em função do aumento da demanda.	Gerenciar a demanda. Aproveitar todas as opções econômicas antes de aumentar a capacidade da infraestrutura.
A demanda é uma questão de quantidade. A infraestrutura é determinada pela quantidade de água necessária ou produzida pelos usuários finais. A água ofertada é tratada com padrões potáveis e as águas residuais são coletadas para tratamento.	A demanda é multifacetada. A infraestrutura corresponde às características de água necessárias ou produzidas para usuários finais, em quantidade, qualidade e nível de confiabilidade suficientes.
Maior e centralizado são melhores. Sistemas maiores, especialmente estações de tratamento, alcançam economias de escala.	Pequeno e descentralizados são possíveis. Sistemas de pequena escala são eficazes e podem ser econômicos, especialmente quando são consideradas as deseconomias de escala em redes convencionais de distribuição/coleta.
Soluções padrão que limitam a complexidade. Empregar um pequeno número de tecnologias desenvolvidas por profissionais da água urbana.	Soluções diversas e flexíveis. As estratégias de gestão e novas tecnologias são possibilitadas por múltiplas soluções que se adaptam aos ambientes urbanos cada vez mais complexos e com recursos limitados.
Integração por acidente. Os sistemas de abastecimento de água, de águas pluviais e de esgoto sanitários são fisicamente distintos, no entanto, se gerenciados pela mesma agência ocorre por uma questão de acontecimento histórico local.	Integração física e institucional por projeto. Ligações importantes podem e devem ser feitas entre infraestruturas físicas de abastecimento de água, águas pluviais e esgoto sanitário. Perceber os benefícios da integração requer uma gestão altamente coordenada.
A colaboração é igual a relações públicas. Outras agências e o público se envolvem somente quando a aprovação da solução pré-selecionada for necessária.	A colaboração é igual a engajamento. Outras agências e o público estão ativamente envolvidos na busca de soluções eficazes.

Fonte: Pinkham (1999)

De acordo com Bahri (2012), como princípios da GIAU, tem-se:

a) Incluir fontes alternativas de água;

b) Combinar a qualidade da água com o uso da água;

c) Integrar armazenamento, distribuição, tratamento, reciclagem e disposição de água;

d) Proteger, conservar e explorar os recursos hídricos na sua fonte;

e) Responsabilizar-se por usuários não urbanos que dependem da mesma fonte de água;

f) Reconhecer e procurar alinhar instituições e práticas formais e informais;

g) Reconhecer as relações entre água, uso do solo e energia;

h) Perseguir a eficiência econômica, a equidade social e a sustentabilidade ambiental;

i) Incentivar a participação das partes interessadas (*stakeholders*).

Considerando estes objetivos e princípios, as iniciativas da GIAU são estruturadas com uma plataforma de partes interessadas, um planejamento estratégico, um sistema de implementação de estratégia e avaliação. A plataforma de partes interessadas é chamada Aliança de Aprendizagem, cujo objetivo é atender aos agentes do sistema de água urbana (SANTOS; STEEN, 2011). No entanto, a GIAU não é um conjunto de soluções rápidas para problemas isolados de gerenciamento de água urbana. Em vez disso, reformula os relacionamentos de uma cidade com a água e outros recursos, e reconceitua os modos pelos quais eles podem ser supervisionados (BAHRI, 2012).

De acordo com Phillip, Anton e Steen (2011), a GIAU proporciona um novo olhar sobre os recursos hídricos, proporcionando a utilização de tecnologias alternativas adequadas às necessidades locais e com a formulação de novas políticas, diferente da abordagem convencional.

A próxima seção tem o objetivo de apresentar outras abordagens de gestão dos recursos hídricos, além da gestão convencional e da gestão integrada já apresentadas.

2.4.2 Outras abordagens

A gestão descentralizada da drenagem urbana dispõe de diversas abordagens para apoiar sua implementação. Ruangpan et al. (2020) fizeram uma ampla revisão das principais soluções sustentáveis existentes para a drenagem, destacando nove delas como apresentado na Figura 11, baseados na presença em publicações. As principais características de cada abordagem tratadas por Ruangpan et al. (2020) são:

a) *LID* ou Desenvolvimento de baixo impacto – depende das fases de infiltração e evapotranspiração e busca reduzir o estresse no SDU e/ou criar a resiliência para se adaptar às mudanças climáticas.

b) *BMP* ou Melhores práticas de gestão – busca remover, reduzir, retardar ou impedir que os elementos das águas pluviais, poluentes e contaminantes atinjam o corpo receptor, utilizando-se de dispositivo, prática ou método.

c) *Water Sensitive Urban Design* (*WSUD*) ou Projeto urbano sensível à água – busca gerenciar o equilíbrio hídrico, incentivar a conservação da água, mantendo e

melhorando sua qualidade, e manter as oportunidades ambientais e recreativas relacionadas à água.

d) *Green Infrastructure* (*GI*) ou Infraestrutura verde – busca criar uma rede de áreas naturais e seminaturais, utilizando espaços verdes, em áreas rurais e urbanas, com o objetivo de melhorar a saúde e a resiliência dos ecossistemas, contribuindo para a conservação da biodiversidade e benefício das populações humanas.

e) *SUDS* ou Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável – busca replicar os processos naturais de drenagem de uma área que aumentam a infiltração localizada, atenuação e/ou detenção de águas pluviais.

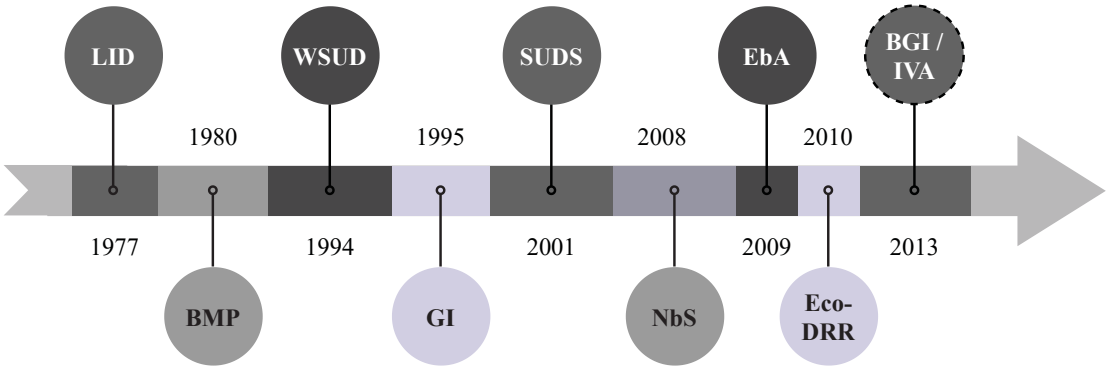
f) *Nature-based Solution* (*NbS*) ou Solução baseada na Natureza – busca colaborar com as sociedades no enfrentamento de uma variedade de desafios ambientais, sociais e econômicos de forma sustentável, através de ações inspiradas, apoiadas ou copiadas da natureza.

g) *Ecosystem-based Adaptation* (*EbA*) ou Adaptação baseada no Ecossistema – busca ajudar as pessoas no processo de adaptação aos efeitos das mudanças climáticas, utilizando a biodiversidade e os serviços ambientais como parte da estratégia global.

h) *Ecosystem-based Disaster Risk Reduction* (*Eco-DRR*) ou Redução do Risco de Desastres com base no Ecossistema – busca alcançar um desenvolvimento sustentável e resiliente através da gestão sustentável, conservação e restauração de ecossistemas contribuindo na redução do risco de desastres.

i) *BGI* ou IVA – busca fornecer uma gama de serviços ecossistêmicos, culturais, de saúde, de regulação climática, entre outros.

Figura 11 – Linha do tempo e ano de origem de termos de drenagem sustentável



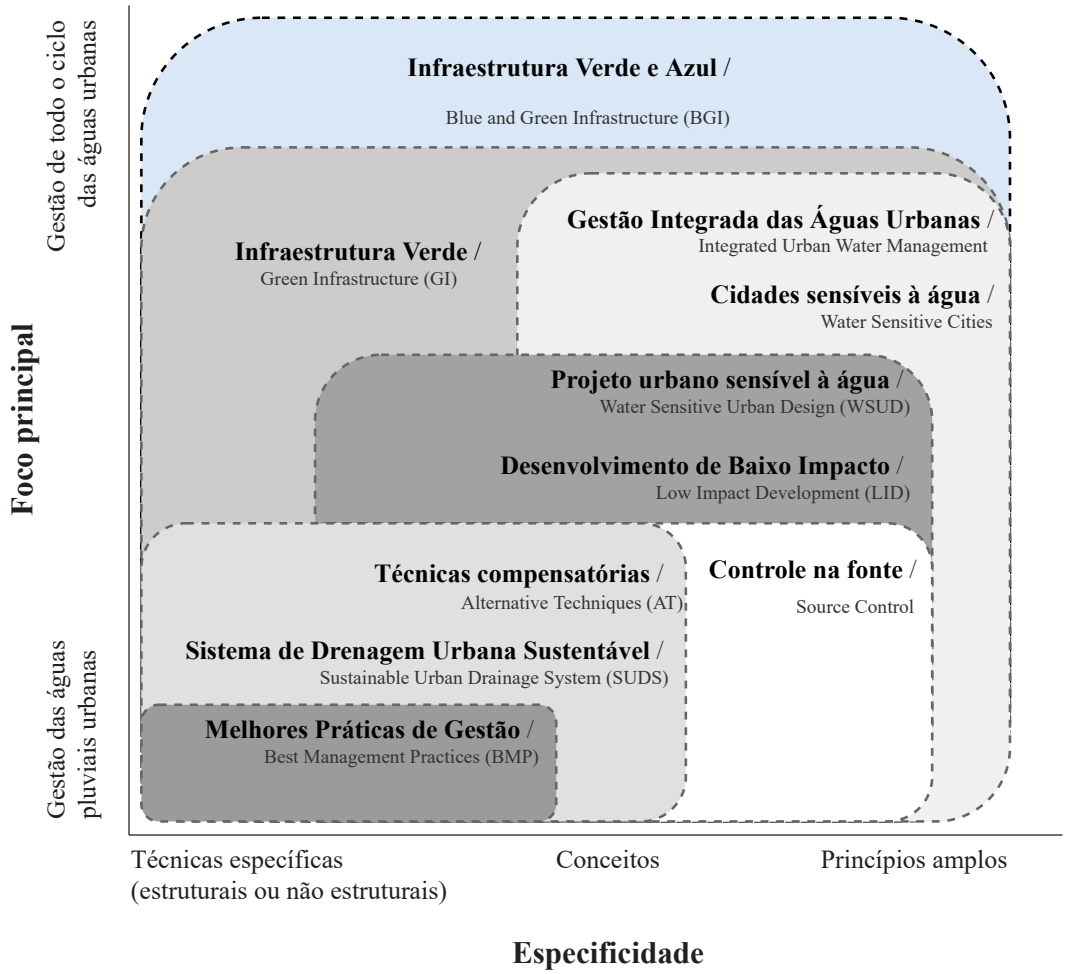
LEGENDA: LID - Low Impact Development; BMP - Best Management Practices; WSUD - Water Sensitive Urban Design; GI - Green Infrastructure; SUDS - Sustainable Urban Drainage System; NbS - Nature-based Solution; EbA - Ecosystem-based Adaptation; Eco-DRR - Ecosystem-based Disaster Risk Reduction; BGI - Blue and Green Infrastructure; IVA - Infraestrutura Verde e Azul.

Fonte: Adaptado de Ruangpan et al. (2020).

Algumas destas abordagens também foram tratadas por Fletcher et al. (2015) que analisaram as terminologias destas abordagens, suas sobreposições e o contexto em que estão inseridas. As características comuns percebidas correspondem à função de mitigar as mudanças hidrológicas e melhorar a qualidade da água reduzindo os poluentes.

Assim, os autores elaboraram uma imagem que ilustrasse estas sobreposições, considerando a especificidade e o foco principal das abordagens, apresentada na Figura 12 com uma adaptação incluindo a IVA.

Figura 12 – Abordagens de drenagem sustentável



Fonte: Adaptado de Fletcher et al. (2015).

Com isso, percebe-se que a IVA possui muitas características comuns às outras abordagens. Portanto, deve-se apoiar no contexto local e institucional que a abordagem está inserida. Como esta pesquisa aborda a IVA, a próxima seção é dedicada a explicar sobre o tema.

2.5 Infraestrutura Verde e Azul

O termo Infraestrutura Verde e Azul (IVA), ou *Blue and Green Infrastructure* (*BGI*), tem sido difundido e aplicado fortemente na última década, principalmente em pesquisas realizadas na Europa, como os apresentadas por Lawson et al. (2014), Vleeschauwer et al. (2014), Voskamp e Ven (2015), Ven et al. (2016), Žuvela-Aloise et al. (2016), O'Donnell, Lamond e Thorne (2017), Versini et al. (2018) e Sörensen e Emilsson (2019).

Por mais que os principais achados científicos sobre o tema foram publicados principalmente a partir de 2010, ainda assim, a IVA é um termo que já tem sido empregado desde a década de 60. Diferentes fontes, como Rickert e Spieker (1971) e Tourbier e Westmacott (1980), citam Earl Jones como aquele que introduziu o termo "*Blue-Green Development*" ou "Desenvolvimento Verde-Azul" em uma publicação de 1967[4].

Na publicação de Earl Jones, o autor introduz o conceito de IVA, bem próxima da forma que hoje se aplica: integração planejada de áreas de água em espaços abertos de forma a armazenar água, evitando enchentes (RICKERT; SPIEKER, 1971; TOURBIER; WESTMACOTT, 1980).

Ao conceito citado, pode-se adicionar o proposto por Lawson et al. (2014) que traz o papel da infraestrutura verde associada à gestão de água, fornecendo medidas naturais e flexíveis que imitam o que já acontece no ciclo hidrológico. Além disto, a infraestrutura verde não pode se desconectar da infraestrutura azul, tendo em vista que a vegetação depende da disponibilidade de água (VOSKAMP; VEN, 2015).

Dessa forma, para esta pesquisa, o conceito de IVA é a integração da infraestrutura verde com a gestão de água, em escala espacial, de forma a propor medidas estruturais e não estruturais que aproximem o ambiente urbano do natural.

O ciclo da água e a paisagem da rua podem ser diferenciados quando se tem um sistema urbano e um sistema natural, como ilustrado na Figura 13. Assim, pode-se observar que mesmo diante da interferência antrópica, como a impermeabilização de ruas, é possível ter um ambiente em harmonia com a vegetação, minimizando os impactos de inundações, por exemplo.

Sabendo-se que ao utilizar a IVA está se tentando aproximar a paisagem urbana do ambiente natural, as consequências podem ser variadas. Como apresentado na Figura 13, o ciclo da água urbano possui baixa infiltração, consequentemente um alto escoamento superficial e um baixo fluxo de águas subterrâneas. Ao se utilizar medidas de IVA pode-se reconstruir o que ocorre no ciclo natural da água: maior infiltração da água no solo, maior fluxo de águas subterrâneas e redução do escoamento superficial (LAWSON et al., 2014).

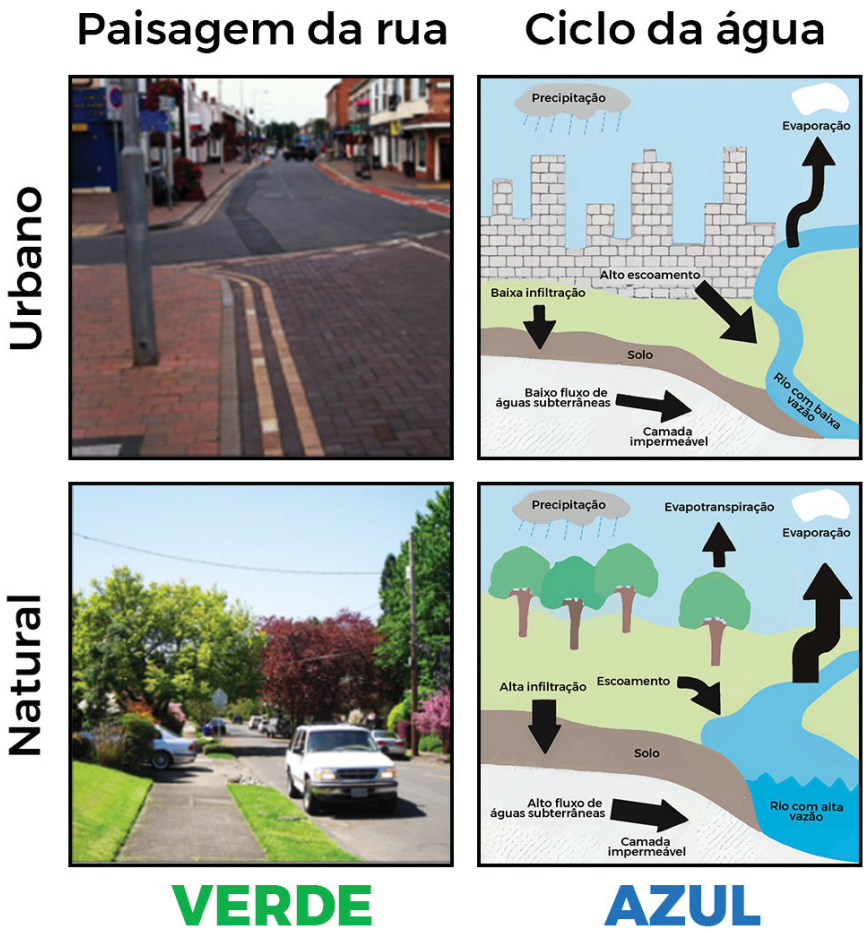
A maneira mais eficaz de implementar as medidas de IVA é por meio do planejamento espacial de nível estratégico, no qual são identificadas as melhores áreas para implementação das

[4]A publicação que os autores se referem foi publicada no *ASCE Journal*, em agosto de 1967, intitulado "*Urban Hydrology - A Redirection*".

medidas, a fim de contribuir para reconectar ecossistemas saudáveis, melhorar a permeabilidade do solo, melhorar a integração de áreas protegidas, entre outros (BREARS, 2018).

Além das consequências relacionadas ao ciclo da água, Rozos, Makropoulos e Maksimović (2013) destacam as sinergias produzidas pelas medidas de IVA que envolvem a melhoria da biodiversidade e da qualidade de vida, pelo aumento da amenidade e saúde urbana e da redução do ruído e da poluição do ar. Assim, na próxima seção há uma descrição sobre as medidas de IVA.

Figura 13 – IVA na paisagem da rua e ciclo da água urbano e natural



Fonte: Adaptado de Lawson et al. (2014).

2.5.1 Medidas de IVA

A partir do levantamento da literatura, foram encontradas 374 possibilidades de IVA disponíveis nas referências de Tourbier e Westmacott (2005), Shaw, Colley e Connell (2007), Cruijsen (2015), Ven et al. (2016) e Atelier Groen Blauw (2020).

Alguns autores desenvolveram classificações para as medidas que compõem a IVA: em escala de cobenefícios (BELOQUI, 2020), por impactos associados (PERKS, 2013), em medidas estruturais e não estruturais (GHOFRANI; SPOSITO; FAGGIAN, 2016) e em escala

espacial (SHAW; COLLEY; CONNELL, 2007; CRUIJSEN, 2015; VOSKAMP; VEN, 2015; DREISEITL; WANSCHURA, 2016; ATELIER GROEN BLAUW, 2020). Na escala espacial, por exemplo, os níveis principais de divisão encontrados foram: edificação, rua, vizinhança e bacia ou cidade.

Na Tabela 5 tem-se um resumo das classificações de medidas de IVA por diferentes autores.

Tabela 5 – Classificação de medidas de IVA, por diferentes autores

Id	Autores	Classificação
1	Atelier Groen Blauw (2020)	**4 Escalas**: de edificação, de rua, de distrito e de cidade.
2	Beloqui (2020)	**3 Cobenefícios**: ambiental, social e econômico.
3	Cruijsen (2015)	**4 Escalas**: de lote, de rua, de vizinhança e de cidade.
4	Dreiseitl e Wanschura (2016)	**3 Escalas**: de edificação, de vizinhança e subterrânea.
5	Ghofrani, Sposito e Faggian (2016)	**2 Tipos**: medidas estruturais e medidas não estruturais.
6	Perks (2013)	**5 Impactos**: estresse térmico, seca, inundações (marinhas), inundações (rios), coeficiente de escoamento superficial.
7	Shaw, Colley e Connell (2007)	**3 Escalas**: de edificação, de vizinhança e de bacia.
8	Voskamp e Ven (2015)	**4 Escalas**: de edificação, de rua, de vizinhança e de cidade.

Fonte: A Autora (2020).

Com base nos autores citados, identificou-se diversas medidas de IVA, organizando-as por abordagens:

a) Agricultura urbana – engloba medidas de iniciativa comerciais, privadas ou comunitárias de agricultura urbana; semeadura de grama e legumes, e, hortas.

b) Arborização de ruas – acrescentar verde à paisagem da rua e espaço aberto, através de grama, arbustos, árvores nativas e sempre verdes.

c) Cursos de água urbanos – utilização de canais abertos para drenagem de águas pluviais.

d) Coleta de água da chuva – aproveitamento da água da chuva como fonte alternativa para o abastecimento humano para fins não-potáveis.

e) Consumo eficiente da água – utilização de aparelhos eficientes em termos energéticos e de economia de água.

f) Jardins privados – jardins em lotes particulares.

g) Lagoas de água da chuva – utilização de lagoas e bacias para retenção da água da chuva.

h) Parques urbanos – Praças, parques, *playground*, florestas e espaços verdes.

i) Pavimento permeável – utilização de pavimentos que permitam a infiltração da água no solo, asfalto poroso, por exemplo.

j) Uso de água cinza – utilização de água cinza tratada como fonte alternativa para o abastecimento humano para fins não-potáveis.

k) Telhados verdes – utilização de telhados verdes básicos, intensivos, extensivos, de retenção, inclinados e tropicais.

l) Vala de biorretenção – armazenamento e tratamento da água por processos naturais utilizando valas de biorretenção.

m) Valas de infiltração – valas e tiras para infiltração da água no solo.

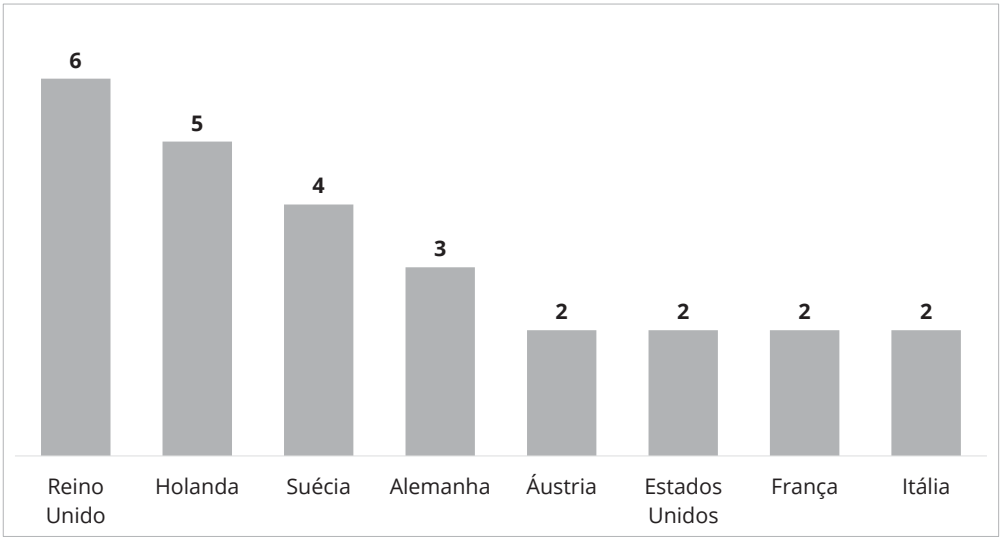
n) *Wetlands* construídos – utilização de zonas úmidas para armazenamento de águas pluviais e, em certos casos, para tratamento de águas residuárias.

Além das abordagens estruturais, a IVA também pode contar com abordagens não estruturais que envolvam políticas públicas, atividades de educação ambiental e sensibilização dos usuários. Com isso, as próximas seções apresentam projetos e produções de IVA no cenário mundial e no Brasil, para ilustrar o panorama geral e identificar lacunas de pesquisa.

2.5.2 IVA no mundo

Para compreender a representatividade da IVA no cenário mundial, foi realizada a consulta de projetos internacionais que diretamente utilizaram ou utilizam esta abordagem. Foram encontrados nove projetos, envolvendo quinze países, dentre os quais se destacam Reino Unido (6 projetos), Holanda (5 projetos), Suécia (4 projetos), Alemanha (3 projetos), Áustria, Estados Unidos, França e Itália (2 projetos), conforme apresentado na Figura 14, os demais oito países participam em um projeto de IVA dentre os encontrados e considerados.

Figura 14 – Quantidade de projetos encontrados com IVA por país



Fonte: A Autora (2020).

Os projetos encontrados através de pesquisa documental e bibliográfica utilizando o termo "*Blue and Green Infrastructure*" foram organizados na Tabela 6, em sua maioria envolvendo países europeus, exceto dois projetos que envolveram estudo de caso nos Estados Unidos da América.

Tabela 6 – Projetos Internacionais envolvendo a IVA

Projeto	UK	HOL	SUE	ALE	AUS	EUA	FRA	ITA	Outros
GRaBS – Green and Blue Space Adaptation for Urban Areas and Eco Towns	SIM*	SIM	SIM		SIM			SIM	Eslovênia, Lituânia
Blue Green City – Blue and Green Infrastructure for Sustainable Cities	SIM		SIM	SIM			SIM*	SIM	Irlanda, Croácia, Romênia
BEGIN – Blue Green Infrastructures through Social Innovation	SIM	SIM*	SIM	SIM					Bélgica, Noruega
Blue Green Dream	SIM*	SIM		SIM			SIM		
Green Blue Cities		SIM	SIM*		SIM				
Blue-Green Cities	SIM*					SIM			
Urban Flood Resilience	SIM*					SIM			
Atelier Groen Blauw		SIM*							

Legenda: *País líder; UK – Reino Unido; HOL – Holanda; SUE – Suécia; ALE – Alemanha; AUS – Áustria; EUA – Estados Unidos; FRA – França; ITA – Itália

Fonte: A Autora (2020).

O Reino Unido é o país que lidera quatro projetos dos oito apresentados: *GRaBS – Green and Blue Space Adaptation for Urban Areas and Eco Towns*, *Blue Green Dream*, *Blue-Green Cities* e *Urban Flood Resilience*.

O projeto "*GRaBS*" ocorreu no período de setembro de 2008 a agosto de 2011, envolvendo oito países com o objetivo de sensibilizar e aumentar a experiência de como a IVA pode ajudar o desenvolvimento urbano de uso misto, novo e existente, a se adaptar aos cenários climáticos projetados pelos principais órgãos responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento espacial (GRABS, 2020).

O "*Blue Green Dream*" foi conduzido pelo *Imperial College London* de julho de 2012 a julho de 2016 para aumentar a sinergia entre os sistemas de água urbanos (ativos azuis) e áreas de vegetação urbana (ativos verdes) e fornecer soluções verde e azul eficazes e multifuncionais (BGD, 2020).

Já o "*Blue-Green Cities*", ocorreu à mesma época do "*Blue Green Dream*", de 2013 a 2016, porém sob responsabilidade da *University of Nottingham*, no qual se desenvolveu novas estratégias para gerenciar o risco de enchentes urbanas como parte de um planejamento

urbano mais amplo e integrado com o objetivo de alcançar a melhoria ambiental e a renovação urbana na qual os múltiplos benefícios das Cidades Azul-Verde são rigorosamente avaliados e compreendidos (BLUE-GREEN CITIES, 2020).

Com o término do projeto "*Blue-Green Cities*", se iniciou o projeto "*Urban Flood Resilience*", também sob supervisão da *University of Nottingham* e executado de 2016 a 2019 com o intuito de possibilitar o planejamento coordenado, projeto e operação de sistemas de água urbanos estreitamente acoplados, necessários para alcançar mudanças transformadoras no risco de inundação urbana e na gestão da água (URBAN FLOOD RESILIENCE, 2020).

Outro país com grande representatividade na utilização de IVA é a Holanda, com dois projetos liderados por instituições do país: "*BEGIN – Blue Green Infrastructures through Social Innovation*" e "*Atelier Groen Blauw*".

O projeto "*BEGIN*" executado entre setembro de 2016 e janeiro de 2022 teve como objetivo demonstrar como as cidades podem melhorar a resiliência climática com a IVA, envolvendo as partes interessadas em um processo de tomada de decisão baseado em valores para superar as barreiras de implementação (BEGIN, 2020).

Já a proposta do "*Atelier Groen Blauw*" tem data anterior a 2013 e teve o objetivo de desenvolver *sites* e aplicativos, dar aulas e palestras, bem como disponibilizar seus conhecimentos para um amplo público por meio de várias publicações (ATELIER GROEN BLAUW, 2020).

A Suécia, terceiro país com mais participação em projetos de IVA, coordenou o "*Green Blue Cities*" de 2013 a 2016, que buscou desenvolver o conhecimento e as ferramentas necessárias para aproveitar as oportunidades decorrentes dos desafios futuros para gerenciar as águas pluviais urbanas de uma forma que facilite infraestruturas verdes robustas, sinérgicas e multifuncionais que abordem o clima atual e futuro e outras mudanças em áreas urbanas dinâmicas (EUROPE, 2020).

Por fim, dentre os projetos encontrados envolvendo diretamente a IVA, o "*Blue Green City*" teve início recente (2019-2022) liderado pela França com o objetivo de melhorar as políticas que promovem a IVA como parte integrante de uma estratégia de preservação do patrimônio natural local ou regional (BLUE GREEN CITY, 2020).

2.5.3 IVA no Brasil

A IVA no Brasil tem histórico recente, no qual as primeiras referências publicadas sobre o tema foram desenvolvidas por Granceri, Nascimento e Eleutério (2015) e Granceri et al. (2015) sobre um estudo na cidade de Belo Horizonte-MG.

Ainda para a cidade de Belo Horizonte foram desenvolvidas pesquisas e publicadas por Nascimento et al. (2016), Fernandes, Eleutério e Nascimento (2019) e Rosa et al. (2020). Para a cidade de São Paulo foram encontradas publicações sobre IVA desenvolvidas por Ikeda (2016), Marques (2017), Marques et al. (2017), Marques e Franco (2017), Alencar et al. (2018),

Alencar e Porto (2019) e Alencar et al. (2019). E para a cidade do Rio de Janeiro tem-se publicações recentes como Gomes et al. (2021), Guimarães et al. (2021), Battemarco et al. (2022) e Battemarco, Veról e Miguez (2022).

Quanto aos projetos de pesquisa que tratam sobre a IVA no Brasil foram encontrados seis em execução:

a) "Benefícios da implementação de infraestruturas verde e azul na bacia hidrográfica" desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), desde 2019;

b) "*Blue Green principles for urban water management*" desenvolvido por pesquisadores da UFPR, *University College London* (*UCL*) e *University of West London* (*UWL*), desde 2019;

c) "O uso de infraestrutura verde e azul no manejo das águas pluviais urbanas" desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) desde 2020 com financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq);

d) "Cidades Sustentáveis e Resilientes a Inundação – Uma Abordagem Quantitativa para Suporte à Hierarquização de Projetos" desenvolvido por pesquisadores da UFRJ desde 2020;

e) "O uso de infraestrutura verde e azul no manejo das águas pluviais urbanas como tecnologia para o desenvolvimento sustentável com vistas a cidades resilientes" desenvolvido por pesquisadores da UFRJ desde 2021 com financiamento da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro;

f) "Planejamento urbano-territorial para incremento da resiliência a inundações" desenvolvido por pesquisadores da UFRJ desde 2021.

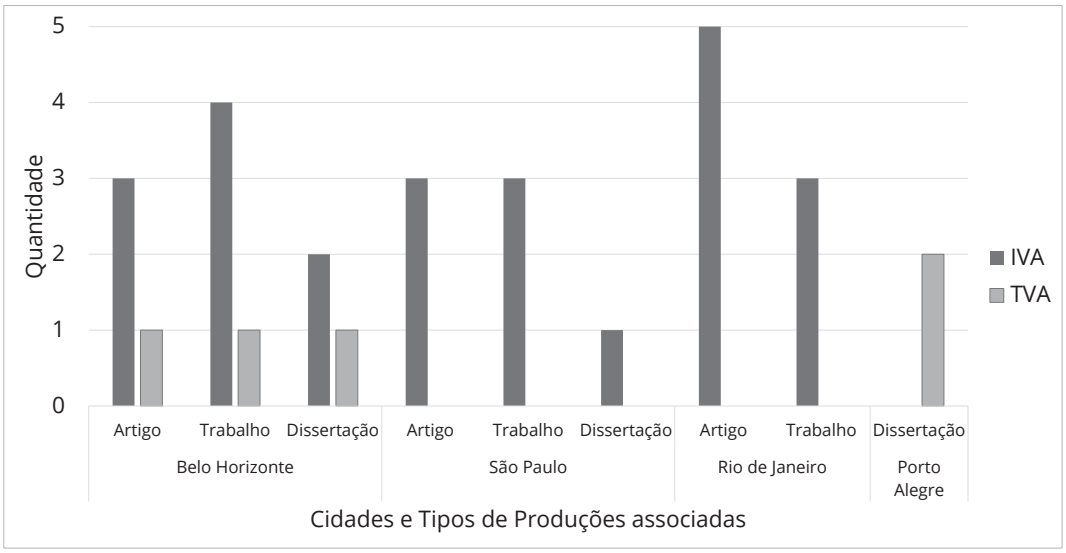
Cabe destacar que outros estudos têm sido desenvolvidos sobre abordagem semelhante à IVA e sob denominação de "Trama Verde e Azul" (TVA). Identifica-se aderência das abordagens, inclusive com medidas comuns, no entanto, há uma sutil diferença percebida nos objetivos: a IVA procura recriar um ciclo urbano da água aplicando medidas em diferentes escalas, inclusive de lote, enquanto a TVA procura estabelecer uma rede ecológica, conectando espaços verdes e azuis, e que permita o livre trânsito de espécies de fauna e flora (FERNANDES, 2018; LOGE, 2018).

Envolvendo a abordagem da TVA foram encontrados seis projetos de pesquisa, sendo cinco desenvolvidos por pesquisadores da UFMG e um por pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Além destes projetos, algumas publicações foram encontradas sobre a abordagem da TVA em estudos na cidade de Belo Horizonte (FERNANDES et al., 2017; FERNANDES, 2018; OLIVEIRA; COSTA, 2018) e na cidade de Porto Alegre (DREYER, 2018; LOGE, 2018).

Estes levantamentos foram organizados na Figura 15, dividindo as produções por local de estudo e tipo de produção científica.

Figura 15 – Produções de IVA e TVA no Brasil



Fonte: A Autora (2020).

Com isso, observa-se que os principais estudos sobre IVA concentram-se no Sudeste e Sul do Brasil, deixando clara a lacuna em outras regiões do País, principalmente, na Região Norte tendo em vista que possui os índices mais baixos nos serviços de infraestrutura sanitária.

2.6 Ferramentas e programas de conservação da água e salubridade ambiental no meio urbano

Para contribuir no planejamento integrado das águas urbanas, existem ferramentas de modelagem que auxiliam os planejadores a prever os impactos de possíveis intervenções ao longo do sistema. No entanto, além dos vínculos entre os componentes da infraestrutura física, há também a configuração institucional, que influencia nos processos de tomada de decisão (PHILLIP; ANTON; STEEN, 2011).

Algumas ferramentas são desenvolvidas para dar suporte à decisão em busca da GIAU. Phillip e Salian (2011) trazem alguns exemplos destas ferramentas, tanto focadas na gestão de água urbana em sua totalidade, quanto em aspectos particulares do ciclo urbano da água, apresentadas a seguir com seu objetivo:

a) *City Water* – Avaliar o ciclo hidrológico urbano em sua totalidade.

b) *UWOT* (*Urban Water Optioneering Tool*) – Avaliar e comparar as opções mais sustentáveis de gestão de água.

c) *Aquacycle* – Avaliar o potencial de reciclagem de água.

d) ACCV (Análise de Custo do Ciclo de Vida) – Realizar avaliações de custo do ciclo de vida das soluções de gestão de águas pluviais.

e) *COFAS* (*Comparing the Flexibility of Alternative Solutions*) – Calcular a flexibilidade de diferentes soluções de gestão de água.

f) *Water Demand Management Options Model* – Comparar a relação custo-benefício de opções de gestão da demanda de água.

Conforme Peña-Guzmán et al. (2017), estes tipos de modelos podem ser utilizados para conceber soluções integradas dos sistemas de águas urbanas e proporcionar aos pesquisadores, planejadores e projetistas de infraestrutura urbana o fundamento técnico para criar políticas e diretrizes voltadas à sustentabilidade.

Acrescenta-se a esta lista os modelos *WaterMet*^{2} e o *UWU* por terem objetivos de avaliar o desempenho de medidas aplicáveis às áreas urbanas. O modelo *WaterMet*^{2} desenvolvido por Behzadian e Kapelan (2015) é uma simulação baseada no balanço de massa que quantifica o metabolismo relacionado ao desempenho de sistemas de águas urbanas com foco na sustentabilidade. O modelo *UWU* tem o objetivo de dar suporte à elaboração de planos de gestão de água para áreas urbanas e se destaca por utilizar o planejamento estratégico como fio condutor de sua estrutura e proporcionar a análise do ciclo urbano da água (abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem urbana). Isto posto, na próxima seção são apresentados a estrutura e o funcionamento deste modelo.

2.6.1 Modelo *UWU*

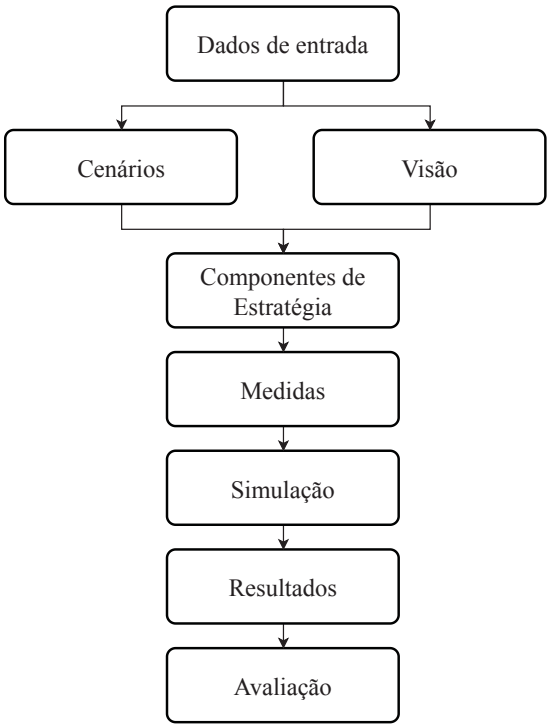
O modelo *UWU*, introduzido por Santos e Steen (2011), é uma ferramenta que auxilia na escolha de medidas de infraestrutura sanitária de uma determinada área, dando suporte à elaboração de planos de gestão de água para áreas urbanas.

A primeira versão do modelo, lançada como parte do Projeto *SWITCH* (*Sustainable Water management Improves Tomorrow's Cities' Health'*), viabilizado pela parceria entre a UNESCO-IHE e UFPR, possui uma interface no *Excel VBA* (*Visual Basic for Applications*) e utilizou estratégias de gestão da demanda de água, sistema centralizado e sistema descentralizado.

Este modelo partiu de uma adaptação que utiliza o enfoque sistêmico e o planejamento estratégico, com o objetivo de solucionar o problema da gestão de água em cidades, por meio de medidas integradas e participativas de saneamento.

As medidas consideram o SAA, o SES, o SDU e as edificações (SANTOS, 2016). A estrutura do modelo *UWU* está apresentada na Figura 16.

Figura 16 – Estrutura do modelo *UWU*



Fonte: Adaptado de Santos e Benetti (2014).

Conforme Santos e Benetti (2014), o modelo *UWU* é estruturado da seguinte forma:

a) **Dados de entrada** – nesta etapa são definidos os parâmetros preliminares e inseridos os dados gerais e específicos que descrevem as características da área urbana no modelo.

b) **Elaboração de cenários** – identificam-se os fatores externos e em associação com os dados de entrada elaboram-se os cenários. Os fatores externos representam aquilo que está além do controle humano, como tendências de crescimento da população, mudanças climáticas e comportamento da economia.

c) **Construção da visão** – a visão, como parte do planejamento estratégico, é aquilo que se almeja para o futuro. Portanto é necessário identificar os desejos e expectativas das partes interessadas e, assim, selecionar indicadores de sustentabilidade que traduzam a visão em termos quantitativos.

d) **Definição de estratégias** – as estratégias são filosofias utilizadas para se alcançar o que se espera no futuro. Podem incluir algumas abordagens como Gestão da demanda,

Saneamento descentralizado, o *ECOSAN (Ecological Sanitation)*, *SUDS*, *WSUD*, IVA[5], entre outras.

e) **Definição de grupo de medidas (GM)** – os GM são elaborados para melhorar as condições sanitárias no futuro. O modelo *UWU* possui uma estrutura que permite conceber medidas para conservação da água nos sistemas de abastecimento de água, sistemas de esgoto sanitário e sistemas de drenagem urbana.

f) **Simulação do GM** – para cada cenário, o GM é aplicado através de simulações matemáticas onde são determinados os valores dos indicadores.

g) **Resultados** – obter e registrar os valores dos indicadores para cada GM nos cenários selecionados.

h) **Avaliação** – os resultados dos indicadores são comparados aos valores previstos para estes indicadores para avaliar se foi alcançado o resultado esperado para cada cenário. Para auxiliar esta avaliação é calculado o Índice de Efetividade (IE) do GM.

O IE é calculado em função do peso do indicador e da quantidade de cenários em que o indicador foi atingido. Diante disto, quanto maior o número de cenários em que o indicador é alcançado, maior eficácia terá o GM analisado. Este modelo foi aplicado na pesquisa de Santos e Benetti (2014) e adaptado nas pesquisas de Destro (2016), Cárdenas (2017) e Richter (2020). Na Tabela 7 estão apresentadas as principais referências que aplicaram e adaptaram o modelo *UWU*, com as filosofias e medidas utilizadas que são comuns à IVA.

Tabela 7 – Principais aplicações e adaptações do modelo *UWU* realizadas

Referência	Filosofia(s) utilizada(s)	Medidas utilizadas
Santos e Benetti (2014)	Gestão da demanda, saneamento descentralizado, *ECOSAN* e *SUDS*	Banheiros com 6L por descarga; água cinza como fonte alternativa para o banheiro; reutilização da água na agricultura; pavimento poroso; faixa de filtração; expansão do sistema de saneamento e construção e novo sistema de saneamento.
Destro (2016)	*SUDS*	Trincheira de infiltração; pavimento permeável; bacia de detenção; biorretenção e aproveitamento de água da chuva.
Cárdenas (2017)	*SUDS*	Microrreservatório; telhado verde; trincheira de infiltração; pavimento permeável; bacia de detenção; biorretenção; e *wetlands* construídos.
Richter (2020)	Gestão da demanda e *SUDS*	Uso racional de água; uso de água da chuva; aproveitamento de água da chuva; redução do índice de perda de abastecimento de água da empresa de tratamento de água; uso de água cinza; e uso de pavimentos permeáveis.

Fonte: A Autora (2020).

[5]Para esta pesquisa será considerada como estratégia principal a utilização da IVA, não impedindo a interação entre demais abordagens com objetivos afins.

Quanto aos fatores externos utilizados nas aplicações e adaptações do modelo *UWU* tem-se:

a) Crescimento populacional – a taxa de crescimento populacional é utilizada para calcular a população futura;

b) Mudanças climáticas – é calculada a influência da temperatura no consumo per capita da população, através da previsão de variação da temperatura local;

c) Desenvolvimento econômico – é calculada a influência do Produto Interno Bruto (PIB)[6] no consumo per capita da população.

A influência da precipitação foi acrescentada como fator externo para avaliar os sistemas de drenagem nas últimas aplicações do modelo *UWU* (DESTRO, 2016; CÁRDENAS, 2017; RICHTER, 2020). Na Tabela 8 tem-se um resumo dos fatores externos, utilizados por Santos e Steen (2011), Santos e Benetti (2014), Destro (2016), Cárdenas (2017) e Richter (2020), para a construção de cenários.

Tabela 8 – Fatores externos para construção de cenários, utilizados por outros autores

Fator externo	**Estágio**	**Santos e Steen (2011)**	**Santos e Benetti (2014)**	**Destro (2016)**	**Cárdenas (2017)**	**Richter (2020)**
Crescimento populacional (%)	Atual			X	X	X
	Mínimo	X	X	X	X	X
	Médio	X	X			
	Máximo	X	X	X	X	X
Temperatura anual (°C)	Atual			X	X	X
	Mínimo	X		X	X	X
	Médio	X	X			
	Máximo	X	X	X	X	X
Desenvolvimento econômico (R$/hab/mês)	Atual			X	X	X
	Mínimo	X	X	X	X	X
	Médio	X	X			
	Máximo	X		X	X	X
Precipitação (mm/h)	Atual			X	X	X
	Mínimo			X	X	X
	Médio					
	Máximo			X	X	X

Fonte: A Autora (2020).

Santos e Steen (2011) e Santos e Benetti (2014) utilizaram cinco cenários para a simulação, com três fatores externos. A construção dos cenários se baseou na variação de um fator externo, mantendo os demais inalterados, dessa forma, é possível avaliar a sensibilidade que uma mudança no fator externo ocasiona. Entretanto, este tipo construção não necessariamente

[6]Para avaliar a influência do desenvolvimento econômico, Cárdenas (2017) utilizou a taxa de inflação nos cálculos.

demonstra a realidade de um cenário futuro, conforme afirma Destro (2016). Já as pesquisas de Destro (2016), Cárdenas (2017) e Richter (2020), utilizaram quatro cenários, sendo um cenário crítico, um favorável e dois intermediários, motivados por Bruggeman et al. (2013).

Quanto aos indicadores de sustentabilidade empregados pelos autores que aplicaram o modelo *UWU* (Tabela 9), destaca-se que a maioria busca avaliar o impacto dos sistemas de infraestrutura sanitária.

Tabela 9 – Indicadores de sustentabilidade utilizados no modelo *UWU*, por outros autores

Indicador	**Unidade**	**Santos e Steen (2011)**	**Santos e Benetti (2014)**	**Destro (2016)**	**Cárdenas (2017)**	**Richter (2020)**
Cobertura Populacional do SAA	%	X	X			X
Cobertura Populacional do SES	%	X	X			X
Valor da rede atual	USD	X				
Consumo de energia	MWh/ano	X				
Produção de lodo na ETE	m^3/ano	X				
Área da ETA	m^2	X				
Área da ETE	m^2	X				
Risco de contaminação por uso de água cinza	%/ano	X				
Risco de contaminação por uso de água residuária	%/ano	X				
Emissões de gases de efeito estufa	ton CH_4/ano	X				
Produção agrícola adicional por água de reuso	ton/ano	X	X			
Oxigênio dissolvido do rio	mg/L	X				
Índice de estado trófico do reservatório	mg/L	X	X			
Relação das vazão de extração de água bruta e vazão ecológica do rio	adm	X				
Índice de mortalidade	%	X				
Vazão crítica de drenagem	m^3/s	X	X	X	X	X
Área permeável equivalente	%			X	X	
Carga de Sólidos Suspensos totais no SES	kg/dia			X*	X*	X
Carga de DBO no SES	kg/dia			X*	X*	X
Carga de Nitrogênio no SES	kg/dia			X*	X*	X
Carga de Fósforo total no SES	kg/dia			X*	X*	X
Carga de Coliformes no SES	dia^{-1}					X
Carga de Sólidos Suspensos totais no SDU	kg/dia					X
Carga de DBO no SDU	kg/dia					X
Carga de Nitrogênio no SDU	kg/dia					X
Carga de Fósforo total no SDU	kg/dia					X
Carga de Coliformes no SDU	dia^{-1}					X

Legenda: SAA – Sistema de Abastecimento de Água; SES – Sistema de Esgotamento Sanitário; SDU – Sistema de Drenagem Urbana; DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio; *Unidade de medida diferente.

Fonte: A Autora (2020).

Observou-se também que os impactos ambientais decorrentes de cargas poluidoras presentes no SES foram avaliados por Destro (2016), Cárdenas (2017) e Richter (2020), utilizando cargas de Sólidos Suspensos Totais (SST), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e nutrientes como Nitrogênio (N) e Fósforo (P). Richter (2020) fez ainda a separação entre as cargas poluidoras do SES e SDU, através da parametrização por aparelho sanitário.

Na concepção do modelo por Santos e Steen (2011), foram empregados indicadores sociais como taxa de mortalidade infantil; indicadores econômicos com o consumo de energia; e indicadores ambientais como emissões de gases de efeito estufa.

2.7 Participação social nos processos de tomada de decisão

De acordo com Kerzner (2013), todos os problemas geralmente têm soluções, mas nem todas as soluções podem ser práticas e/ou viáveis. Assim, a identificação de alternativas às soluções dos problemas requer a participação das partes interessadas para que cada uma possa apresentar sua visão sobre o problema abordado.

No Brasil, a importância da participação social na elaboração de políticas públicas e em processos de tomada de decisão vem sendo demonstrada desde sua regulamentação através da Constituição Federal de 1988, inclusive na esfera ambiental onde é assegurado que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (BRASIL, 1988; FERRAZZO et al., 2018). Na esfera no saneamento básico, a Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2007) consolidou o controle social nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação garantindo o acesso à informação, representação técnica e participação de órgãos colegiados de caráter consultivo. Ao ser atualizada pelo marco legal do saneamento, englobou a participação de órgãos colegiados nas esferas nacional, estadual, distrital e municipal, além de incluir o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2020a).

Conforme Toro e Werneck (2007), o ato de mobilizar consiste em convocar vontades em busca de um propósito em comum, mas a participação é uma escolha e cada indivíduo tem a liberdade de participar ou não do processo de mobilização. Esta escolha está atrelada às pessoas se sensibilizarem em se tornar responsáveis e capacitados para provocar e construir mudanças.

No âmbito de áreas protegidas, a sociedade civil pode participar de diferentes formas:

a) Na representação nos conselhos de gestão das áreas protegidas (BRASIL, 2000);

b) No engajamento em atividades de educação ambiental, reuniões, semanas de integração entre as UC, atividades de pesquisa (CIDREIRA-NETO; RODRIGUES, 2017);

c) No compartilhamento de conhecimento (BOCKSTAEL et al., 2016).

No cenário brasileiro as UC de uso sustentável permitem a inserção de seres humanos em seu espaço, assim a participação social nestas áreas é importante para a definição de estratégias de

conservação e preservação, bem como para a efetivação dos planos de manejo que representem os interesses da população como destacam Rezende et al. (2017).

Deve-se atentar ainda para a forma de participação das partes interessadas no processo de gestão. No estudo de Bockstael et al. (2016) foi analisada a participação da comunidade no processo de governança de recursos que ocorreu de forma consultiva, onde foram realizadas onze reuniões envolvendo o Parque Nacional Serra da Bocaina (Sudeste brasileiro). Assim foi percebida pela própria comunidade a importância da participação, além de outros pontos levantados:

a) Alguns membros da comunidade não reconhecem a autoridade do Conselho e se recusam a participar;

b) A contribuição de conselheiros pode advir de opinião pessoal e não representar a comunidade na totalidade;

c) O local de reunião era muito distante para os moradores se deslocarem.

Dessa forma, a participação social almejada precisa ser representativa do coletivo e estratégias para manter o envolvimento têm de ser consideradas, o que vai de encontro com a afirmação de Kerzner (2013) de que os envolvidos selecionem alternativas que sejam melhores ao coletivo, ao invés de somente para si.

Neste sentido, Malekpour, Haan e Brown (2016) desenvolveram um estudo em que os participantes deveriam pensar em soluções que atendessem às necessidades da sociedade no gerenciamento de inundações, deparando-se com o desafio de conectar os participantes com esta visão. Os autores refletiram que esta dificuldade implica na diferença entre o objetivo e a prática na prestação de serviços públicos, justo pela ausência de estruturas práticas que traduzam as necessidades da sociedade.

No âmbito da drenagem urbana, Santos et al. (2016) desenvolveram estratégias para a sensibilização da comunidade através de oficinas e utilizaram placas de identificação das medidas de drenagem implementadas. Uma observação importante é relacionada à aceitabilidade dos usuários quanto às medidas de drenagem, o que é fundamental para a conservação e manutenção das medidas.

Em outro estudo, Alencar e Porto (2012) destacam que a participação da comunidade em atividades de despoluição as tornam mais efetivas, tendo em vista que a poluição difusa atinge toda a bacia e é de difícil controle. Assim, é fundamental a sensibilização da comunidade nas ações propostas.

O governo local deve elaborar planos de gestão que envolvam a população, pois como concluíram Bockstael et al. (2016), os governantes precisam estar abertos ao conhecimento tradicional, assim como a comunidade precisa conhecer mais sobre assuntos de conservação.

Desse modo, envolver as partes interessadas no processo de tomada de decisão e na utilização de ferramentas é fundamental para aproveitar o potencial para a gestão das águas urbanas, tendo em vista que tais ferramentas têm sido amplamente exploradas no meio acadêmico, mas pouco difundidas nos ambientes de tomada de decisão, como destacam Peña-Guzmán et al. (2017).

Já a análise do efeito das mudanças nas políticas para gestão de áreas protegidas sobre as populações locais realizada por Bhattarai, Pant e Timalsina (2017) enfatizam a necessidade de escuta dos desejos da população tendo em vista que esta pode, inclusive, desenvolver estratégias de conservação da área protegida.

Quando se trata aos objetivos de áreas protegidas urbanas há algumas vantagens, pois estas proporcionam experiências à população urbana de conexão com a natureza, serviços ecossistêmicos, proteção das espécies e apoio à economia local com renda proveniente do turismo, por exemplo, como afirmam Worboys e Trzyna (2015).

Pode-se integrar os objetivos de áreas protegidas urbanas ao ODS 11 que visa aumentar a capacidade para o planejamento e a gestão participativa, integrada e sustentável dos assentamentos humanos, a fim de promover cidades e comunidades sustentáveis.

Com estes exemplos torna-se imperante que a população seja participante do processo de tomada de decisão de medidas de IVA aplicáveis à área de estudo e que a sensibilização dos usuários é o primeiro passo em busca da mobilização para superar os desafios impostos pela atual forma de gestão das águas urbanas.

3 ESTRUTURAÇÃO DE FERRAMENTA PARA A IVA E ENFOQUE COMPLEXO

A ferramenta estruturada foi adaptada da proposta de Santos e Steen (2011), com o diferencial de utilizar medidas de IVA, bem como desenvolver procedimentos para o envolvimento das partes interessadas (*stakeholders*) na aplicação da ferramenta. O fluxograma da ferramenta (Figura 17) é dividido em três fases: a) Fase preliminar; b) Modelo *UWU*; c) Fase de implementação. Na prática e na literatura esta ferramenta ainda não foi totalmente aplicada com o envolvimento das partes interessadas que são indivíduos da comunidade e especialistas técnicos.

As principais contribuições à ferramenta abrangeram somente o modelo *UWU* (Seção 2.6.1, pág. 59). Dessa forma, considera-se relevante que se inicie o processo de envolvimento das partes interessadas na aplicação da ferramenta desde a fase preliminar à fase de implementação. Como a ferramenta é baseada na GIAU, para garantir sua aplicabilidade em sistemas de microdrenagem deve-se delimitar pequenas bacias hidrográficas urbanas de até 2 km^2. Assim, nas próximas seções tem-se o detalhamento da ferramenta de forma generalizada para facilitar sua replicabilidade.

3.1 Visão geral da ferramenta

A fase preliminar consiste em quatro etapas, conforme Santos e Steen (2011):

a) **Definição da Aliança de Aprendizagem** – a Aliança de Aprendizagem é o grupo composto pelas partes interessadas que representam a área de estudo conhecendo sua realidade, e pelos facilitadores responsáveis pela aplicação da ferramenta;

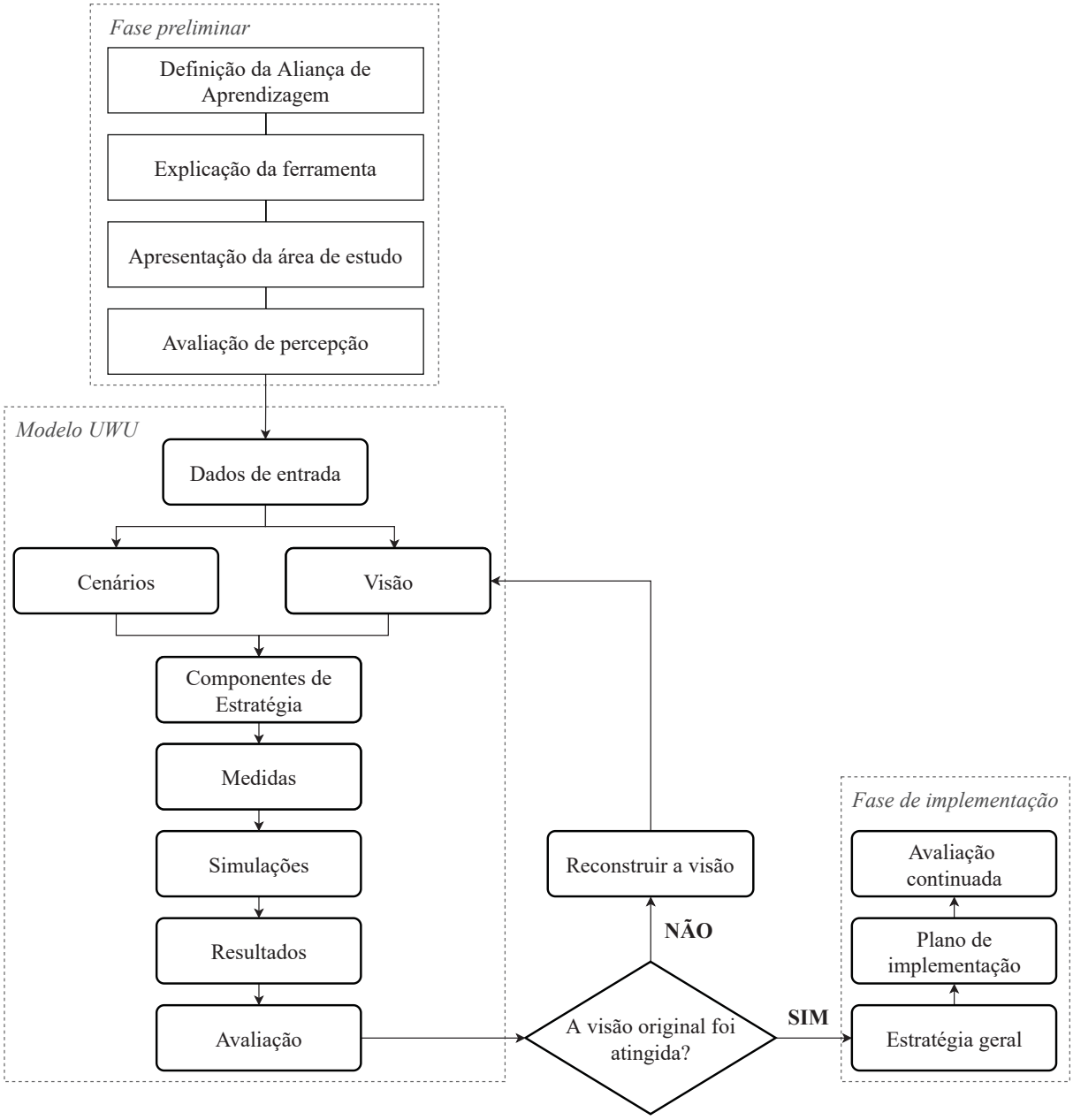
b) **Explicação da ferramenta** – explicar o funcionamento da ferramenta às partes interessadas, promovendo a reflexão sobre como o conceito da GIAU poderia mudar a área de estudo através de tecnologias, planejamento estratégico, organização e financiamento do setor de águas urbanas em direção à sustentabilidade;

c) **Apresentação da área de estudo** – devem ser apresentadas as características da área de estudo, para apoiar a construção da visão e de cenários, assim como a seleção de estratégias e medidas de IVA;

d) **Avaliação de percepção** – deve ser realizada a avaliação de percepção das partes interessadas sobre as questões do saneamento e dos interesses da área de estudo.

Após a fase preliminar inicia-se a aplicação do modelo *UWU* com a organização dos dados de entrada que representam as características da bacia hidrográfica para embasar a

Figura 17 – Fluxograma da ferramenta



Fonte: Adaptado de Santos e Steen (2011).

construção da visão e de cenários. A análise de cenários faz parte do planejamento estratégico, onde espera-se identificar fatores externos que possam ocorrer no futuro e influenciarão as estratégias a serem adotadas. Já a visão é um desejo para o futuro e sua construção irá apontar quais indicadores utilizar com respectivos valores e pesos. Os indicadores são influenciados pelas medidas selecionadas, pelos fatores externos e dependentes das condições locais.

Com os cenários, a visão e os indicadores definidos, são selecionadas as estratégias e os GM de IVA. Após definidos os GM, deve ser realizada a simulação de cada grupo, para cada cenário, e os resultados são avaliados recorrendo à abordagem integrada de avaliação entre resultados, cenários e visão. Por fim, a última fase da ferramenta é a de implementação, que

depende da decisão das partes interessadas se a visão original foi atingida. Para as duas decisões possíveis, tem-se que:

a) Se a decisão for "não", a próxima etapa é a reconstrução da visão, reiniciando a segunda fase da ferramenta (modelo *UWU*);

b) Se a decisão for "sim", inicia-se a fase de implementação, após um consenso que promova condições seguras para definir a estratégia geral, o Plano de Implementação e o método para a avaliação continuada.

Para aplicação da ferramenta propõem-se os seguintes procedimentos com detalhes em APÊNDICES específicos:

a) **Levantamentos de campo** para conhecer a realidade local e mobilizar o grupo de partes interessadas em prol da GIAU, bem como fazer a tabulação cruzada de dados primários e dados secundários, para complementá-los ou atualizá-los (APÊNDICE A);

b) **Oficinas** para mobilizar a comunidade na aplicação da ferramenta (APÊNDICE B);

c) **Reuniões** para mobilizar os especialistas na aplicação da ferramenta (APÊNDICE C);

d) **Encontros** para avaliar os resultados obtidos com as simulações no modelo *UWU* e executar a fase de implementação da ferramenta (APÊNDICE D).

Com o conhecimento das três fases da ferramenta, as próximas seções visam apresentar o método a ser empregado em cada etapa, considerando a utilização da IVA e o enfoque complexo.

3.2 Fase preliminar

A fase preliminar consiste em quatro etapas: definição da Aliança de Aprendizagem, explicação da ferramenta, apresentação da área de estudo e avaliação de percepção. O objetivo desta fase é mobilizar as partes interessadas na aplicação da ferramenta, para isto, a área de estudo deve estar previamente delimitada e suas características conhecidas.

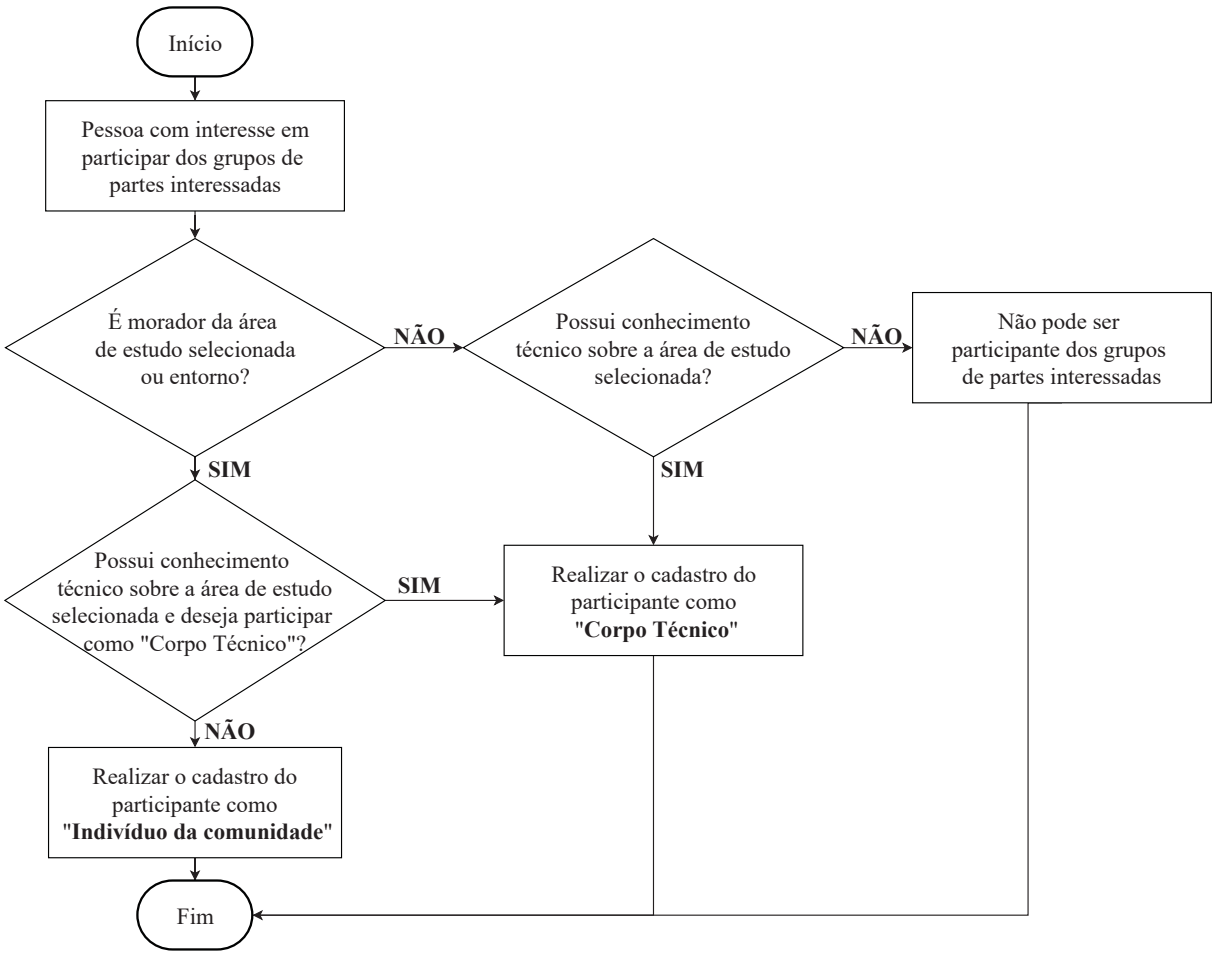
Para aplicação da fase preliminar deve ser realizada a pesquisa de levantamento ou pesquisa de campo que consiste em coletar informações diretamente na fonte estudada gerando os dados primários (GIL, 2017). Na pesquisa de levantamento, os dados são coletados por técnicas como entrevistas e questionários. Ao coletar informações direto na fonte, deve-se identificar quais são as organizações e pessoas-chave a serem entrevistadas, selecionar o material necessário para os levantamentos de campo (caderno de anotações, máquina fotográfica, gravador de voz, entre outros), estabelecer as atividades e o tempo necessários para os levantamentos de campo e considerar imprevistos (YIN, 2001).

3.2.1 Definição da Aliança de Aprendizagem

A Aliança de Aprendizagem (*Learning Alliance*) é o grupo composto pelas partes interessadas e pelos facilitadores, cujo objetivo é aplicar a ferramenta baseada no planejamento estratégico para a resolução dos problemas identificados (STEEN; HOWE, 2009). Os participantes que fazem parte da Aliança de Aprendizagem são classificados como jogadores, especialistas e facilitadores, conforme apresentado por Santos e Steen (2011). Assim, para a aplicação da pesquisa na área de estudo, os papéis da Aliança de Aprendizagem foram divididos em Indivíduos da comunidade como jogadores, Corpo Técnico como especialistas e os pesquisadores responsáveis como facilitadores.

Os grupos de partes interessadas são compostos por Indivíduos da comunidade e Corpo Técnico definidos conforme o fluxograma apresentado na Figura 18.

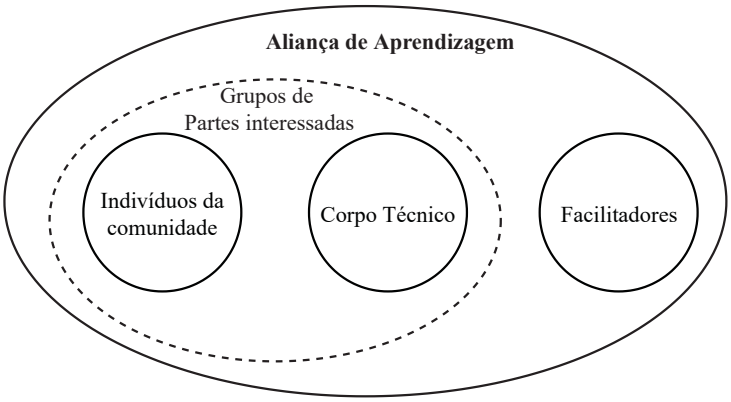
Figura 18 – Fluxograma para definição dos grupos de partes interessadas



Fonte: A Autora (2022).

Após a definição das partes interessadas e dos facilitadores tem-se a Aliança de Aprendizagem como representada na Figura 19.

Figura 19 – Composição da Aliança de Aprendizagem da pesquisa



Fonte: A Autora (2020).

As próximas seções são dedicadas a compreender a função, a forma de abordagem e a quantidade de indivíduos mínima esperada para os participantes da Aliança de Aprendizagem.

3.2.1.1 Indivíduos da comunidade

Os Indivíduos da comunidade são aquelas pessoas que residem na área de estudo ou no entorno (bacias hidrográficas adjacentes) e que se voluntariam a participar da pesquisa. Sua função na ferramenta é contribuir para os dados de entrada sobre a área de estudo, participar na construção da visão da comunidade, na definição das estratégias e medidas de IVA a serem implementadas na área de estudo, na avaliação dos resultados e na fase de implementação, além de serem responsáveis pela manutenção e fiscalização das medidas.

Os moradores da área de estudo possuem as melhores informações sobre as necessidades da comunidade, mas sua participação deve ir além de apenas uma consulta, pois com a devida orientação eles são fundamentais no processo de decisão (WSSCC; EAWAG/SANDEC, 2005). Com o propósito de colaborar na apresentação da pesquisa, em um primeiro momento, sugere-se a elaboração de material explicativo (APÊNDICE E) sobre o que é a pesquisa, seus objetivos, sua importância e o que se espera do envolvimento dos participantes ou convite verbal quando a abordagem for presencial.

Como afirmam Baptista e Campos (2010), ao se fazer uma pesquisa trabalha-se com amostras tecnicamente retiradas do universo em vista, pois, é impossível ou impraticável de se trabalhar com todo o universo. Assim, os indivíduos da comunidade devem ser representados por uma amostra de sua população, influenciado pelos seguintes fatores:

a) Tamanho da população (N) – o tamanho da amostra tem relação com o tamanho da população, podendo ser finita (menor que 100.000) ou infinita (maior que 100.000), conforme Gil (2019).

b) Nível de confiança (*S*) – refere-se à área da curva normal definida a partir dos desvios-padrão em relação à sua média (GIL, 2019). É representado pelo número na fronteira que separa estatísticas amostrais com chance de ocorrer daquelas que não têm. Para nível de confiança de 90%, este número é 1,645; para 95% é 1,96; e para 99% é 2,575 (TRIOLA, 2008).

c) Proporção com a qual o fenômeno se verifica (*p*) e seu complemento (*q*), sendo a proporção com a qual o fenômeno não se verifica (GIL, 2019).

d) Erro máximo permitido (*e*) – é a diferença máxima provável entre a proporção amostral observada e o verdadeiro valor da proporção populacional (TRIOLA, 2008).

A amostragem mínima representativa da dinâmica local face à dificuldade de levantamento de dados em toda população, pela limitação de tempo e de recursos financeiros, foi definida conforme Fórmula 3.1 apresentada por Gil (2019):

$$n = \frac{N \cdot S^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N-1) + S^2 \cdot p \cdot q} \tag{3.1}$$

Em que:

n – tamanho da amostra;

N – tamanho da população;

S – nível de confiança escolhido, expresso em número de desvios-padrão;

p – proporção com a qual o fenômeno se verifica;

q – proporção complementar (*1-p*);

e – erro máximo permitido.

Para esta pesquisa, o tamanho da população (N) corresponde ao número de domicílios existentes na área de estudo, conforme IBGE (2010), aos quais são domicílios ocupados (lotes que possuem ocupantes) e não ocupados (lotes que não possuem ocupantes). Para definir a amostra de participantes da comunidade, a variável "*p*" corresponde à proporção de domicílios ocupados, enquanto a variável "*q*" corresponde à proporção de domicílios não ocupados, conforme proposta de Rocha (2013). Assim, a quantidade mínima de indivíduos da comunidade dependerá das características locais da área de estudo delimitada.

Como os dados de IBGE (2010) são divididos por setores censitários, pode ocorrer da área de estudo delimitada não corresponder exatamente às áreas dos setores, então caso aconteça deve-se considerar para o cálculo amostral os setores que possuam, pelo menos, 50% de área inserida na área de estudo.

A forma de recrutamento para a participação na pesquisa é voluntária, de preferência deve-se entrar em contato com algum representante da comunidade ou pessoa-chave para colaborar na pesquisa e indicar outros indivíduos da comunidade. Esta forma de recrutamento é recomendada quando não há facilidade de selecionar os participantes ou por limitações outras. Para minimizar os erros desta seleção indica-se definir amostragem por cotas em que a quantidade mínima de participantes se dá por setor censitário em função da proporção de domicílios por setor e da quantidade total da amostra.

3.2.1.2 Corpo Técnico

O Corpo Técnico é composto por indivíduos de diferentes expertises, desde que conhecedores das características da área de estudo. Indica-se a quantidade mínima de três especialistas para aplicação da ferramenta. Os especialistas convidados podem atuar nas seguintes áreas: planejamento urbano, meio ambiente, saneamento, economia, saúde e/ou em instituições. Assim, garante-se que as atividades tenham interdisciplinaridade e integração de informações, como trata Santos (2004).

Na pesquisa de Strapasson (2018) foi definido um grupo de especialistas para avaliar o desempenho das alternativas de tratamento e dos indicadores selecionados. Para esta ferramenta, o Corpo Técnico deve contribuir para os dados de entrada sobre a área de estudo; participar da construção de cenários; na definição de indicadores de sustentabilidade, das estratégias e medidas de IVA a serem implementadas na área de estudo; da simulação no modelo e da avaliação dos resultados encontrados; e na fase de implementação. Quanto aos especialistas a serem convidados, a abordagem deve ser em forma de convite impresso, digital ou verbal, esclarecendo sobre o que é a pesquisa, seus objetivos, sua importância e o que se espera do envolvimento do(a) convidado(a).

3.2.1.3 Facilitadores

Os facilitadores são profissionais treinados para aplicar a ferramenta, sabendo transmitir as informações de forma que os grupos de partes interessadas possam compreender (HOWE et al., 2011), além de se manterem neutros durante as atividades, garantindo a equidade de contribuições dos participantes e resultados que demonstrem um consenso entre as partes interessadas (PHILLIP; ANTON; STEEN, 2011).

Os facilitadores devem ser escolhidos em função do conhecimento da ferramenta e de sua capacidade de coordenar pequenos e grandes grupos. A quantidade mínima de facilitadores é de um indivíduo para aplicação da ferramenta. Para esta pesquisa, não foi necessária uma abordagem para definição dos facilitadores, tendo em vista que os mesmos são os pesquisadores responsáveis e já possuem o conhecimento da ferramenta. Na Tabela 10 tem-se um resumo das características dos participantes da pesquisa e com a definição da Aliança de Aprendizagem e a delimitação da área de estudo pode-se aplicar as demais etapas da ferramenta.

Tabela 10 – Resumo das características dos participantes da pesquisa

Participante	Definição	Função	Forma de escolha	Forma de Abordagem	Quantidade mínima
Indivíduos da comunidade	Pessoas que residem dentro da área de estudo ou no entorno.	Contribuir para os dados de entrada sobre a área de estudo, participar na construção da visão da comunidade, na definição das estratégias e medidas de IVA a serem implementadas na área de estudo, na avaliação dos resultados e na fase de implementação	Amostragem populacional e seleção voluntária por cota.	Folheto explicativo sobre a pesquisa ou convite verbal.	Depende das características locais.
Corpo Técnico	Indivíduos de diferentes expertises, desde que conheçam as características da área de estudo.	Contribuir para os dados de entrada sobre a área de estudo; participar da construção de cenários; na definição de indicadores de sustentabilidade, das estratégias e medidas de IVA a serem implementadas na área de estudo; da simulação no modelo e da avaliação dos resultados encontrados; e na fase de implementação.	Em função do conhecimento técnico das características da área de estudo.	Convite impresso, digital ou de forma verbal.	3 participantes.
Facilitadores	Profissionais treinados para aplicar a ferramenta.	Aplicar a ferramenta, transmitindo as informações de forma que os grupos de partes interessadas possam compreender.	Em função do conhecimento da ferramenta e de sua capacidade de coordenar pequenos e grandes grupos.	Não se aplica a esta pesquisa.	1 participante.

Fonte: A Autora (2022).

3.2.2 Explicação da ferramenta

Esta etapa da fase preliminar consiste em explicar o que é a ferramenta e qual o seu objetivo, as vantagens da abordagem integrada e a importância do engajamento dos participantes em sua construção. Sendo pertinente para garantir que as partes interessadas compreenderam os procedimentos para aplicação da ferramenta, bem como tenham ciência que os resultados obtidos podem não corresponder às expectativas iniciais (WSSCC; EAWAG/SANDEC, 2005; AST; GERRITS, 2017).

Devem ser utilizados procedimentos de reuniões e/ou oficinas com as partes interessadas, em um espaço na comunidade, podendo ser na sede da associação comunitária, em uma escola ou universidade. Quanto à duração das reuniões e oficinas, estima-se o máximo de duas horas para não sobrecarregar os participantes com informações e ocasionar cansaço e desinteresse. O dimensionamento deste tempo inclui a execução de outras etapas da ferramenta.

A convocação para as atividades pode ser por convite impresso ou digital, especificando o local, data, hora, objetivos da atividade e importância da participação. Durante as atividades, os materiais necessários podem variar consoante o local. No entanto, é recomendável ao menos realizar o registro de frequência dos participantes (APÊNDICE F) e apresentar um material didático para explicar a ferramenta, seja impresso ou digital. Com as atividades realizadas nesta etapa, espera-se que os participantes compreendam o funcionamento da ferramenta e sejam motivados a engajarem na pesquisa como partes interessadas.

3.2.3 Apresentação da área de estudo

A apresentação sobre a área de estudo visa atualizar e padronizar os antecedentes conceituais entre os participantes. Para isto, devem ser utilizados procedimentos de reuniões e/ou oficinas com as partes interessadas, ou até uma breve apresentação durante os levantamentos de campo. Assim como na etapa de explicação da ferramenta, estas atividades devem acontecer, de preferência, em um espaço na comunidade, bem como pode acontecer no mesmo dia e horário das etapas de explicação da ferramenta e de avaliação de percepção. Por este motivo, estima-se o máximo de duas horas para realização das reuniões e/ou oficinas, com o intuito de não sobrecarregar os participantes com informações, ocasionando cansaço e desinteresse. Se a abordagem ocorrer por indivíduo, não deve ultrapassar 30 minutos de apresentação e entrevista.

Embora os participantes sejam conhecedores da dinâmica da comunidade e de informações únicas, as características e espacialização da área de estudo devem ser apresentadas para que todos possam conhecer e contribuir a respeito da área selecionada. Deve ser elaborado um material didático, impresso ou digital, com as principais características da área de estudo (localização, dados socioeconômicos, dados ambientais, uso e ocupação do solo, entre outros). Pode-se usar projetor multimídia, *banner* ou folheto, sendo recomendada a disponibilização de mapas da área de estudo em escala adequada à visualização. Com a execução desta etapa, espera-se disseminar as informações entre os participantes e coletar informações que somente aqueles que convivem na área têm o conhecimento.

3.2.4 Avaliação de percepção

A etapa de avaliação de percepção das partes interessadas tem o objetivo de compreender a visão dos participantes com relação às necessidades da área de estudo, principalmente aquelas relacionadas às águas urbanas.

Deve ser elaborado um questionário[7] semelhante ao proposto por Benetti (2015) com perguntas fechadas sobre os serviços de saneamento e a paisagem da área de estudo (APÊNDICE G). Para não enviesar a pesquisa, o questionário também pode conter perguntas abertas sobre as

[7]Antes de aplicar os questionários com os participantes da pesquisa deve ser feito um pré-teste com alguns voluntários para confirmar a clareza das perguntas e identificar o tempo necessário para as respostas.

necessidades da área de estudo percebidas pelos respondentes como, por exemplo, “Além das questões levantadas, quais outras necessidades da comunidade que você percebe?”.

O questionário deve ser respondido principalmente pelos Indivíduos da comunidade, mas também pelo Corpo Técnico, assim podem ter adaptações do questionário aplicado conforme o público-alvo. Pode ser impresso ou digital, além da possibilidade de responder com ou sem a presença de um pesquisador. Pode-se fazer a aplicação do questionário nos levantamentos de campo, bem como distribuir o convite para responder ao questionário por *e-mail*, correios ou aplicativos de mensagem de texto. Em casos do questionário ser respondido sem a presença de um pesquisador, pode-se estabelecer um período para conclusão e entrega do questionário respondido de pelo menos 30 dias.

Os materiais necessários para a aplicação do questionário são o convite, o questionário de percepção e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), disponibilizado Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) em função do envolvimento de seres humanos na pesquisa. O convite é recomendado para questionários *online* que serão respondidos sem a presença do pesquisador. Para questionários aplicados presencialmente este convite é realizado verbalmente no momento da abordagem. Com a avaliação de percepção espera-se iniciar a construção da visão da comunidade, bem como realizar a tabulação cruzada de dados primários e secundários.

3.3 Modelo *UWU* adaptado para a IVA e complexidade

Como apresentado na Seção 2.6.1 (pág. 59), o modelo *UWU* desenvolvido por Santos e Steen (2011) tem o objetivo de auxiliar a tomada de decisão de medidas de saneamento, apoiando à elaboração de planos de gestão de água para áreas urbanas.

Algumas adaptações foram realizadas utilizando a filosofia do *SUDS*, como nos trabalhos de Cárdenas (2017), Destro (2016) e Richter (2020). Para esta pesquisa foi realizada uma adaptação do modelo *UWU* para as medidas de IVA e enfoque complexo, detalhada nas próximas seções.

3.3.1 Definição dos dados de entrada

Os dados de entrada são derivados da caracterização do meio antrópico, como aspectos físicos, sociais, culturais, econômicos e ambientais, conforme Santos (2016). Esta caracterização deve ser realizada a partir da coleta de dados secundários, em que são utilizados como fontes de informação: relatórios de organizações governamentais e não governamentais, estudos formais realizados no local, mapas, listas, entre outros (ROCHA, 2013). Os dados de entrada necessários para a simulação no modelo *UWU*, fundamentados no trabalho de Richter (2020), estão descritos na Tabela 11. As fontes consultadas e os cálculos necessários estão detalhados no APÊNDICE H.

Tabela 11 – Dados de entrada necessários para a simulação no modelo *UWU*

Categoria	**Dados de entrada**	**Simbologia**	**Unidade**
Dados de caracterização	Ano atual	–	ano
	Ano futuro	–	ano
	Taxa de crescimento populacional atual	λ_0	%a.a.
	Taxa de crescimento populacional mínimo	λ_1	%a.a.
	Taxa de crescimento populacional máximo	λ_2	%a.a.
	População atual	P_0	hab
	Método de projeção populacional (linear, geométrico, exponencial)	–	–
	Número de pessoas por domicílio	P_d	hab/domicílio
	Número de domicílios	D_o	domicílio
	Renda per capita média atual	PIB_0	R$/hab/ano
	Renda per capita mínima atual	PIB_1	R$/hab/ano
	Renda per capita máxima atual	PIB_2	R$/hab/ano
	Temperatura média histórica	T_0	°C
	Temperatura média mínima histórica	T_1	°C
	Temperatura média máxima histórica	T_2	°C
	Precipitação média histórica	I_0	mm/ano
	Precipitação média mínima histórica	I_1	mm/ano
	Precipitação média máxima histórica	I_2	mm/ano
Sistema de abastecimento de água	Cobertura do sistema de abastecimento de água atual	$A_{SAA,0}$	%
	Consumo per capita de água atual	$q_{e,0}$	L/hab/dia
	Parametrização do consumo de água	–	–
	Índice de perdas na rede de distribuição	I_{RD}	%
	Índice de perdas na estação de tratamento	I_{ETA}	%
	Coeficiente do dia de maior consumo	K_1	–
Sistema de esgotamento sanitário	Cobertura do sistema de esgotamento sanitário atual	$A_{SES,0}$	%
	Coeficiente de retorno de esgoto doméstico	R	–
	Carga de poluentes média no esgoto doméstico: DBO	$L_{DBO,SES}$	kgDBO/dia
	Carga de poluentes média no esgoto doméstico: N	$L_{N,SES}$	kgN/dia
	Carga de poluentes média no esgoto doméstico: P	$L_{P,SES}$	kgP/dia
	Carga de poluentes média no esgoto doméstico: SST	$L_{SST,SES}$	kgSST/dia
	Carga de poluentes média no esgoto doméstico: Ct	$L_{Ct,SES}$	NMP/dia
Sistema de drenagem urbana	Área de drenagem	A	km^2
	Comprimento do talvegue	L	km
	Declividade do talvegue	S	0,025 m/m
	Coeficiente de permeabilidade do solo	k	m/s
	Período de retorno	T_R	ano
	Tempo de precipitação	t	min
	Intensidade pluviométrica crítica	i_{max}	mm/h
	Coeficiente de escoamento superficial	C	–
	Carga de poluentes no escoamento superficial: DBO	$L_{DBO,SDU}$	kgDBO/ano
	Carga de poluentes no escoamento superficial: N	$L_{N,SDU}$	kgN/ano
	Carga de poluentes no escoamento superficial: P	$L_{P,SDU}$	kgP/ano
	Carga de poluentes no escoamento superficial: SST	$L_{SST,SDU}$	kgSST/ano
	Carga de poluentes no escoamento superficial: Ct	$L_{Ct,SDU}$	NMP/ano
Medidas	Valores e padrões locais	–	variável

LEGENDA: DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio; N – Nitrogênio; P – Fósforo; SST – Sólidos Suspensos Totais; Ct – Coliformes Totais; NMP – Número mais provável.

Fonte: Adaptado de Richter (2020).

Conforme Richter (2020), os dados foram divididos em cinco categorias:

a) Dados de caracterização – necessários para a construção dos cenários e para o cálculo de indicadores;

b) SAA – necessários para a construção da visão e para o cálculo dos indicadores;

c) SES – necessários para a construção da visão e para o cálculo dos indicadores;

d) SDU – necessários para a construção da visão e para o cálculo dos indicadores;

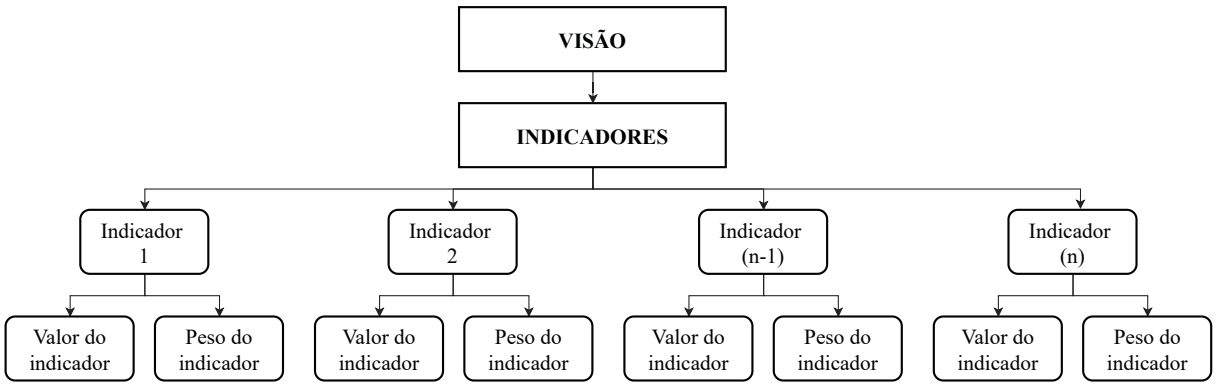
e) Medidas – necessários para o cálculo dos indicadores.

Os dados categorizados como "medidas" são variáveis, pois, dependem das medidas selecionadas pelas partes interessadas e das condições locais. De posse dos dados de entrada é possível avançar para as etapas de construção de cenários e da visão, bem como realizar o cálculo dos indicadores utilizados na simulação matemática.

3.3.2 Construção da visão

Como a visão é uma abstração do desejo futuro, são definidos indicadores que a representam quantitativamente. Sua construção deve ser realizada com as partes interessadas, avaliando cada indicador com um peso que reflete sua importância, além de definir o horizonte de planejamento, como afirma Destro (2016). Estes indicadores devem refletir a realidade desejada, como afirmam Santos e Benetti (2014), e é importante que o valor atribuído ao indicador seja alcançável, mesmo que a ferramenta permita rever a visão considerada utópica, como destacam Santos e Steen (2011). Um esquema da construção da visão, dos indicadores relacionados e seus respectivos pesos e valores estão apresentados de forma hipotética na Figura 20.

Figura 20 – Construção da visão, seu valor e peso, e os indicadores vinculados



Fonte: Adaptado de Santos e Benetti (2014).

Cárdenas (2017) desenvolveu um questionário para especialistas definirem os pesos dos indicadores, segundo uma escala de importância, onde 1 significa menor importância e 10 maior importância. A autora transformou os dados em pesos e calculou a média aritmética para cada indicador. Para esta pesquisa sugere-se que os desejos dos indivíduos da comunidade sejam coletados nos levantamentos de campo e/ou oficinas, mediante entrevistas, preenchimento de questionário e/ou discussão em grupo.

Como avaliar a percepção de uma pessoa ou grupo de pessoas é subjetivo, no processo de construção da visão o desafio foi transformar os indicadores de sustentabilidade (Tabela 9, pág. 63) de uma linguagem técnica para uma linguagem acessível, com o intuito que os indivíduos da comunidade classificassem suas preferências (dados qualitativos) e possibilitasse a definição de pesos dos indicadores (dados quantitativos) a serem utilizados nas simulações do modelo *UWU* adaptado. Dessa forma, os indicadores foram categorizados em cinco temas de linguagem acessível (Tabela 12).

Tabela 12 – Indicadores de sustentabilidade classificados por tema

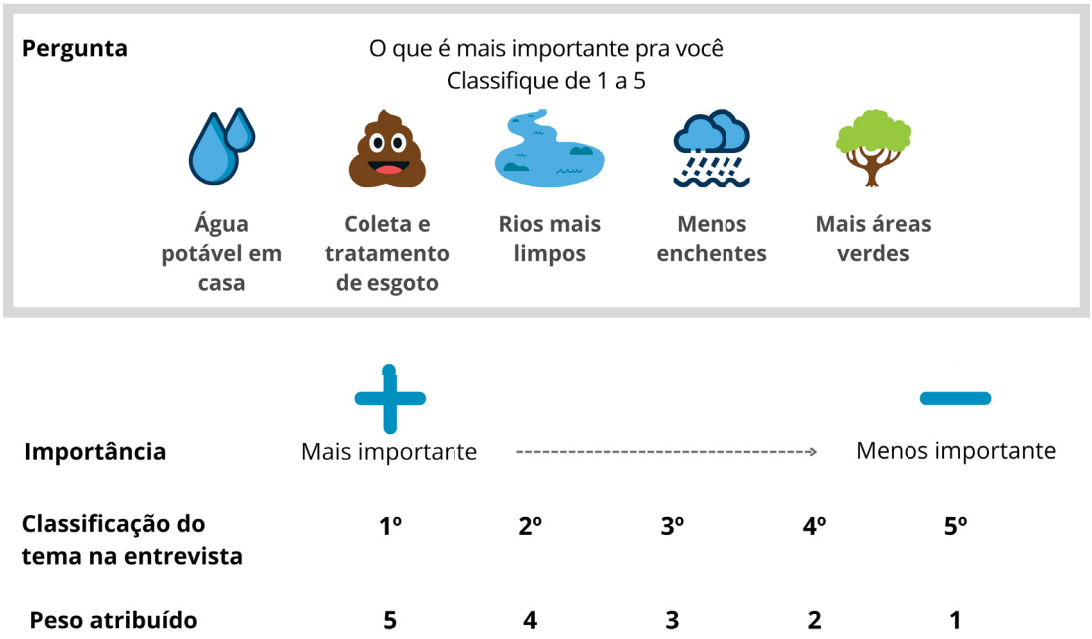
Tema	**Símbolo**	**Indicador de sustentabilidade**	**Unidade**
Água potável em casa	C_{SAA}	Cobertura do sistema de abastecimento de água	$\%$
	q_e	Consumo per capita de água	$L/hab/dia$
Coleta e tratamento de esgoto	C_{SES}	Cobertura do sistema de esgoto sanitário	$\%$
	Q_{SES}	Vazão de esgoto doméstico	L/s
	$L_{DBO,SES}$	Carga de poluentes média no esgoto por dia: DBO	kg/dia
	$L_{P,SES}$	Carga de poluentes média no esgoto por dia: P	kg/dia
	$L_{N,SES}$	Carga de poluentes média no esgoto por dia: N	kg/dia
	$L_{SST,SES}$	Carga de poluentes média no esgoto por dia: SST	kg/dia
	$L_{Ct,SES}$	Carga de poluentes média no esgoto por dia: Ct	NMP/dia
Rios mais limpos	$L_{DBO,SDU}$	Carga de poluentes média no escoamento superficial por ano: DBO	kg/ano
	$L_{P,SDU}$	Carga de poluentes média no escoamento superficial por ano: P	kg/ano
	$L_{N,SDU}$	Carga de poluentes média no escoamento superficial por ano: N	kg/ano
	$L_{SST,SDU}$	Carga de poluentes média no escoamento superficial por ano: SST	kg/ano
	$L_{Ct,SDU}$	Carga de poluentes média no escoamento superficial por ano: Ct	NMP/ano
Menos enchentes	Q_{SDU}	Vazão de drenagem a jusante	m^3/s
Mais áreas verdes	C_{AV}	Cobertura de áreas verdes	m^2/hab

LEGENDA: DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio; N – Nitrogênio; P – Fósforo; SST – Sólidos Suspensos Totais; Ct – Coliformes Totais; NMP – Número mais provável.

Fonte: A Autora (2022).

Foram incorporados os indicadores de consumo per capita (q_e), vazão de esgoto doméstico (Q_{SES}) e cobertura de áreas verdes (C_{AV}). O tema "Mais áreas verdes" foi acrescentado tendo em vista a adaptação do modelo *UWU* à IVA. O objetivo é que as partes interessadas classifiquem os temas em escala de importância de 1 a 5 para calcular os pesos dos indicadores associados aos temas (Figura 21) através da relação entre a média ponderada e o total de respostas obtidas por tema (Tabela 13).

Figura 21 – Classificação dos temas por importância e peso atribuído



Fonte: A Autora (2022).

Tabela 13 – Cálculo dos pesos dos indicadores associados aos temas

Temas	Pesos $p_1=5$	$p_2=4$	$p_3=3$	$p_4=2$	$p_5=1$	Soma $\sum_{j=1}^{5} p_j$	Média ponderada	Peso tema/ indicador
Tema 1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}	$a_{16}=\sum_{j=1}^{5} a_{1j}$	$a_{17}=\frac{\sum_{j=1}^{5}(a_{1j}\cdot p_j)}{\sum_{j=1}^{5} p_j}$	$a_{18}=\frac{a_{17}}{a_{16}}$
Tema 2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}	a_{25}	$a_{26}=\sum_{j=1}^{5} a_{2j}$	$a_{27}=\frac{\sum_{j=1}^{5}(a_{2j}\cdot p_j)}{\sum_{j=1}^{5} p_j}$	$a_{28}=\frac{a_{27}}{a_{26}}$
Tema 3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}	a_{35}	$a_{36}=\sum_{j=1}^{5} a_{3j}$	$a_{37}=\frac{\sum_{j=1}^{5}(a_{3j}\cdot p_j)}{\sum_{j=1}^{5} p_j}$	$a_{38}=\frac{a_{37}}{a_{36}}$
Tema 4	a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}	a_{45}	$a_{46}=\sum_{j=1}^{5} a_{4j}$	$a_{47}=\frac{\sum_{j=1}^{5}(a_{4j}\cdot p_j)}{\sum_{j=1}^{5} p_j}$	$a_{48}=\frac{a_{47}}{a_{46}}$
Tema 5	a_{51}	a_{52}	a_{53}	a_{54}	a_{55}	$a_{56}=\sum_{j=1}^{5} a_{5j}$	$a_{57}=\frac{\sum_{j=1}^{5}(a_{5j}\cdot p_j)}{\sum_{j=1}^{5} p_j}$	$a_{58}=\frac{a_{57}}{a_{56}}$

Legenda: Os valores de a_{11} a a_{55} correspondem a quantidade de respostas obtidas para o Tema i e Peso j.

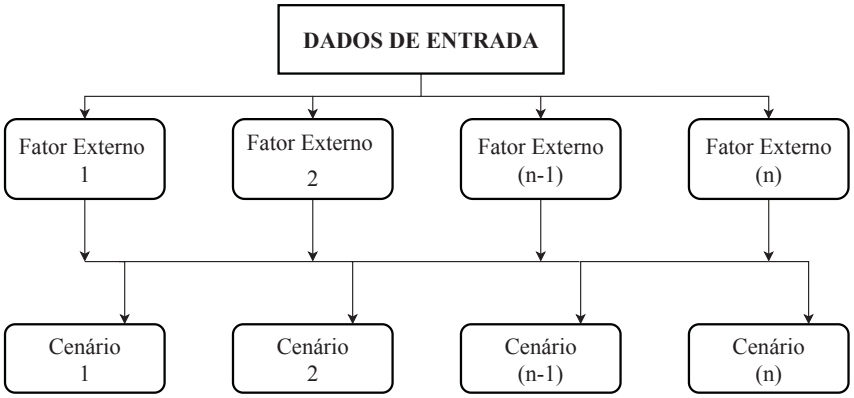
Fonte: A Autora (2022).

Para validar o cálculo dos pesos dos indicadores, a soma de todos os pesos deve ser igual a um e para esta adaptação sugere-se que o Corpo Técnico selecione cinco indicadores de sustentabilidade (um por tema) e os valores destes indicadores. Caso sejam acrescentados outros indicadores que não se enquadrem nos temas propostos é necessária a atualização dos temas em linguagem acessível para os indivíduos da comunidade realizarem a classificação.

3.3.3 Construção de cenários

O objetivo da análise de cenários é identificar fatores externos que são variáveis impossíveis de controlar, tais como o crescimento populacional, mudanças climáticas e desenvolvimento econômico, conforme Santos e Steen (2011), tendo em vista que possam ocorrer no futuro e influenciarão as estratégias a serem adotadas. A influência dos fatores externos sobre os cenários está representada, de forma hipotética, na Figura 22.

Figura 22 – Construção de cenários a partir dos fatores externos



Fonte: Adaptado de Destro (2016).

A construção de cenários deve ser realizada com o envolvimento do Corpo Técnico, em reunião para discussão em grupo de quais fatores externos devem ser utilizados e quantos cenários são necessários para a simulação.

Indica-se a análise exploratória de cenários, definindo-se valores para os fatores externos e concepção de cenários. Para esta pesquisa são recomendados os fatores externos apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Fatores externos recomendados para construção de cenários

Fator externo	**Definição**	**Unidade**
Crescimento populacional	É o acréscimo ou decréscimo de pessoas em uma determinada área, expresso em porcentagem ao ano	*%a.a.*
Renda per capita	É a relação do PIB e o número de habitantes em um ano, expresso em reais por ano	*R$/ano*
Variação da temperatura	É a diferença entre a temperatura registrada e uma temperatura de referência, expresso em graus Celsius	$^{\circ}C$
Pluviosidade média	É a quantidade de chuva em uma unidade de tempo, expresso em milímetros por ano	*mm/ano*

Fonte: A Autora (2022).

Foi desenvolvido um material para auxiliar a construção de cenários e seus respectivos valores dos fatores externos (APÊNDICE I). Como nos trabalhos de Destro (2016), Cárdenas (2017) e Richter (2020) foram desenvolvidos quatro cenários para as simulações no modelo *UWU*. Os dados de entrada da área de estudo viabilizam essa análise, porém o Corpo Técnico

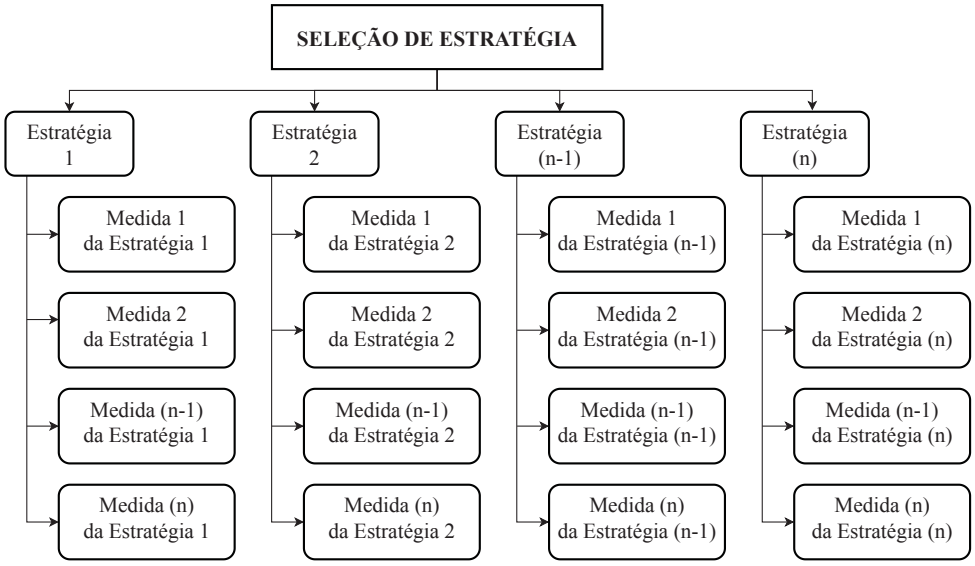
tem autonomia para decidir a quantidade de cenários a serem simulados e se os fatores externos sugeridos são representativos, bem como sugerir novos fatores externos. Ao final da reunião deve-se solicitar uma avaliação sobre a construção de cenários proposta para que as adaptações sejam realizadas (APÊNDICE J).

3.3.4 Componentes de estratégia: IVA

A etapa de componentes de estratégia tem o objetivo de selecionar as estratégias aplicáveis na área de estudo. As estratégias possuem uma classificação que elencam medidas de IVA por se considerar ser uma filosofia que utiliza processos naturais para melhorar a qualidade da água e gerenciar a quantidade de água, restaurando a função hidrológica e da paisagem urbana, conforme afirma Brears (2018).

As estratégias e medidas vinculadas estão apresentadas, de forma hipotética, na Figura 23.

Figura 23 – Seleção de estratégia e medidas vinculadas



Fonte: A Autora (2020).

A partir dos critérios descritos na próxima seção, as medidas devem passar por um processo de seleção com o intuito de que sejam aplicáveis à área de estudo e atendam às expectativas das partes interessadas, além de demonstrarem eficiência.

3.3.4.1 Critérios de seleção de medidas de IVA

Os critérios de seleção de medidas de IVA foram estabelecidos a partir de pesquisa na literatura sobre como os autores têm classificado tais medidas. As principais classificações são relacionadas à escala espacial (de edificação, de lote, de rua, de vizinhança, de distrito, de bacia e de cidade), quanto ao tipo (medidas estruturais e não estruturais), aos cobenefícios e aos

impactos, conforme apresentado na Tabela 5 (pág. 53). Com base nestes levantamentos, foram investigadas as possibilidades de IVA disponíveis e definidas duas categorias de abordagens, as quais são as estruturais e as não estruturais. Para estas abordagens foram definidas estratégias e, para as estratégias, foram elencadas as medidas de IVA, conforme esquema gráfico apresentado na Figura 24.

Figura 24 – Processo de definição de medidas de IVA



Fonte: A Autora (2020).

As possibilidades de IVA disponíveis na literatura passaram por uma análise técnica preliminar para identificar aquelas que possuem adesão à realidade da área de estudo, resultando em 200 opções. Foi realizada a classificação destas possibilidades pelas palavras-chave: área verde, armazenamento, cobertura (telhados), energia, estrutura, infiltração, jardim, política, retenção e transporte. Com isso, foi feito um agrupamento excluindo opções semelhantes, resultando em 14 possibilidades para as abordagens estruturais e cinco para as não estruturais.

- **Abordagens estruturais**

Para as abordagens estruturais foram definidas escalas espaciais como estratégias para garantir ao usuário diferentes níveis de interesse na implementação de medidas de IVA, como abordam Voskamp e Ven (2015). A classificação destas escalas, apresentada na Figura 25, se baseia em critérios semelhantes ao proposto por Shaw, Colley e Connell (2007).

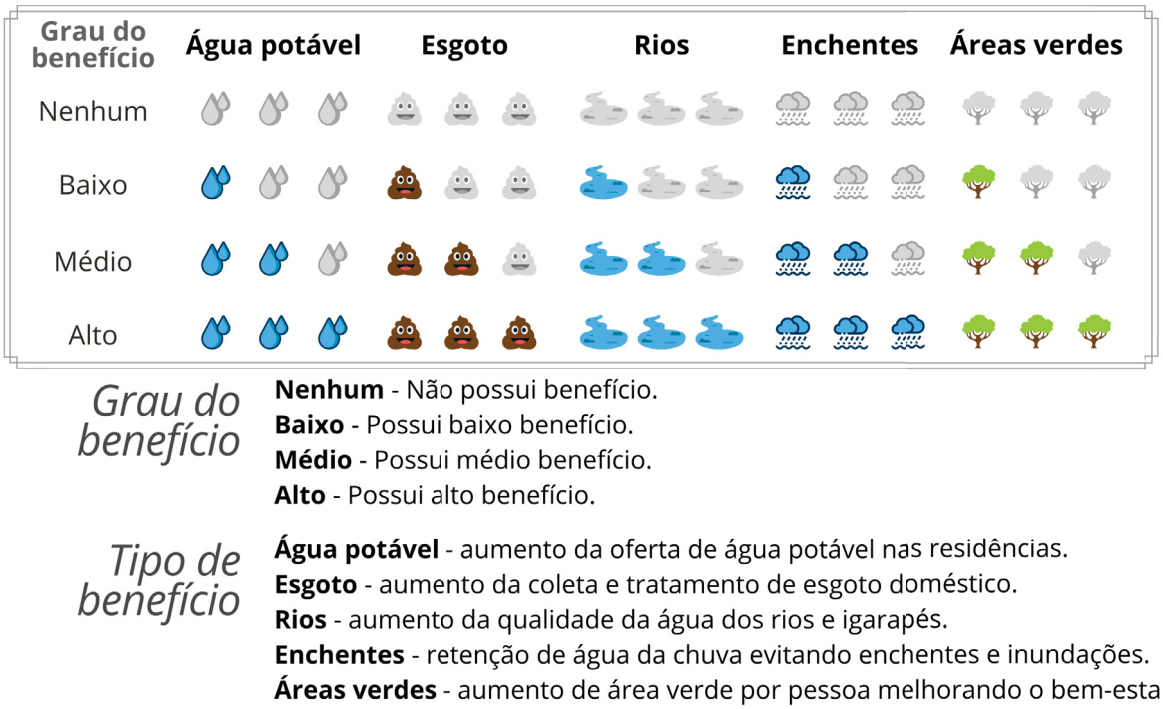
Figura 25 – Escala espacial de abordagens estruturais de IVA



Fonte: A Autora (2022) baseada em Shaw, Colley e Connell (2007).

As medidas de IVA foram classificadas quanto aos benefícios relacionados aos temas abordados na construção da visão, além de ser definido o grau de benefícios (Figura 26) inspirado na metodologia de Derkzen, Teeffelen e Verburg (2017).

Figura 26 – Classificação das medidas de IVA quanto ao tipo e ao grau de benefícios



Fonte: A Autora (2022) inspirada em Derkzen, Teeffelen e Verburg (2017).

Com isso, na Figura 27 é apresentado um resumo da classificação das medidas estruturais por escala espacial e por grau de benefícios, bem como foi elaborada uma Cartilha sobre as medidas de IVA visando fornecer mais informações e facilitar o processo de tomada de decisão (APÊNDICE K).

Das abordagens estruturais pré-selecionadas na análise técnica preliminar, cinco atendem apenas em escala de lote, cinco podem ser aplicadas em escala de vizinhança e/ou bacia e quatro podem ser aplicados no lote, na vizinhança e na bacia.

Quanto aos benefícios, as medidas 1, 2 e 3 são as únicas que possuem benefícios no tema de água potável e as medidas 1, 3 e 14 no tema esgoto. As medidas 4, 6, 8, 9, 12, 13 e 14 possuem benefícios nos temas rios, enchentes e áreas verdes. O tema que possui mais medidas associadas é “enchentes” (12 medidas), seguido de “rios” (10 medidas) e “áreas verdes” (9 medidas).

Figura 27 – Classificação das medidas estruturais de IVA por escala espacial e por benefícios

Medidas	Escala espacial			Benefícios				
	Lote	Vizinhança	Bacia	Água potável	Esgoto	Rios	Enchentes	Áreas verdes
1 - Consumo eficiente da água	✓			Alto	Médio	-	-	-
2 - Coleta de água da chuva	✓			Médio	-	-	Médio	-
3 - Uso de água cinza	✓			Médio	Médio	Médio	-	-
4 - Telhado verde	✓			-	-	Médio	Médio	Médio
5 - Jardins privados	✓			-	-	-	Médio	Médio
6 - Agricultura urbana		✓	✓	-	-	Médio	Alto	Alto
7 - Arborização de ruas		✓	✓	-	-	-	Médio	Alto
8 - Parques urbanos		✓	✓	-	-	Médio	Médio	Alto
9 - Canais de água urbanos		✓	✓	-	-	Alto	Alto	Baixo
10 - Lagoas de água da chuva		✓	✓	-	-	Alto	Alto	-
11 - Pavimento permeável	✓	✓	✓	-	-	Médio	Médio	-
12 - Valas de infiltração	✓	✓	✓	-	-	Médio	Alto	Baixo
13 - Valas de biorretenção	✓	✓	✓	-	-	Alto	Alto	Médio
14 - Wetlands construídos	✓	✓	✓	-	Médio	Alto	Alto	Médio

Fonte: A Autora (2022).

- **Abordagens não estruturais**

Para as abordagens não estruturais (Tabela 15), as estratégias envolvem o investimento em políticas públicas, educação ambiental e sensibilização dos usuários. As abordagens não estruturais com estratégia de educação ambiental e de sensibilização podem ter diferentes atividades relacionadas, pois, dependem da realidade local e devem ser definidas pelas partes interessadas. Quanto à estratégia de política pública, foram elencadas três abordagens, baseadas no agrupamento de ações propostas por diferentes autores (TOURBIER; WESTMACOTT, 2005; SHAW; COLLEY; CONNELL, 2007; VEN et al., 2016; ATELIER GROEN BLAUW, 2020).

Tabela 15 – Abordagens não estruturais de infraestrutura verde azul e estratégias relacionadas

Abordagens não estruturais	**Estratégias**
Áreas verdes	Política Pública
Gestão das águas urbanas	Política Pública
Uso e ocupação do solo	Política Pública
Atividades de educação ambiental	Educação Ambiental
Atividades de sensibilização dos usuários	Sensibilização dos usuários

Fonte: A Autora (2020).

- **Critérios de seleção de medidas**

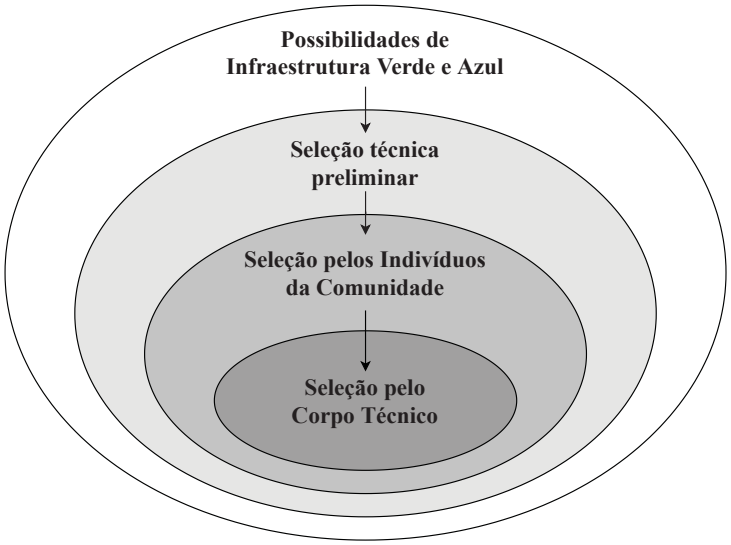
Na Figura 28 tem-se o esquema gráfico dos procedimentos para seleção de medidas de IVA a partir das possibilidades de IVA:

a) Seleção técnica preliminar – utilizou-se o critério de adesão técnica da abordagem à realidade da área de estudo e elencaram-se estratégias às abordagens para se ter um conhecimento prévio das possibilidades existentes;

b) Seleção pelos Indivíduos da comunidade – devem ser apresentadas, aos indivíduos da comunidade, as medidas selecionadas na análise técnica preliminar para estes indicarem aquelas que correspondem às suas expectativas e da comunidade;

c) Seleção pelo Corpo Técnico – as medidas selecionadas pelos indivíduos da comunidade devem ser apresentadas ao Corpo Técnico, no intuito de selecionar medidas de IVA estabelecendo GM a serem simulados no modelo matemático.

Figura 28 – Esquema gráfico para seleção de medidas de IVA



Fonte: A Autora (2020).

Cabe observar que as medidas vinculadas às abordagens estruturais são quantitativamente avaliadas, por meio do modelo *UWU* adaptado, com o propósito de avaliar o potencial de implementação na área de estudo. As medidas de abordagens não estruturais, devido à sua subjetividade, devem ser avaliadas à parte e de forma qualitativa durante a fase de implementação.

A próxima seção descreve como foi realizada a adaptação do modelo *UWU* para a simulação das medidas de IVA relacionadas às abordagens estruturais.

3.3.5 Simulação no modelo *UWU* adaptado

A simulação matemática no modelo *UWU* adaptado foi realizada após o cumprimento das etapas anteriores por fornecerem informações fundamentais para a simulação. O objetivo desta simulação é avaliar a eficácia dos GM através do desempenho dos indicadores em cada cenário.

Utilizou-se o *software Excel* por considerar ser de fácil utilização e acesso, em que os participantes da pesquisa possam fazer uso durante os procedimentos propostos. Assim foram inseridas em diferentes planilhas:

a) os dados de entrada (Seção 3.3.1);

b) os fatores externos e cenários a serem utilizados (Seção 3.3.3);

c) os indicadores, com respectivos valor e peso (Seção 3.3.2);

d) os GM a serem utilizadas (Seção 3.3.4).

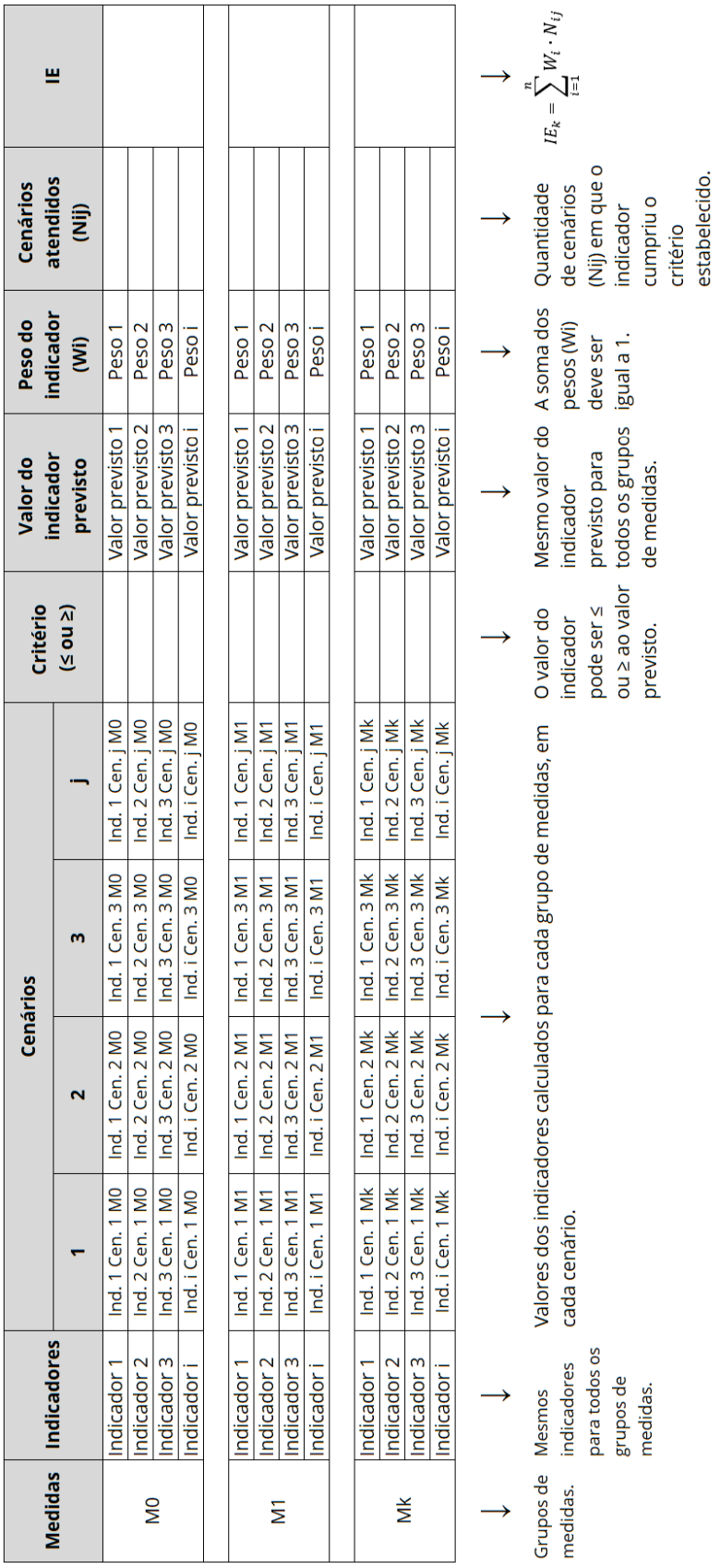
Assim, a estrutura do modelo *UWU* apresentada na Figura 16 (pág. 60) foi transformada em uma planilha eletrônica e a matriz gerada para avaliação de resultados está apresentada na Figura 29, onde é possível visualizar hipoteticamente os resultados dos indicadores para cada cenário e para cada GM simultaneamente.

Na Figura 29 é possível observar, de forma hipotética, os resultados de todas as etapas do modelo *UWU*, com exceção dos dados de entrada e da avaliação. Os dados de entrada são incorporados em outra planilha que fornecem informações para a simulação e o cálculo dos indicadores é realizado por GM em planilhas individuais. Já a avaliação é realizada pelas partes interessadas, a partir dos resultados obtidos na simulação.

Dentre os GM tem-se o GM0 correspondente à situação em que nenhuma medida é implementada na área de estudo, como recomendam Santos e Steen (2011) e Kapetas e Fenner (2020) para comparar a diferença entre a implementação de medidas e a falta de medidas para mudar a situação atual.

Para cada GM (M_k) são avaliados os mesmos indicadores, com valor e peso definidos. O valor previsto para o indicador é o mesmo para todos os GM. O peso do indicador (W_i) oriundo da escala de importância das partes interessadas deve ter a soma dos pesos igual a um.

Figura 29 – Visualização da matriz de resultados do modelo *UWU*



Medidas	Indicadores	Cenários				Critério (≤ ou ≥)	Valor do indicador previsto	Peso do indicador (Wi)	Cenários atendidos (Nij)	IE
		1	2	3	j					
M0	Indicador 1	Ind. 1 Cen. 1 M0	Ind. 1 Cen. 2 M0	Ind. 1 Cen. 3 M0	Ind. 1 Cen. j M0		Valor previsto 1	Peso 1		
	Indicador 2	Ind. 2 Cen. 1 M0	Ind. 2 Cen. 2 M0	Ind. 2 Cen. 3 M0	Ind. 2 Cen. j M0		Valor previsto 2	Peso 2		
	Indicador 3	Ind. 3 Cen. 1 M0	Ind. 3 Cen. 2 M0	Ind. 3 Cen. 3 M0	Ind. 3 Cen. j M0		Valor previsto 3	Peso 3		
	Indicador i	Ind. i Cen. 1 M0	Ind. i Cen. 2 M0	Ind. i Cen. 3 M0	Ind. i Cen. j M0		Valor previsto i	Peso i		
M1	Indicador 1	Ind. 1 Cen. 1 M1	Ind. 1 Cen. 2 M1	Ind. 1 Cen. 3 M1	Ind. 1 Cen. j M1		Valor previsto 1	Peso 1		
	Indicador 2	Ind. 2 Cen. 1 M1	Ind. 2 Cen. 2 M1	Ind. 2 Cen. 3 M1	Ind. 2 Cen. j M1		Valor previsto 2	Peso 2		
	Indicador 3	Ind. 3 Cen. 1 M1	Ind. 3 Cen. 2 M1	Ind. 3 Cen. 3 M1	Ind. 3 Cen. j M1		Valor previsto 3	Peso 3		
	Indicador i	Ind. i Cen. 1 M1	Ind. i Cen. 2 M1	Ind. i Cen. 3 M1	Ind. i Cen. j M1		Valor previsto i	Peso i		
Mk	Indicador 1	Ind. 1 Cen. 1 Mk	Ind. 1 Cen. 2 Mk	Ind. 1 Cen. 3 Mk	Ind. 1 Cen. j Mk		Valor previsto 1	Peso 1		
	Indicador 2	Ind. 2 Cen. 1 Mk	Ind. 2 Cen. 2 Mk	Ind. 2 Cen. 3 Mk	Ind. 2 Cen. j Mk		Valor previsto 2	Peso 2		
	Indicador 3	Ind. 3 Cen. 1 Mk	Ind. 3 Cen. 2 Mk	Ind. 3 Cen. 3 Mk	Ind. 3 Cen. j Mk		Valor previsto 3	Peso 3		
	Indicador i	Ind. i Cen. 1 Mk	Ind. i Cen. 2 Mk	Ind. i Cen. 3 Mk	Ind. i Cen. j Mk		Valor previsto i	Peso i		

Grupos de medidas.

Mesmos indicadores para todos os grupos de medidas.

Valores dos indicadores calculados para cada grupo de medidas, em cada cenário.

O valor do indicador pode ser ≤ ou ≥ ao valor previsto.

Mesmo valor do indicador previsto para todos os grupos de medidas.

A soma dos pesos (Wi) deve ser igual a 1.

Quantidade de cenários (Nij) em que o indicador cumpriu o critério estabelecido.

$$IE_k = \sum_{i=1}^{n} W_i \cdot N_{ij}$$

Fonte: A Autora (2022).

A simulação tem o objetivo de avaliar os valores dos indicadores para cada GM em cada cenário, comparando-os com o valor previsto do indicador sob o critério estabelecido (aumentar ou diminuir). A quantidade de cenários (N_{ij}) em que o indicador *i* cumpriu o critério deve ser computada para o cálculo do IE – Fórmula 3.2.

$$IE_k = \sum_{j=1}^{n} W_i \cdot N_{ij} \tag{3.2}$$

Em que:

IE_k – índice de efetividade do GM *k*;

n – número de indicadores selecionados;

W_i – peso do indicador *i*;

N_{ij} – quantidade de cenários *j* que o indicador *i* cumpriu o critério estabelecido.

O IE é classificado em ruim, insuficiente, razoável, bom ou excelente, e o intervalo de classificação depende do número de cenários definidos para a simulação. A Tabela 16 exemplifica o intervalo calculado pela relação do número de cenários e o número de classificações. Por exemplo, uma simulação com quatro cenários a escala do IE é de 0 a 4, com intervalos a cada 0,80.

Tabela 16 – Intervalos de classificação do Índice de Efetividade

Classificação	2 cenários	4 cenários	n cenários
Ruim	$0{,}00 \leq IE \leq 0{,}40$	$0{,}00 \leq IE \leq 0{,}80$	$0{,}00 \leq IE \leq \Delta$
Insuficiente	$0{,}41 \leq IE \leq 0{,}80$	$0{,}81 \leq IE \leq 1{,}60$	$\Delta+0{,}01 \leq IE \leq 2\Delta$
Razoável	$0{,}81 \leq IE \leq 1{,}20$	$1{,}61 \leq IE \leq 2{,}40$	$2\Delta+0{,}01 \leq IE \leq 3\Delta$
Bom	$1{,}21 \leq IE \leq 1{,}60$	$2{,}41 \leq IE \leq 3{,}20$	$3\Delta+0{,}01 \leq IE \leq 4\Delta$
Excelente	$1{,}61 \leq IE \leq 2{,}00$	$3{,}21 \leq IE \leq 4{,}00$	$4\Delta+0{,}01 \leq IE \leq 5\Delta$

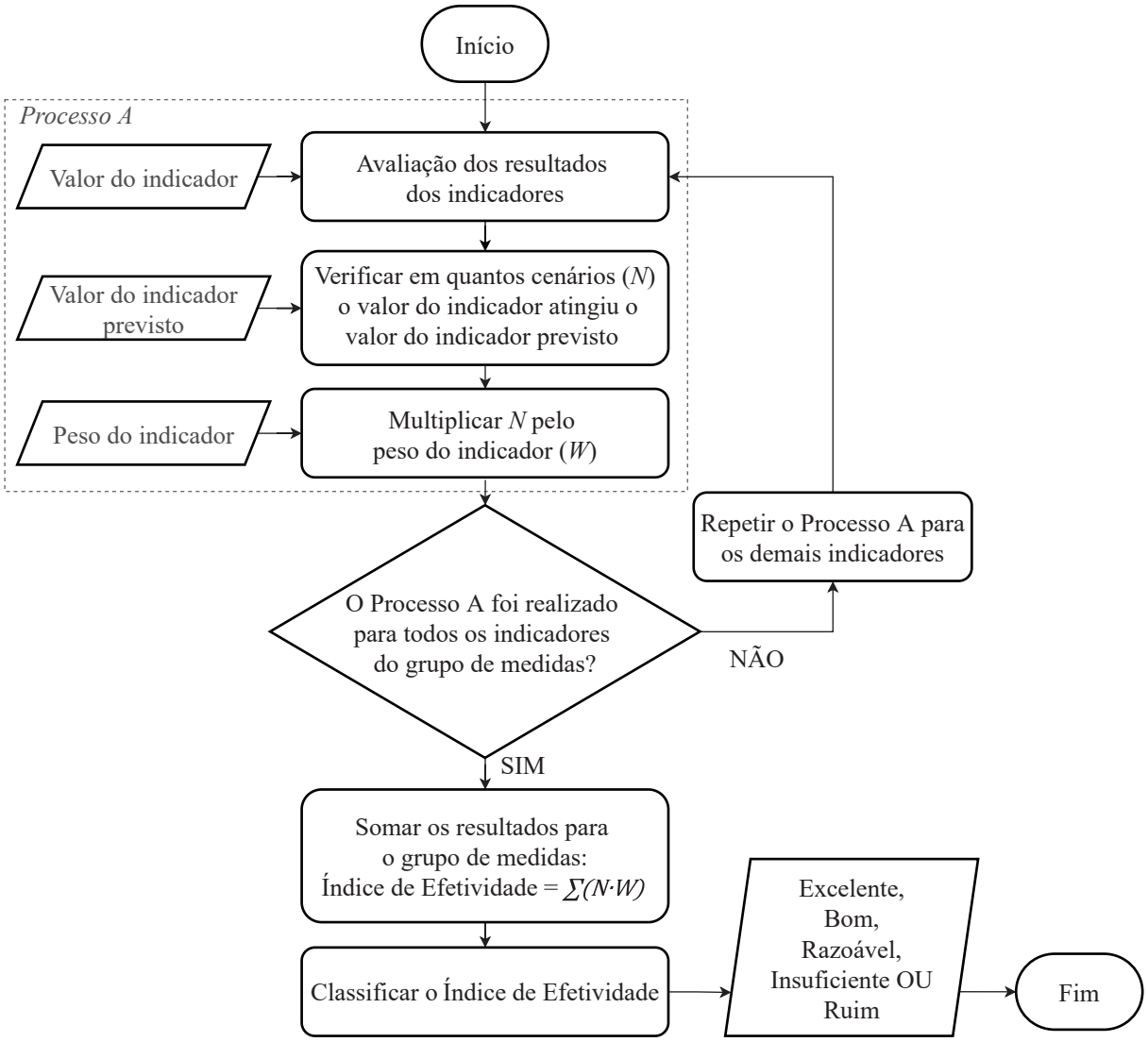
Legenda: Δ=n/5. Onde 5 é a quantidade de classificações.

Fonte: A Autora (2022).

O IE calculado em função do peso do indicador e da quantidade de cenários atendidos fornece uma perspectiva do potencial do GM. O fluxograma da Figura 30 demonstra como obter a classificação do IE.

O "Processo A" consiste em comparar o valor do indicador obtido nos cenários e o valor do indicador previsto, avaliando a quantidade de cenários em que o indicador atingiu o valor previsto (*N*) e multiplicando pelo peso do indicador (*W*). Este processo deve ser realizado para todos os indicadores do GM. Feito isto, deve-se somar os resultados obtidos para o GM, encontrando o IE. A última etapa é classificar o IE, conforme apresentado na Tabela 16.

Figura 30 – Fluxograma para classificação do índice de efetividade



Fonte: A Autora (2020).

3.3.5.1 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade do modelo *UWU* é necessária para diminuir as incertezas das simulações, em que alguns parâmetros são alterados para avaliar o comportamento dos resultados, ainda que os valores empregados nas simulações originem-se das preferências das partes interessadas (ZARGHAMI; ABRISHAMCHI; ARDAKANIAN, 2008). Assim, os seguintes parâmetros devem ser alterados somente para validação do modelo *UWU* adaptado:

a) Valores dos fatores externos;

b) Horizonte de projeto;

c) Pesos dos indicadores;

d) Nível de aceitação das medidas.

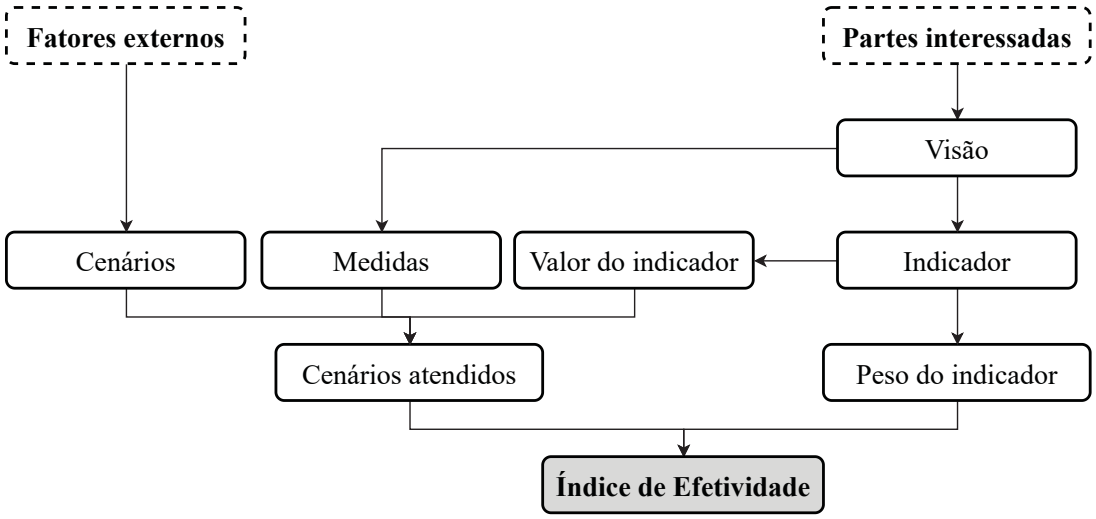
Com a análise de sensibilidade do modelo e a identificação de adaptações deve ser realizada a depuração final e validação de seu funcionamento. Obtendo-se resultados satisfatórios nas simulações e a efetividade dos GM, é necessária uma avaliação dos resultados alcançados, apresentada na próxima seção.

3.3.6 Avaliação de resultados

A etapa de avaliação de resultados tem o objetivo de classificar o IE dos GM e identificar os grupos que demonstram maior eficácia, bem como os que não demonstram interpretando os possíveis motivos. Após as simulações, os resultados devem ser avaliados pelo Corpo Técnico em reunião com este objetivo. Posteriormente, os resultados devem ser avaliados também pelos indivíduos da comunidade no Encontro com a Aliança de Aprendizagem.

A avaliação dos resultados parte da análise do IE proposto por Santos e Steen (2011), que depende diretamente do peso do indicador (obtido por escala de importância das partes interessadas) e da quantidade de cenários em que o indicador atingiu o valor previsto. Como o IE possui outras dependências, que influenciam na avaliação dos resultados obtidos, foi realizada uma análise para identificar estas conexões, apresentada como esquema gráfico na Figura 31.

Figura 31 – Esquema gráfico para determinação do índice de efetividade



Fonte: A Autora (2022).

Da Figura 31, observa-se que a dependência do IE se origina nos fatores externos, que não podem ser controlados pelo ser humano, e, nas partes interessadas, o grupo de pessoas que decidem através de sua percepção. De posse do entendimento das origens que levam ao IE é possível avaliar os resultados obtidos. Independente da classificação do IE nos GM, deve-se analisar cuidadosamente o(s) motivo(s) de se alcançar tais resultados.

Deve ser elaborado um questionário para verificar a aceitabilidade dos usuários quanto às medidas de IVA propostas pelas partes interessadas que obtiveram bons resultados nas

simulações. Ainda que a seleção de medidas seja realizada de forma participativa, esta avaliação é importante para fortalecer a implementação das medidas na comunidade. Com isso, a aplicação da ferramenta envolve a comunidade no processo de tomada de decisão do início ao fim. Como exemplo de questionário tem-se o trabalho desenvolvido por Malinowski (2006) que estruturou perguntas fechadas para avaliar a aceitabilidade do uso de água cinza tratada e da disposição do usuário em pagar pelos custos deste serviço.

Peña-Guzmán et al. (2017) reforçam a utilidade de modelos e a aceitação dos resultados obtidos com o intuito de que a sociedade se aproprie do conhecimento das estratégias, promovendo sua implementação. Os resultados da etapa de avaliação de resultados são importantes para o processo de decisão avançar em relação da implementação das medidas ou na reconstrução da visão das partes interessadas.

3.4 Fase de implementação

A fase de implementação consiste nas três últimas etapas da ferramenta: estratégia geral, plano de implementação e avaliação continuada.

3.4.1 Estratégia geral

A estratégia geral é desenvolvida a partir de discussões e negociações com as partes interessadas, aconselham-se novas simulações no modelo *UWU* para comprovar a eficiência das medidas a serem utilizadas, diante de diferentes cenários e novos GM, de acordo com Santos e Steen (2011). Sendo assim, para definir a estratégia geral devem ser realizadas novas simulações, envolvendo a Aliança de Aprendizagem em um ou mais encontros para discussão. Como resultado esperado desta etapa tem-se a estratégia geral a ser empregada para elaborar o Plano de Implementação das medidas, apresentado na próxima seção.

3.4.2 Plano de Implementação

O plano de implementação das medidas deve apresentar diretrizes para o gerenciamento do processo planejado, considerando suas relações, urgências e dinamismo, como afirma Santos (2016). Além disto, deve contemplar estratégias de avaliação para o acompanhamento e monitoramento do processo, tendo em vista que este é dinâmico e pode ser aperfeiçoado. Para elaboração do Plano de implementação das medidas de IVA deve ser realizado um Encontro com a Aliança de Aprendizagem para discussões em grupo que definam as ações necessárias e possíveis de serem aplicadas na área de estudo para implementação das medidas, tanto estruturais quanto não estruturais.

Assim como etapas anteriores, sugere-se utilizar um espaço na comunidade para a realização de um ou mais encontros com duração máxima de duas horas, dependendo da complexidade das medidas, do envolvimento das partes interessadas e da espacialização da área

de estudo. Para auxiliar na elaboração do plano de implementação devem ser apresentados os procedimentos utilizados até esta etapa, enfatizando o processo participativo para tomada de decisão, além de apresentar os resultados das novas simulações e a espacialização das mesmas na área de estudo. Como principal resultado esperado nesta etapa tem-se um documento com a proposição de diretrizes para a implementação das medidas, apoiado no trabalho de Malinowski (2006), que apresentou as medidas a serem implantadas, destacando os benefícios e a ordem de implantação.

3.4.3 Avaliação continuada

O objetivo da avaliação continuada é acompanhar a implementação das medidas, a manutenção e fiscalização das mesmas. A avaliação continuada e a gestão de medidas devem ser realizadas pelos usuários dos sistemas de saneamento e pelos órgãos governamentais e/ou privados. Ao fazer parte do processo de tomada de decisão, os usuários podem ser sensibilizados quanto à utilização racional dos recursos hídricos, assumindo uma posição de beneficiários do sistema e de corresponsáveis pelo sucesso ou fracasso das medidas. O período desta etapa é contínuo, portanto devem ser previstos encontros recorrentes com as partes interessadas para avaliar o desempenho das medidas. Por este motivo, o processo participativo e o engajamento da comunidade é essencial para acompanhar as medidas, pelo menos, até o período final previsto nas simulações.

O principal resultado da avaliação continuada é a participação da comunidade na manutenção e fiscalização das medidas de IVA. A ferramenta pode ser utilizada para simulações futuras conforme a necessidade da comunidade, tendo em vista que esta pode reconstruir a visão ou medidas.

4 ESTUDO DE CASO

Para exemplificar a aplicação da ferramenta participativa baseada na IVA em áreas urbanas utilizou-se a estratégia de estudo de caso. Foi delimitada como área de estudo uma sub-bacia urbana na cidade de Manaus, capital do Amazonas na região Norte do Brasil. A definição desta área como estudo de caso partiu das seguintes motivações:

a) As pesquisas sobre IVA no Brasil se concentram nas regiões Sudeste e Sul, evidenciando a lacuna de pesquisa nas demais regiões;

b) A região Norte do Brasil possui os índices mais baixos de atendimento de água (72%) e esgoto (17,2%), conforme Brasil (2021b);

c) Na região Norte, a cidade de Manaus-AM é a mais populosa com mais de 2 milhões de habitantes, conforme dados do IBGE;

d) A sazonalidade da cidade de Manaus-AM, diferente de outras regiões do País, é definida pelo índice pluviométrico, com estações chuvosa e seca, com precipitação média anual de 2.400 mm, conforme dados do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2022);

e) Localizada na BH Amazônica, Manaus tem o rio Negro como rio principal, que analisando seus níveis de cheia desde 1950 houve uma intensificação nos últimos treze anos com sete das dez maiores cheias;

f) Manaus se encontra no bioma Amazônia, rico em biodiversidade e com a maior área protegida no Brasil (1.180.383 km^2), embora a expansão urbana ameace a proteção ao ambiente e a conexão do indivíduo com o meio.

Além destas motivações, tal percepção da necessidade de desenvolver estudos e pesquisas nesta região emergiu da topofilia[8] associada ao senso de pertencimento e cidadania, potencializados pelo apelo ambiental e social. Manaus, inserida em um bioma rico em biodiversidade como a Amazônia, deve se empoderar das soluções baseadas na natureza e revalorizar o espaço natural, conectando as pessoas com o meio ambiente. Neste sentido, a ferramenta participativa baseada na IVA contribui para que Manaus seja um exemplo de uma atmosfera de sensibilização para que o pertencimento e cidadania se espalhe. Desse modo, este é um capítulo descritivo da aplicação da ferramenta em uma sub-bacia urbana na cidade de Manaus-AM.

[8]Topofilia "é o elo afetivo entre a pessoa e o lugar ou ambiente físico" (TUAN, 1980).

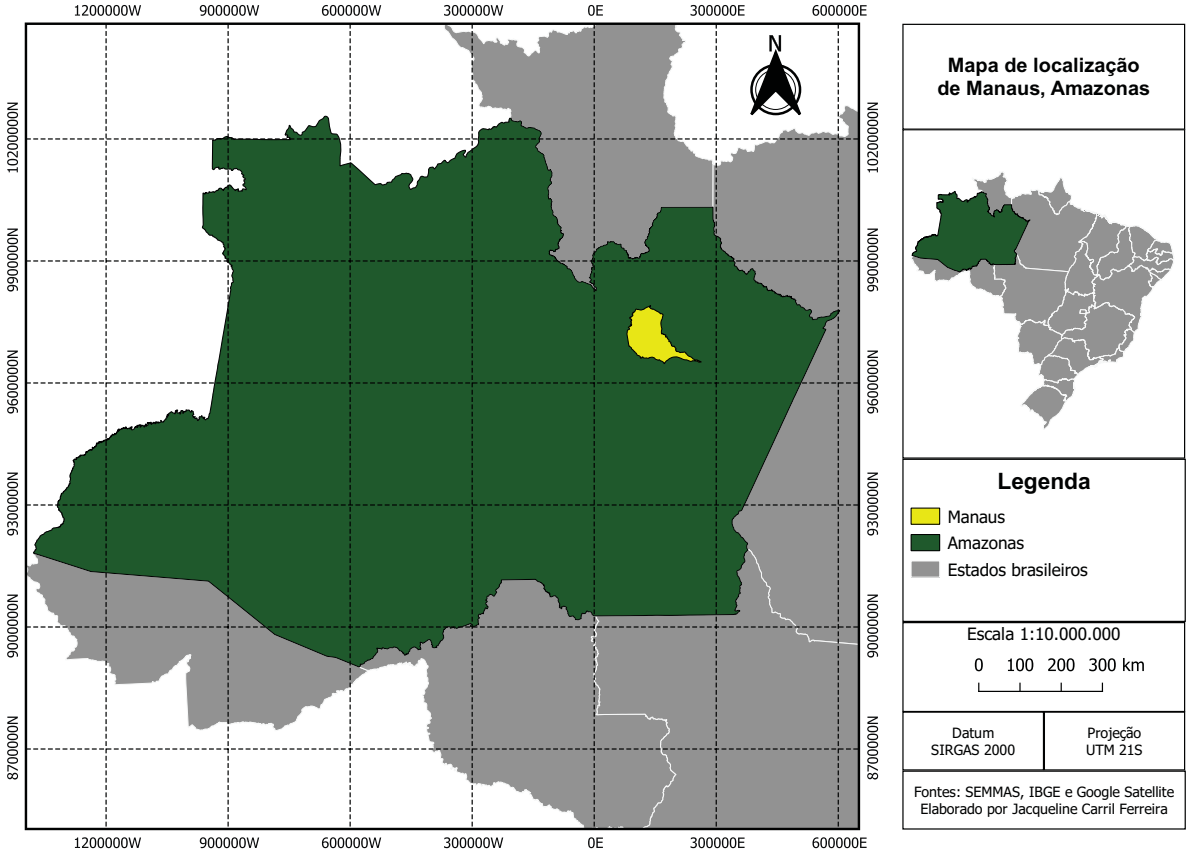
4.1 Principais características de Manaus

Pela limitação de dados específicos da área de estudo, as principais fontes de informação são relacionadas à cidade de Manaus, por isso, nesta seção são apresentadas as principais características da cidade para contextualizar a delimitação da área de estudo.

- **Dados Geográficos**

Manaus, capital do Estado do Amazonas, está localizada na região Norte do Brasil, a 1.936 km de Brasília e 39 metros de altitude, com extensão territorial de 11.401,092 km^2 (Figura 32). Possui a quarta maior área urbana do Brasil com 427 km^2 (FARIAS et al., 2017), situada entre as coordenadas 2°57' e 3°10' latitude Sul e 59°53' e 60°7' longitude Oeste, conforme dados da Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA).

Figura 32 – Localização de Manaus, Amazonas

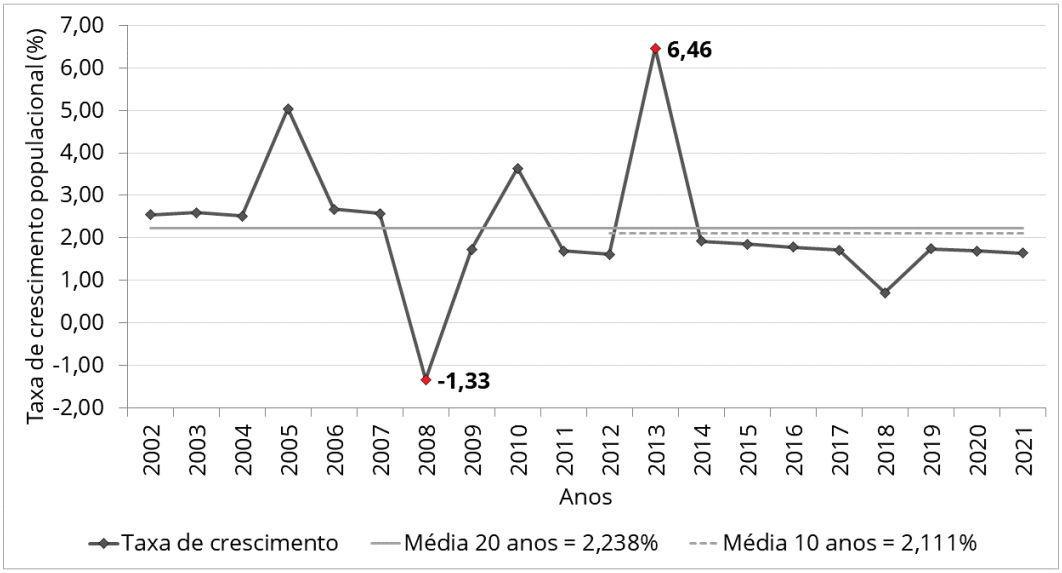


Fonte: A autora (2022).

O município possui uma população de 2.255.903 habitantes, estimada em 2021, segundo dados do IBGE, portanto com densidade demográfica de 197,87 hab/km^2. A população é predominantemente do gênero feminino (51,2%), com 57,4% de mulheres até 29 anos (IBGE, 2010).

A média de crescimento populacional, nos últimos 20 anos, é igual a 2,238% ao ano, com o pico de 6,46% em 2013, possivelmente decorrente dos investimentos realizados para a Copa do Mundo de 2014, em que Manaus foi uma das cidades-sede. Já o menor índice ocorreu em 2008, onde houve um crescimento negativo de 1,33% (Figura 33) que pode ter sido reflexo da crise econômica mundial. Observa-se que entre 2003 a 2013 houve variações positivas e negativas mais expressivas do que se observa a partir de 2014, porém que acompanham as variações observadas no Estado do Amazonas.

Figura 33 – Crescimento demográfico de Manaus-AM (2002–2021)



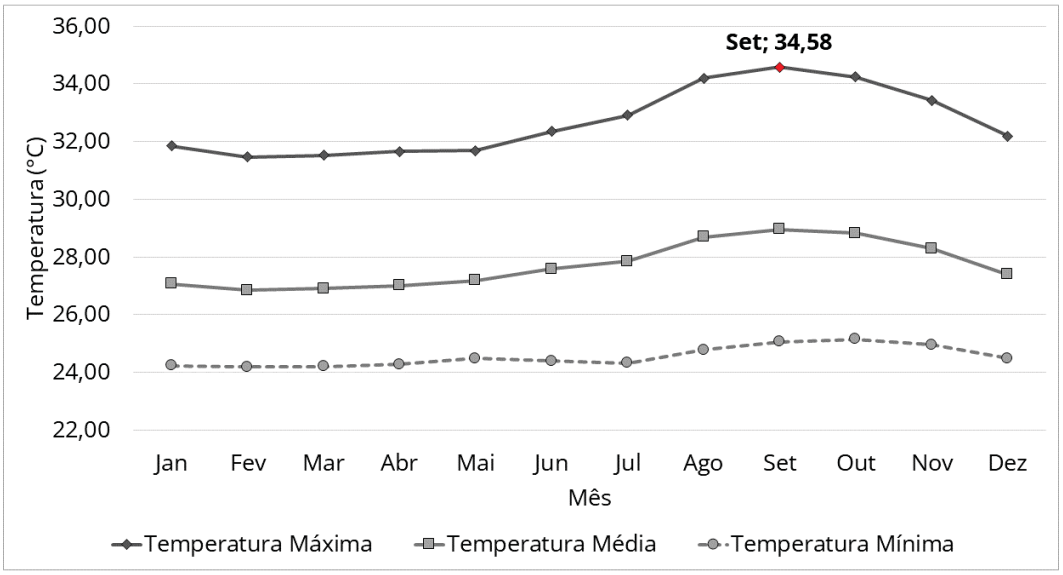
Fonte: Adaptado de dados do IBGE.

A área urbana da cidade é dividida em 63 bairros, atualizados em 2010 (MANAUS, 2010), e dividida em seis zonas (Norte, Sul, Leste, Oeste, Centro-Sul e Centro-Oeste). As zonas mais populosas são a Norte com 617.160 habitantes; a Leste com 551.745 habitantes; e, a Sul com 352.871 habitantes (AMAZONAS, 2020).

- **Dados Climáticos**

Manaus tem um clima equatorial quente e úmido com média de 27,72 °C, com umidade relativa do ar em torno de 80,23%, conforme dados do INMET de 2002 a 2021 (INMET, 2022). A temperatura mínima registrada de 2002 a 2021 foi de 22,78 °C (março de 2008) e a máxima foi de 37,11 °C (setembro de 2015). Na Figura 34 estão plotadas as temperaturas médias, mínimas e máximas mensais, onde se observa que no mês de setembro têm-se as médias máximas de temperatura.

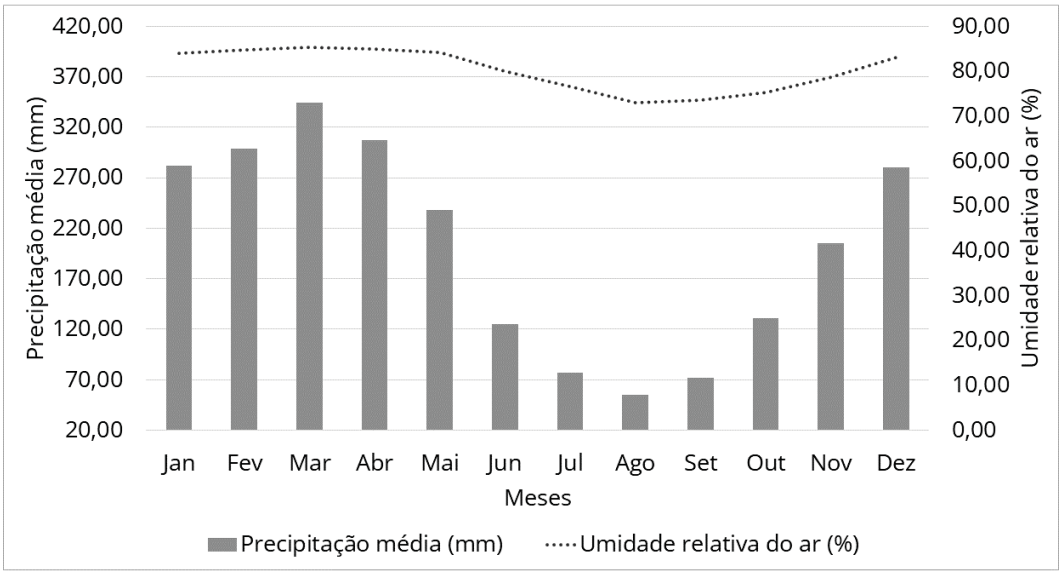
Figura 34 – Dados de temperatura em Manaus (2002–2021)



Fonte: INMET (2022).

Manaus tem duas estações definidas pelo índice pluviométrico: a chuvosa, ou inverno amazônico, de dezembro a maio; e a seca, ou verão amazônico, com período de menor intensidade de chuvas de junho a novembro (SILVA, 2022). Nos meses mais chuvosos, a umidade relativa é superior a 80%, podendo ser observada na Figura 35 que contém os dados de precipitações totais mensais e de umidade relativa do ar de 2002 a 2021.

Figura 35 – Dados de precipitação e umidade relativa do ar em Manaus (2002–2021)



Fonte: INMET (2022).

De acordo com dados do INMET (2022), as precipitações mensais máximas ocorreram principalmente nos meses de março, com a máxima de 588,8 mm em março de 2021, e as precipitações mínimas mensais ocorreram com mais frequência nos meses de agosto, porém com mínima de 0,6 mm em setembro de 2014. Comparando os dados das Figuras 34 e 35, observa-se que os meses de agosto e setembro possuem as maiores médias de temperatura e as menores precipitações médias, assim como os menores índices de umidade relativa do ar.

- **Dados Hidrológicos**

O principal manancial de abastecimento público de água da cidade de Manaus é o rio Negro, que possui quatro períodos hidrológicos, de acordo com Bittencourt e Amadio (2007): enchente, cheia, vazante e seca. Na enchente, o nível do rio ascendente está entre as cotas 20 e 26 m; na cheia a cota do rio é igual ou superior a 26 m; na vazante, o nível do rio descendente está entre as cotas 26 e 20 m; e, na seca, a cota do rio é igual ou inferior a 20 m.

Em 16 de junho de 2021 a cidade de Manaus vivenciou a maior cheia histórica do rio Negro, chegando a uma cota de 30,02 m, superando a cota de 29,97 m de 29 de maio de 2012. De acordo com Freitas et al. (2016), a cheia de 2012 ocasionou a inundação de áreas ribeirinhas da cidade e impactou cerca de 20 mil famílias que sofreram com o avanço das águas sobre suas casas, além da ocorrência de surtos de doenças como diarreias, leptospirose, dermatites, entre outras de veiculação hídrica.

Com relação à divisão por BH, o município de Manaus possui quatro principais BH urbanizadas, em função do espaço territorial e população: as BH do Tarumã e do Puraquequara – parcialmente inseridas na área urbana; e as BH do São Raimundo e do Educandos – totalmente inseridas na área urbana. Dispõe ainda de BH menores como: do Mauá, Mauazinho, Colônia Antônio Aleixo, Refinaria e Ponta Pelada (MACENA; COSTA, 2012).

- **Dados Econômicos**

Com relação à atividade econômica, o IBGE classifica 42% relativa à indústria; 14% relativa às atividades de Administração, Defesa, Educação e Saúde Públicas e Seguridade Social; e 44% para as demais atividades (IBGE, 2010). A expressividade da atividade industrial se deve ao Polo Industrial de Manaus (PIM), que faz parte da Zona Franca de Manaus, instalada em 1967 como área de livre comércio para desenvolver a Amazônia Ocidental, de acordo com informações da SUFRAMA.

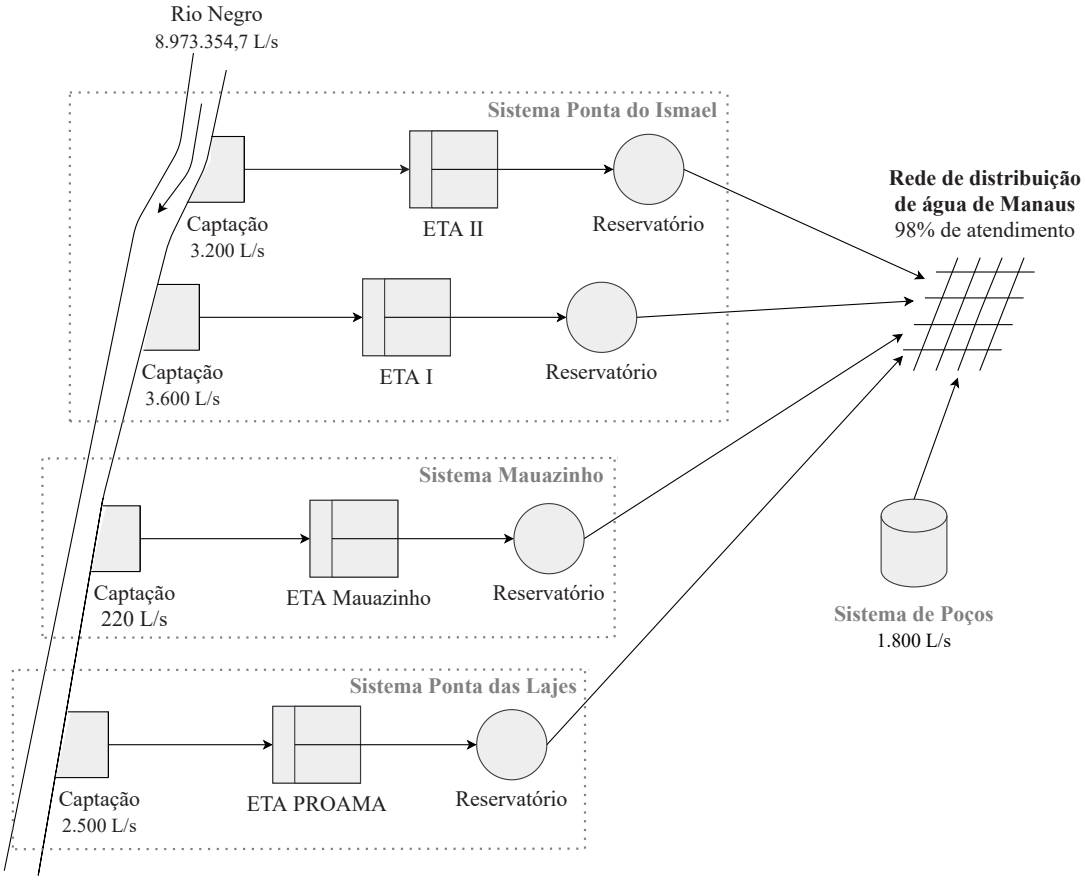
Manaus possui o oitavo maior PIB do Brasil, que em 2017 chegou a R$ 34.362,71 per capita, representando o maior PIB de capital da região Norte, segundo dados do IBGE. A renda per capita, em 2010, era de R$ 790,27, com distinção de R$ 769,01 para mulheres e R$ 812,54 para homens, também percebida quando comparadas as rendas entre negros (R$ 641,10) e brancos (R$ 1.197,13), como destacam os dados do PNUD (2020).

O índice de desenvolvimento humano (IDH) de Manaus é 0,737 (em 2010), considerado na faixa de IDH alto (entre 0,700 e 0,799). Como para compor o IDH utiliza-se dados de renda, longevidade e educação, a dimensão que mais contribuiu para o índice foi longevidade (0,82), seguida de renda (0,738) e educação (0,658), conforme informações do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2020).

- **Dados Sanitários**

O SAA em Manaus esquematizado na Figura 36 é caracterizado principalmente por captação superficial (84,09%), com três sistemas de abastecimento, complementado por captação subterrânea (15,90%), com uma média de 50 Centros de Produção de Águas Subterrâneas (CPAS) em operação (ANA, 2021).

Figura 36 – Esquema gráfico do SAA de Manaus



Fonte: Adaptado de ANA (2021) e Brasil (2021b).

Os sistemas de abastecimento com captação superficial são:

a) Sistema Ponta do Ismael, com a ETA I e ETA II – atende a 60,07% da cidade de Manaus;

b) Sistema Mauazinho (ETA Mauazinho) – atende a 1,94% da cidade de Manaus; e

c) Sistema Ponta das Lajes (ETA PROAMA) – atende a 22,09% da cidade de Manaus.

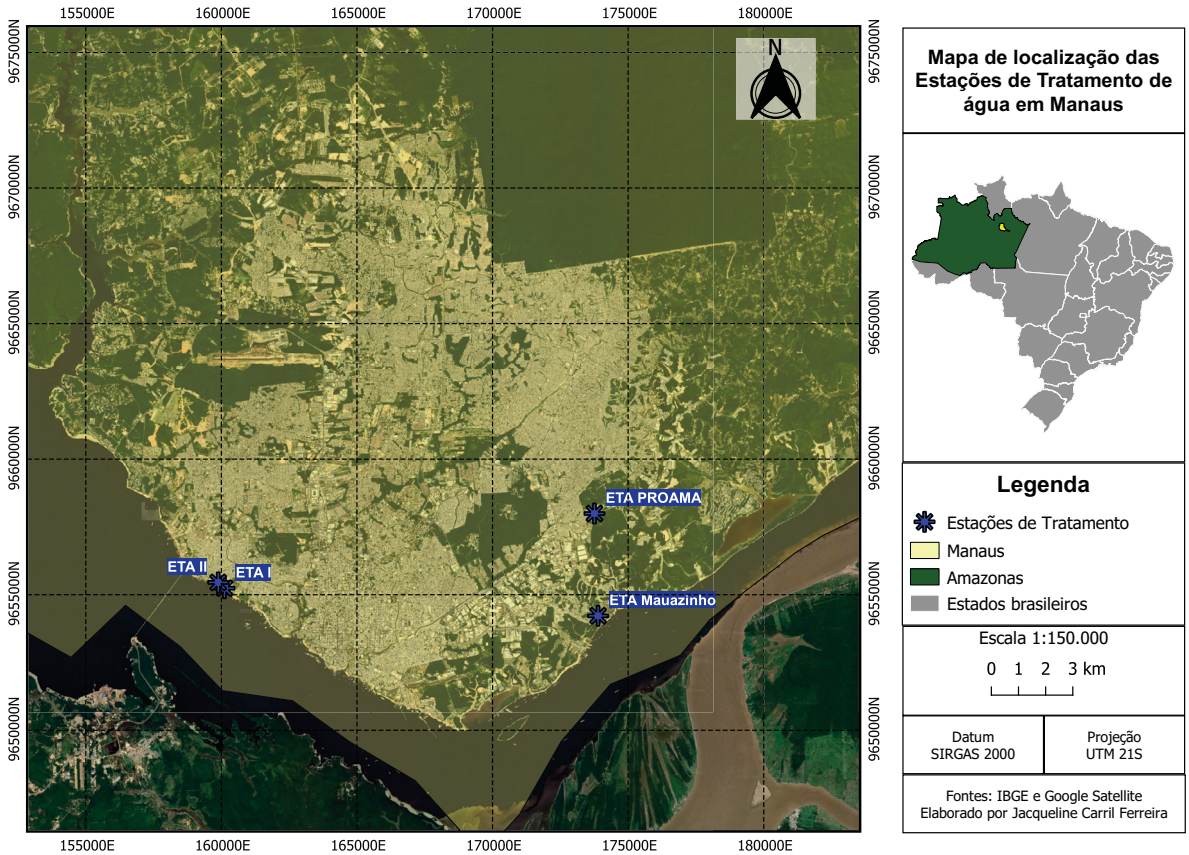
Na Figura 37 tem-se a localização das ETA em Manaus. A ETA I do sistema Ponta do Ismael é a mais antiga da cidade com operação iniciada em 1973, atualmente com capacidade de tratamento de 4,0 m^3/s do tipo convencional (pré-alcalinização, coagulação/floculação, decantação, filtração, desinfecção e pós-alcalinização) e com índice de perdas de 7,69% em 2013 (MANAUS, 2014b).

A ETA II também do sistema Ponta do Ismael foi inaugurada em 1998, possui capacidade de produção de 3,3 m^3/s do tipo convencional, porém com o diferencial de utilizar o processo de flotação ao invés de decantação, e com índice de perdas de 8,85% em 2013 (MANAUS, 2014b).

A ETA Mauazinho foi destinada para atender o PIM, a partir de meados da década de 70, com capacidade de tratamento de 0,22 m^3/s por filtração direta ascendente e índice de perdas de 29,63% em 2013 (MANAUS, 2014b).

A ETA PROAMA, do tipo convencional, passou a operar em 2013 com capacidade de 2,5 m^3/s e por ser localizada distante do manancial de captação, possui uma adutora de água bruta de 5,3 km de extensão e diâmetro de 1.800 mm (MANAUS, 2014b).

Figura 37 – Localização das ETA em Manaus



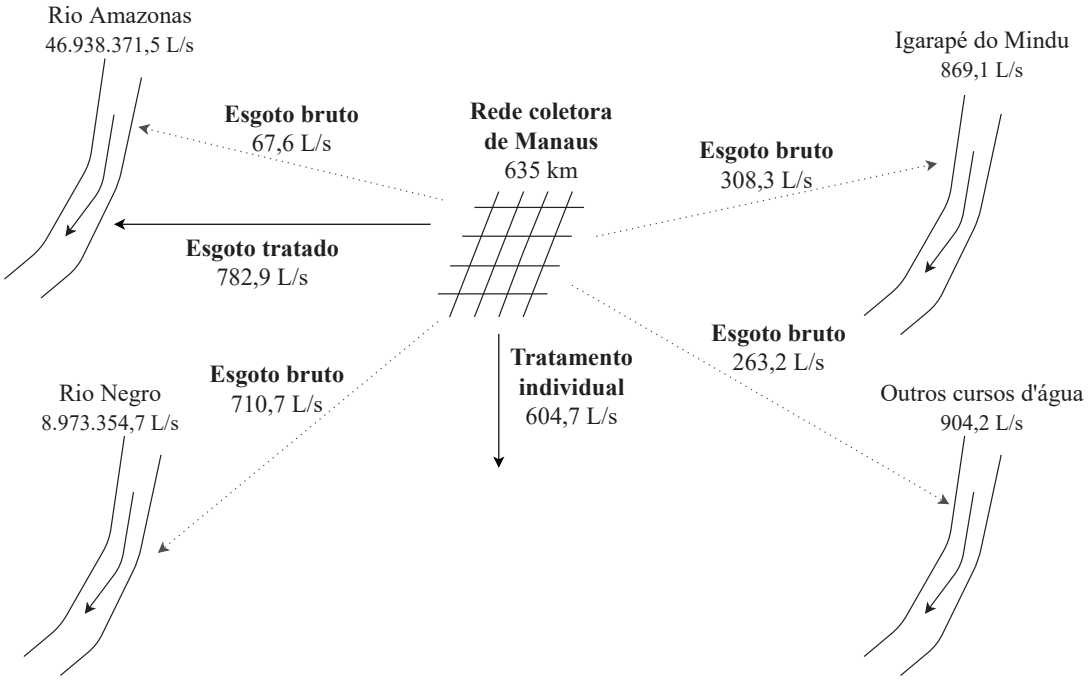
Fonte: A Autora (2022).

Os dados de cobertura do SAA, para 2020, apresentam 98% de atendimento da população manauara (BRASIL, 2021b). Transformando esta informação para 2021, desconsiderando ampliações no sistema, tem-se uma cobertura de 95,9% da população, o que ainda representa mais de 22 mil famílias (quatro pessoas por família) sem o abastecimento de água potável. Tem-se, ainda, que parte da população abastecida não possui fornecimento de água contínuo.

Segundo dados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (BRASIL, 2021b), a cidade de Manaus possui um índice de perdas totais (reais e aparentes) de 65,24%, enquanto a média brasileira é de 40,1%. A média de consumo per capita de Manaus é de 86,88 L/hab/dia, conforme dados apresentados no APÊNDICE H.2b.

Já o SES da cidade de Manaus, esquematizado na Figura 38, possui aproximadamente 579 km de rede coletora, conforme dados de Brasil (2021b). Com 28,6% do esgoto gerado sendo tratado e destinado ao rio Amazonas e 22,1% recebendo tratamento individual com tanque séptico (ANA, 2016). Os demais esgotos gerados em Manaus não recebem tratamento, destinados principalmente para o rio Negro (25,9%), o igarapé do Mindu (11,3%), para outros cursos d'água (9,6%) e para o rio Amazonas (2,5%).

Figura 38 – Esquema gráfico do SES de Manaus



Fonte: Adaptado de Manaus (2014b) e ANA (2016).

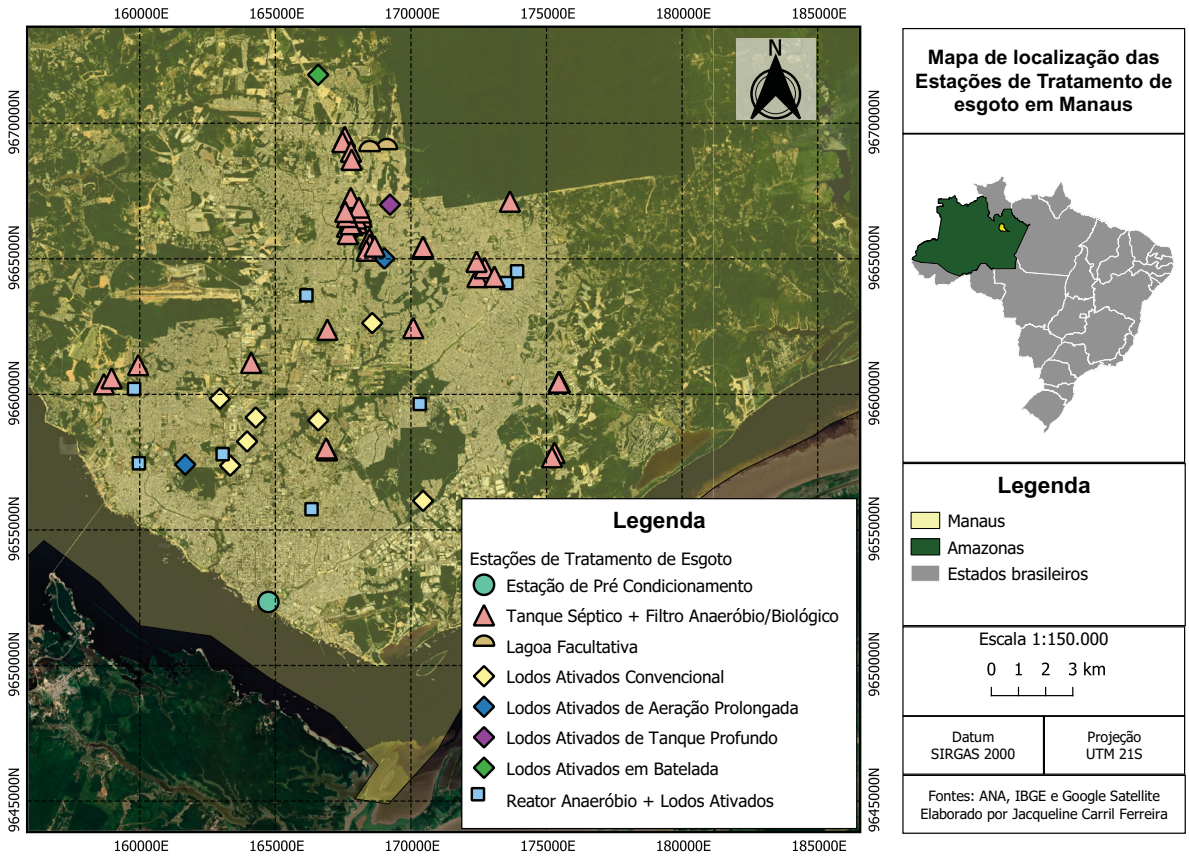
De acordo com Manaus (2014b), o SES é divido em dois sistemas:

a) Sistema Integrado Educandos – abrangendo seis bairros e parcialmente oito bairros da cidade;

b) Sistemas Isolados – dispostos ao longo de toda a área urbana do município.

O Sistema Integrado Educandos possuía uma Estação de Pré-Condicionamento (EPC) apenas para tratamento preliminar do esgoto e, em 2021, foi inaugurada a ETE Educandos em substituição à EPC com sistema de lodos ativados com aeração prolongada. As demais ETE de Manaus possuem especificação do tipo de tratamento utilizado, sendo: lagoas facultativas, lodos ativados, reatores anaeróbios combinados com lodos ativados e tanques sépticos combinados com filtros anaeróbios como apresentado na Figura 39.

Figura 39 – Localização das ETE em Manaus



Fonte: A Autora (2022).

Desde junho de 2018, a Águas de Manaus, sendo uma empresa da Aegea Saneamento, é responsável pelo SAA e o SES da cidade de Manaus.

No que concerne ao SDU, a Prefeitura Municipal de Manaus (PMM) elaborou, em 2011, um Plano Diretor de Drenagem Urbana (MANAUS, 2011). Este plano destaca que o crescimento demográfico da cidade e a proliferação de assentamentos informais, aliados às mudanças climáticas, à topografia da região e à disposição inadequada dos resíduos sólidos, contribuem para os índices de alagamentos em vários pontos da cidade, comprometendo a saúde da população e a qualidade dos serviços de infraestrutura sanitária.

Além disso, há uma escassez de informações sobre a situação atual do SDU. De acordo com o IBGE (2000), a cidade de Manaus possuía, à época, de 80% a 100% de ruas pavimentas,

com uma cobertura de drenagem urbana de aproximadamente 75%. A operação do SDU, fica a cargo tanto da PMM, por meio do Instituto Municipal de Planejamento Urbano (Implurb), quanto do Governo do Estado do Amazonas, por meio da Secretaria de Estado de Infraestrutura (Seinfra), que realizam obras de ampliação e manutenção do sistema.

- **Dados de Saúde**

A taxa de mortalidade infantil decresceu de 34,2 (2000) para 14,2 (2010), porém ainda assim é considerada alta para os padrões de país desenvolvido, com média de três mortes a cada mil nascidos, de acordo com dados do Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef).

Em função dos aspectos climáticos e socioespaciais, dados do IBGE registraram 54.172 casos de dengue em Manaus no ano de 2011, sendo uma doença viral transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*, destacando a predisposição local para a proliferação deste vetor que também transmite doenças como a *zika* e a *chikungunya*.

- **Dados Legais**

Manaus possui algumas legislações que normatizam o uso e a ocupação do solo, apresentadas na Tabela 17.

Tabela 17 – Legislações municipais de Manaus relacionadas ao uso e ocupação do solo

Legislação	**Descrição**
Lei n.º 605, de 24 de julho de 2001	Institui o Código Ambiental do município de Manaus e dá outras providências.
Lei complementar n.º 002, de 16 de janeiro de 2014	Dispõe sobre o Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus e dá outras providências.
Lei complementar n.º 003, de 16 de janeiro de 2014	Dispõe sobre o Código de Obras e Edificações do Município de Manaus e dá outras providências.
Lei complementar n.º 004, de 16 de janeiro de 2014	Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano do Município de Manaus e dá outras providências.
Lei complementar n.º 005, de 16 de janeiro de 2014	Dispõe sobre o Código de Posturas do Município de Manaus e dá outras providências.
Lei n.º 1.837, de 16 de janeiro de 2014	Dispõe sobre as Áreas de Especial Interesse Social previstas no Plano Diretor Urbano e Ambiental do município de Manaus e dá outras providências.
Lei n.º 1.838, de 16 de janeiro de 2014	Dispõe sobre as normas de uso e ocupação do solo no município de Manaus e estabelece outras providências (Alterada pela Lei nº 2.402, de 16 de janeiro de 2019)
Resolução n.º 087/2016 – COMDEMA, de 1 de dezembro de 2016	Dispõe sobre o Plano Diretor de Arborização Urbana da cidade de Manaus/AM.

Fonte: A Autora (2022).

É importante destacar que o código ambiental de Manaus considera infração grave lançar esgotos *in natura* em corpos d'água ou na rede de drenagem pluvial, quando provenientes de edificações com até 10 pessoas, e infração muito grave quando provenientes de edificações com 10 a 100 pessoas (MANAUS, 2001). Já o Plano Diretor de Manaus prevê um Programa de Gestão dos Recursos Hídricos com ações de controle da qualidade da água de abastecimento público, requalificação do SES e monitoramento das bacias de drenagem (MANAUS, 2014a), no entanto, este programa ainda não foi implementado. Além das legislações municipais, a Lei n.º 5.033, de 4 de dezembro de 2019, dispõe sobre a Política Estadual de Apoio à Agricultura Urbana, que vai ao encontro da medida de IVA de agricultura urbana.

Manaus possui seis Áreas de Proteção Ambiental (APA), sob gestão municipal (PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS, 2020) para proteger a diversidade biológica e disciplinar o processo de ocupação do solo, proporcionando o uso sustentável dos recursos naturais. Dentre estas, tem-se a APA Floresta Manaós, detalhada na próxima seção.

4.1.1 APA Floresta Manaós

A APA Floresta Manaós[9] (3°5'42.1"S 59°58'6.7"W), antes denominada APA UFAM, INPA, ULBRA, Elisa Miranda, Lagoa do Japiim e Acariquara, é uma UC de uso sustentável que abrange uma área de 759,15 ha (setecentos e cinquenta e nove hectares e quinze centiares) em área urbana do município de Manaus, como observado na Figura 40 (PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS, 2020).

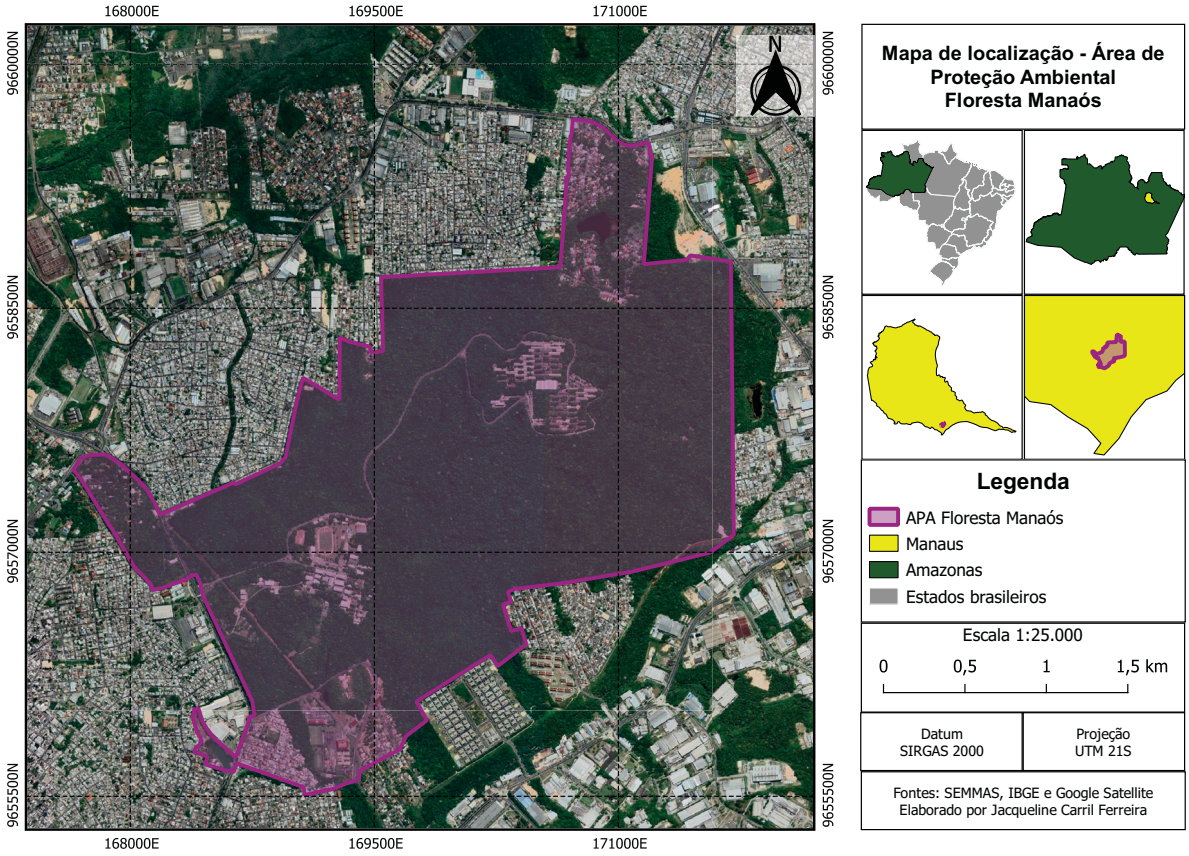
A APA se encontra em duas bacias hidrográficas: a Bacia do Educandos, com o Igarapé[10] do Quarenta como seu principal tributário; e a Bacia do São Raimundo, com o Igarapé do Mindu como seu principal tributário. Esta APA conta com uma gestão baseada na conservação e preservação dos recursos naturais, no entanto, ainda assim carece de serviços de saneamento básico, principalmente de esgotamento sanitário e melhorias na drenagem urbana.

A partir de sua criação, em 2012, estabeleceu-se que a SEMMAS é o órgão responsável pela gestão e teria um prazo de cinco anos para elaborar o zoneamento ambiental e o Plano de Manejo da APA, a ser aprovado pelo seu Conselho (MANAUS, 2012). Apesar deste prazo ter expirado, o Termo de Referência para a elaboração do Plano de Gestão da APA Floresta Manaós se encontra em análise pelo Departamento Jurídico da SEMMAS (OLIVEIRA, 2020). Diante disto, a APA obedece às regras do Plano Diretor Urbano e Ambiental de Manaus (MANAUS, 2014a) e da Resolução n.º 100/2006 do COMDEMA (Conselho Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente) que regulamenta as áreas verdes nos projetos de conjuntos, loteamentos, condomínios de unidade autônoma e vilas (MANAUS, 2006).

[9] O nome da APA foi alterado, em 2019, por meio do Decreto n.º 4.515, de 26 de julho de 2019 (MANAUS, 2019).

[10] Igarapé é uma denominação dada aos pequenos cursos d'água na Região Amazônica Brasileira, que significa "caminho de canoa" do tupi *igara* (canoa) e *pé* (caminho).

Figura 40 – Vista aérea da APA Floresta Manaós, com delimitação



Fonte: A autora (2022).

A APA possui um Conselho que conta com a representatividade de órgãos institucionais e da sociedade civil, cujo objetivo é gerir esta área para garantir o desenvolvimento sustentável da mesma (MANAUS, 2015). Desde sua criação, a APA teve três composições do Conselho (APÊNDICE L), com seis representações atuantes desde o início. O mandato dos conselheiros é de dois anos, conforme portarias publicadas, no entanto, decorrente da pandemia do SARS-CoV-2, as atividades do Conselho foram paralisadas.

4.1.2 Delimitação da área de estudo

Devido à espacialização da cidade de Manaus e a definição da APA Floresta Manaós como parte da pesquisa, reuniu-se o Conselho da referida APA, em 13 de junho de 2019, para apresentação da ferramenta aos conselheiros (Figura 41) e delimitação da área de estudo.

Dessa forma, sugeriram uma área urbana predominantemente residencial localizada no bairro Japiim[11] e conhecida como Comunidade 9 de junho. Com o auxílio do *software QGis* para o processamento e tratamento de imagens vetoriais foi delimitada a área de estudo (Figura 42)

[11] O bairro do Japiim é o mais populoso da Zona Sul de Manaus e o décimo mais populoso de Manaus, com 65.737 habitantes (AMAZONAS, 2020).

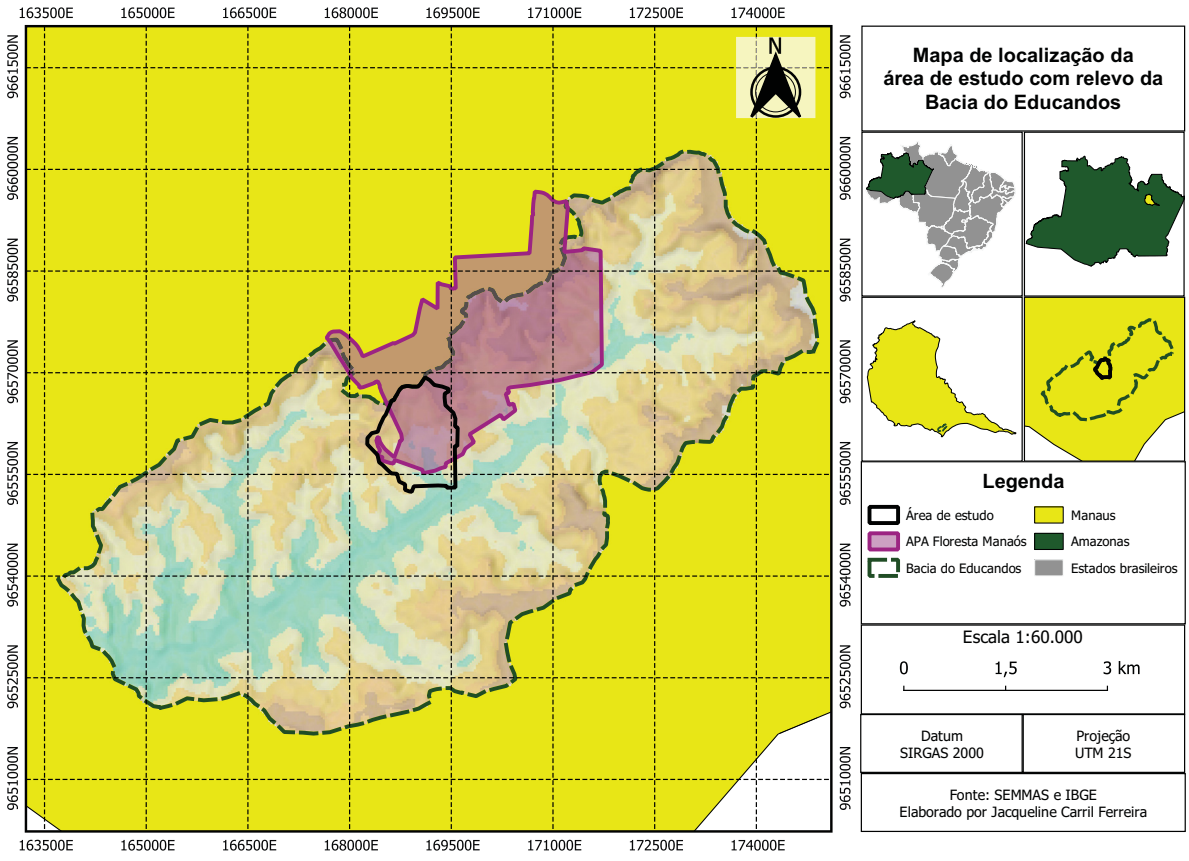
como a sub-bacia de drenagem da Comunidade 9 de junho com exutório no igarapé do Quarenta que é o rio principal da Bacia do Educandos em que a área está inserida.

Figura 41 – Reunião com o Conselho da APA Floresta Manaós



Fonte: Acervo da Autora (2019).

Figura 42 – Delimitação da área de estudo



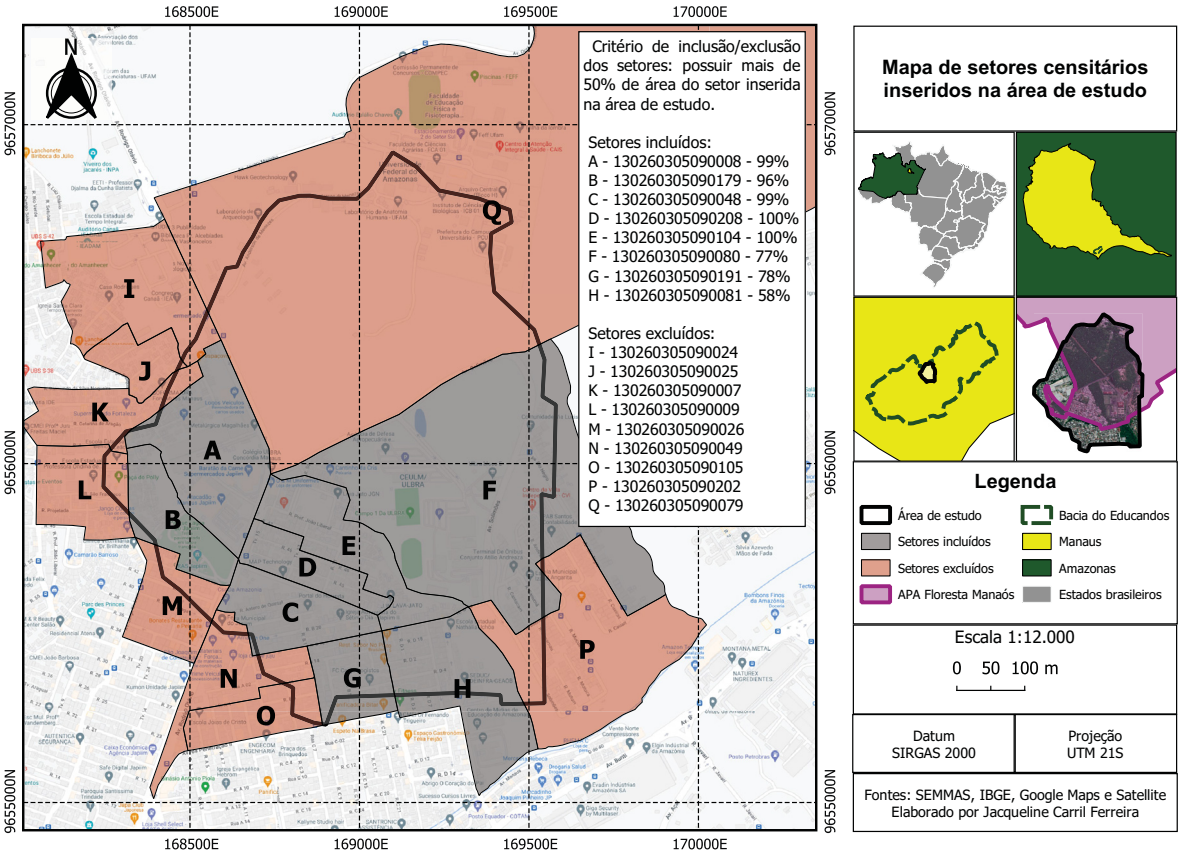
Fonte: A autora (2022).

A área de estudo, delimitada em preto na Figura 42, abrange os bairros Japiim e Coroado (área da Universidade Federal do Amazonas – UFAM) e se encontra parcialmente inserida na APA Floresta Manaós (69%) e totalmente inserida na Bacia do Educandos que, de acordo com estudo de Lemos (2016), possui o segundo maior número de eventos de alagamentos/inundações e deslizamentos em Manaus.

Esta área possui abastecimento de água pelo Sistema Ponta do Ismael e Sistema Mauazinho. Quanto ao sistema de coleta de esgoto sanitário, somente o Conjunto Atílio Andreazza – Japiim, possui rede coletora de esgoto. As demais áreas não possuem registro de rede coletora e conforme observações *in loco* o esgoto doméstico é destinado para a rede de drenagem urbana ou diretamente nos cursos d'água sem nenhum tratamento, resultando na contaminação dos cursos d'água, bem como na sobrecarga de vazão no SDU em dias de chuva.

Para definir a população inserida na área de estudo utilizaram-se os dados obtidos em Sinopse por Setores do IBGE (2010) que utiliza a divisão por setores censitários. Assim, foram identificados os setores inseridos na área de estudo, conforme Figura 43, incluídos aqueles que possuem 50% ou mais de área dentro da sub-bacia (destaque em cinza) e excluídos (destaque em rosa) os que possuem menos de 50% de área dentro da sub-bacia.

Figura 43 – Setores censitários inseridos na área de estudo



Fonte: A Autora (2022).

Com oito setores censitários inseridos na área de estudo, tem-se que a população era de aproximadamente 4.695 habitantes em 2010, sendo 2.221 homens e 2.474 mulheres, distribuídos em 1.148 domicílios, resultando em uma ocupação de aproximadamente cinco moradores por domicílio. Esta população foi corrigida para o ano de 2021, resultando em 5.877 habitantes na área de estudo, com base no crescimento anual a partir de 2010, apresentado na Figura 33 (pág. 96) e APÊNDICE H.1c.

Para avaliar o tipo de uso do solo foram classificados a partir de imagens de satélite e de levantamentos de campo os usos apresentados na Tabela 18 e Figura 44. As áreas correspondentes por uso foram utilizadas para calcular o coeficiente de escoamento superficial ponderado da sub-bacia, resultando no valor de C igual a 0,73 pela Fórmula H.20 disponível no APÊNDICE H.4h.

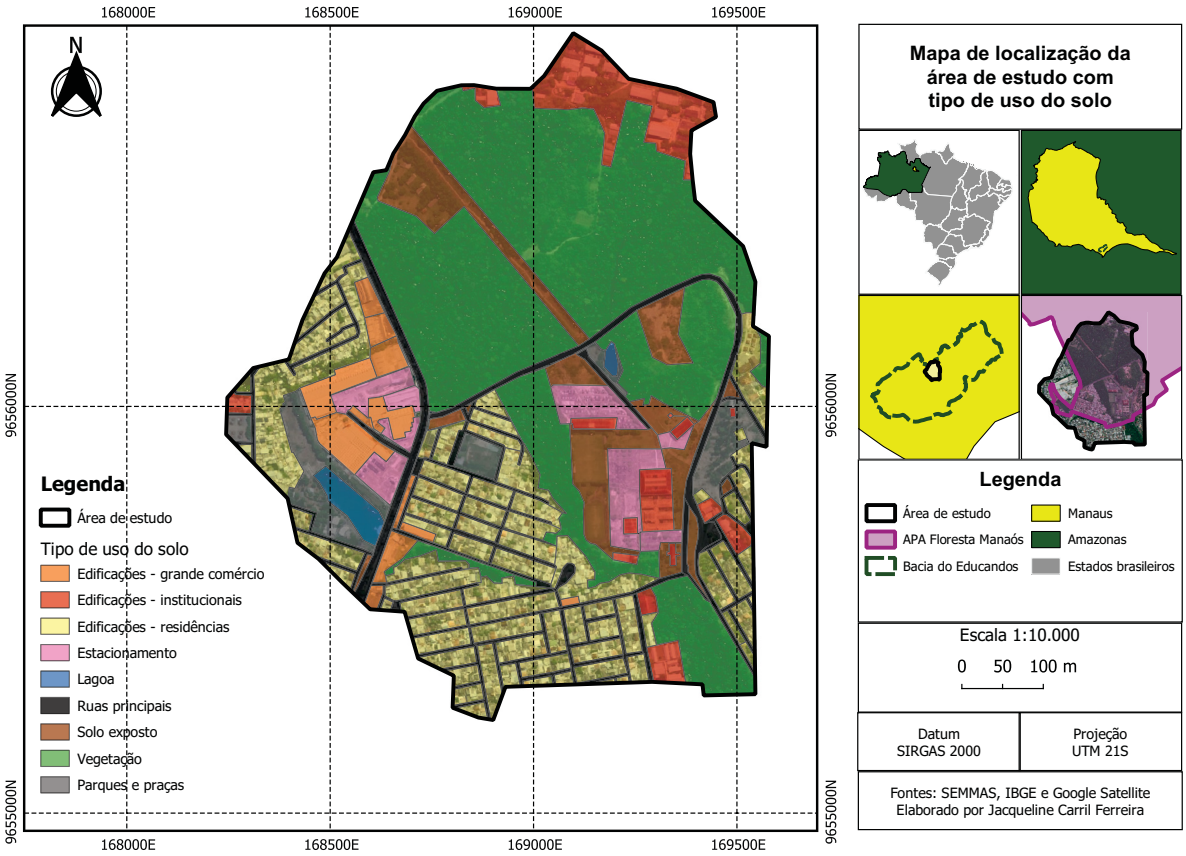
Tabela 18 – Classificação do uso do solo e áreas correspondentes

Classificação	**Descrição**	**Área (ha)**	**Proporção sobre a área total**
Edificações - residências	Áreas com predominância de residências	0,347	23,02%
Edificações - grande comércio	Supermercados, empresas, feira e posto de combustível	0,061	4,08%
Edificações - institucionais	Universidades e secretarias	0,102	6,77%
Vias de tráfego	Grandes avenidas e ruas principais	0,132	8,74%
Parques e praças	Áreas para recreação e lazer	0,069	4,61%
Vegetação	Área de vegetação com boa e média condição	0,583	38,73%
Solo exposto	Área com pouca vegetação ou desmatada	0,127	8,40%
Estacionamentos	Grandes áreas de estacionamento	0,070	4,65%
Lagoas	Lagoa do Japiim e lagoa no CEULM/ULBRA	0,015	0,99%
	Área total urbana	**1,506**	**100%**

Fonte: A Autora (2022).

Com o tipo de uso do solo apresentado na Figura 44 foram vislumbradas futuras medidas de IVA como, por exemplo, consumo eficiente da água e coleta de água da chuva nas edificações residenciais; pavimento permeável nos estacionamentos; parques urbanos nas áreas de parques e praças; arborização de ruas nas ruas principais; lagoas de água da chuva nas áreas de lagoas; telhado verde em edificações de grande comércio e institucionais.

Figura 44 – Tipo de uso do solo da área de estudo



Fonte: A autora (2022).

4.2 Processos preliminares para desenvolvimento da pesquisa

O desenvolvimento de pesquisa em uma UC e com participação da comunidade local necessita da autorização dos órgãos competentes. Além disto, foram estabelecidas algumas parcerias com instituições e órgãos, bem como elaboradas estratégias de comunicação e informação para iniciar e fortalecer a participação da comunidade local.

4.2.1 Autorização para a pesquisa em UC

Como preconiza o artigo 15 da Lei 9.985 (BRASIL, 2000), o órgão gestor da APA estabelece as condições para a realização de pesquisa científica em sua unidade. A APA Floresta Manaós possui um conselho, vinculado à SEMMAS, por ser uma UC municipal. Para avaliação da pesquisa pelo órgão, os seguintes itens foram enviados para o *e-mail* programadeconhecimento@pmm.am.gov.br:

a) Projeto de pesquisa;

b) Registro do Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE);

c) Registro Geral da pesquisadora;

d) Contato de telefone e *e-mail* do orientador;

e) Endereço da instituição em que a pesquisa está vinculada.

Após a avaliação técnica do projeto pela SEMMAS, o Termo de Compromisso e Autorização para a realização da pesquisa foi assinado para validar a autorização (ANEXO A). Conforme solicitação no Termo assinado, foram entregues dois relatórios de atividades para revalidar a autorização da pesquisa: o primeiro em setembro de 2020 e o segundo em setembro de 2021. E ao término da pesquisa, deve ser apresentado relatório descritivo contendo registros fotográficos e textuais das atividades realizadas, bem como os resultados alcançados para apreciação do Conselho da APA Floresta Manaós.

4.2.2 Autorização para a pesquisa com seres humanos

Como Flick (2009) afirma, a pesquisa qualitativa é geralmente realizada com seres humanos e deve ser submetida às análises institucionais. A aprovação por parte de comitês de ética está associada a avaliar a qualidade do planejamento da pesquisa ou aspectos específicos da qualidade da pesquisa, tendo em vista que o comitê de ética analisa o planejamento do que será realizado na pesquisa, visto que só pode ser iniciada após a aprovação do comitê. Os CEP das instituições no Brasil são vinculados ao Conselho Nacional de Saúde (CONEP). Como esta Tese envolve a participação de seres humanos, é necessária a submissão ao CEP da instituição onde a pesquisa está sendo realizada.

Após aprovação do projeto pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental (PPGERHA) em setembro de 2019, foram enviados os documentos solicitados (Tabela 19) pelo CEP do Setor de Ciências da Saúde da UFPR – SCS/UFPR (CAAE: 22814819.5.0000.0102), por meio da Plataforma Brasil (http://plataformabrasil.saude.gov.br/) e iniciado o processo de submissão do projeto em outubro de 2019.

Tabela 19 – Documentos submetidos ao CEP da UFPR

Item	**Documento**	**Origem**
1	Folha de Rosto	Plataforma Brasil
2	Carta de Encaminhamento do pesquisador ao CEP	Pesquisador principal
3	Ata de aprovação do projeto	Colegiado PPGERHA
4	Comprovante de Qualificação de Doutorado	Secretaria PPGERHA
5	Concordância dos serviços envolvidos	UFPR e CEULM/ULBRA
6	Concordância de instituição coparticipante	SEMMAS e CEULM/ULBRA
7	Declaração de Compromissos da Equipe de Pesquisa	Pesquisadores
8	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE	Pesquisador principal
9	Projeto de Pesquisa	Pesquisador principal
10	*Check List* Documental	Pesquisador principal
11	Comprovante de financiamento da pesquisa	Edital CAPES/FAPEAM

Fonte: A Autora (2020).

Cabe destacar que os itens 4, 5, 6 e 11 da Tabela 19 foram exclusivos desta pesquisa, podendo variar para demais pesquisas. A origem de alguns documentos foi resultado das parcerias estabelecidas para a pesquisa, apresentadas na próxima seção.

Após a aprovação do projeto pelo CEP da UFPR, o mesmo foi encaminhado ao CEP do CEULM/ULBRA (CAAE: 22814819.5.3001.5014), pois além de fazer parte da pesquisa como instituição coparticipante, o CEULM/ULBRA também possui CEP. Com a aprovação da pesquisa pelos CEP vinculados, iniciou-se a pesquisa com a comunidade e retirou-se o TCLE com o carimbo do CEP principal – ANEXO B. Para acompanhamento do projeto pelo CEP da UFPR foi solicitada a entrega de relatório das atividades realizadas a cada seis meses, sendo entregues quatro relatórios parciais: maio de 2020, novembro de 2020, maio de 2021 e novembro de 2021.

4.2.3 Parcerias para realização da pesquisa

Primeiramente foi estabelecida parceria com a UFPR, por meio do PPGERHA, ao disponibilizar espaço para o desenvolvimento teórico da pesquisa. Devido ao vínculo da pesquisa ao programa de pós-graduação, são fornecidos equipamentos como computador e impressoras, além de mobiliário. A segunda parceria foi firmada com a SEMMAS, por meio do Conselho da APA Floresta Manaós, em que os membros do conselho são participantes da pesquisa, tornando a SEMMAS uma instituição coparticipante da pesquisa. A terceira parceria se estabeleceu com o CEULM/ULBRA para fornecimento de espaço para realização das oficinas e atendimento da comunidade. Por este motivo, o CEULM/ULBRA é também instituição coparticipante da pesquisa.

4.2.4 Elaboração de estratégias de informação

De acordo com Toro e Werneck (2007), para uma mobilização social é necessário um projeto de comunicação em sua estrutura e, além disso, é importante registrar os processos de mobilização e não somente os resultados obtidos. É necessária uma comunicação eficaz das atividades da pesquisa para incentivar o envolvimento dos participantes como, por exemplo, a utilização de *websites*, relatórios periódicos, boletins informativos, entre outros (VERHAGEN; JOHN, 2008).

Corroborando a importância da comunicação, para que a participação da comunidade seja efetiva, é necessário conhecer conceitos, estruturas e instrumentos de gestão de água, dado que a população brasileira possui pouco conhecimento sobre estes assuntos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2003). Assim, foram elaboradas algumas estratégias de informação e comunicação, de modo a contribuir para a mobilização da comunidade da área de estudo. Estas estratégias se basearam no Plano de Comunicação do Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus (PROSAMIM), elaborado por Amazonas (2011) e apresentadas na Tabela 20.

Tabela 20 – Ferramentas e estratégias de informação e comunicação e produtos esperados

Ferramentas	**Objetivo**	**Estratégias de informação e comunicação**	**Produtos esperados**
Escritas	Conduzir a comunicação utilizando a palavra escrita	Apresentação em *slides* – ferramenta utilizada, em reuniões e eventos, para exposição de um tema específico e complexo, com objetivo de entendimento e desenvolvimento do trabalho.	Apresentações na plataforma *online* Canva, a serem utilizadas nas reuniões com o Corpo Técnico e atividades com os participantes.
		Publicações impressas – folhetos, *folders*, cartazes, panfletos, cartilhas, informativos, entre outros, sem periodicidade definida e cujo consumo ocorre durante as ações do projeto com a comunidade.	Material de apoio para construção de cenários (APÊNDICE I). Cartilha com as medidas de IVA (APÊNDICE K). Folheto de divulgação da pesquisa (APÊNDICE E).
Orais	Comunicar utilizando a palavra oral	Reuniões – instrumento de comunicação dirigida e direta, podem ser informativas ou de discussão.	Reuniões com o Corpo Técnico, conforme APÊNDICE C.
		Eventos – atividades realizadas para atrair a atenção do público e da imprensa para determinado tema.	Oficina com a comunidade, conforme APÊNDICE B, e Encontro com a Aliança de Aprendizagem, conforme APÊNDICE D.
Auxiliares e audiovisuais	Apoiar a identificação e divulgação	*Press kit* – apoia e fortalece a mensagem em atividades e eventos de sensibilização, é composto de objetos promocionais como blusas, canetas, adesivos, blocos, lixeiras para carros, entre outros.	Crachás para a equipe do projeto, para identificação de seus membros perante a comunidade, seja para sanear dúvidas durante as oficinas ou para divulgação do projeto.
		Identidade visual – fornece, ao comunitário, condições de identificar as ações do projeto frente a outras intervenções.	Identidade visual da pesquisa (Figura 45).
		Exposições, vídeos e *banners* – forma de divulgação das ações e temas relacionados ao projeto, dirigidas ao público interno e externo.	Exposições dos resultados obtidos, por intermédio de imagens audiovisuais como vídeos e *banners*, no Encontro com a Aliança de Aprendizagem.

Fonte: Elaborada pela autora baseada em Amazonas (2011).

Para facilitar a identificação da pesquisa planejou-se um nome que a representasse, escolhido como “Projeto Manaus Verde e Azul”, onde Manaus se refere ao local de estudo e Verde e Azul à IVA. Além de ser desenvolvida uma identidade visual vislumbrando a interação entre o “verde” e o “azul”. O verde simbolizado pela vegetação e o azul pela água. Assim, com a utilização da plataforma *online* Canva, selecionou-se uma gota d’água e uma árvore para criar a logo do Projeto Manaus Verde e Azul apresentada na Figura 45.

Figura 45 – Identidade Visual do Projeto Manaus Verde e Azul



Fonte: A Autora (2019).

Para contribuir na disponibilização de informações, pública e de fácil acesso, foi elaborada uma conta na rede social Instagram (@*manausverdeeazul*), onde é possível entender e acompanhar as atividades propostas pelo projeto, com a visualização das primeiras publicações no APÊNDICE M. Na Figura 46 são apresentados alguns produtos das estratégias de informação e comunicação desenvolvidos para aplicação da ferramenta na área de estudo.

Figura 46 – Produtos das estratégias de informação e comunicação desenvolvidos para aplicação da ferramenta



Fonte: A Autora (2022).

4.3 Definição da Aliança de Aprendizagem

Nesta seção são apresentados os participantes envolvidos na pesquisa, conforme classificação proposta na Seção 3.2.1 (pág. 70).

4.3.1 Indivíduos da comunidade

Os indivíduos da comunidade são aquelas pessoas que residem na área de estudo ou entono e sua amostragem mínima foi calculada conforme a Fórmula 3.1 (pág. 72). Para este cálculo, as quantidades de domicílios ocupados e não ocupados, bem como sua proporção para a população total estão apresentadas na Tabela 21 e detalhados no APÊNDICE H.

Tabela 21 – Base de dados para cálculo da amostragem de participantes da comunidade

Dados IBGE	**Domicílios**	**%**
Ocupados	1.148	93
Não ocupados	81	7
Total de domicílios	**1.229**	**100**

Fonte: IBGE (2010).

O nível de confiança utilizado foi de 90%[12], ou seja, S = 1,645 e o erro amostral máximo de 10%, em face dos recursos disponíveis para realização da pesquisa (tempo e logística). Com estes valores (Tabela 22), procedendo-se o cálculo pela Fórmula 3.1, tem-se que a quantidade mínima de participantes da comunidade deve ser de 17 indivíduos de diferentes domicílios.

Tabela 22 – Valores das variáveis da fórmula de amostragem e quantidade mínima de participantes da comunidade

Variável	**Valor**
S – nível de confiança	1,645
p – proporção de domicílios ocupados	0,93
q – proporção de domicílios não ocupados	0,07
N – total de lotes	1.229
e – erro máximo permitido	0,10
***n* – quantidade mínima de participantes da comunidade**	**17**

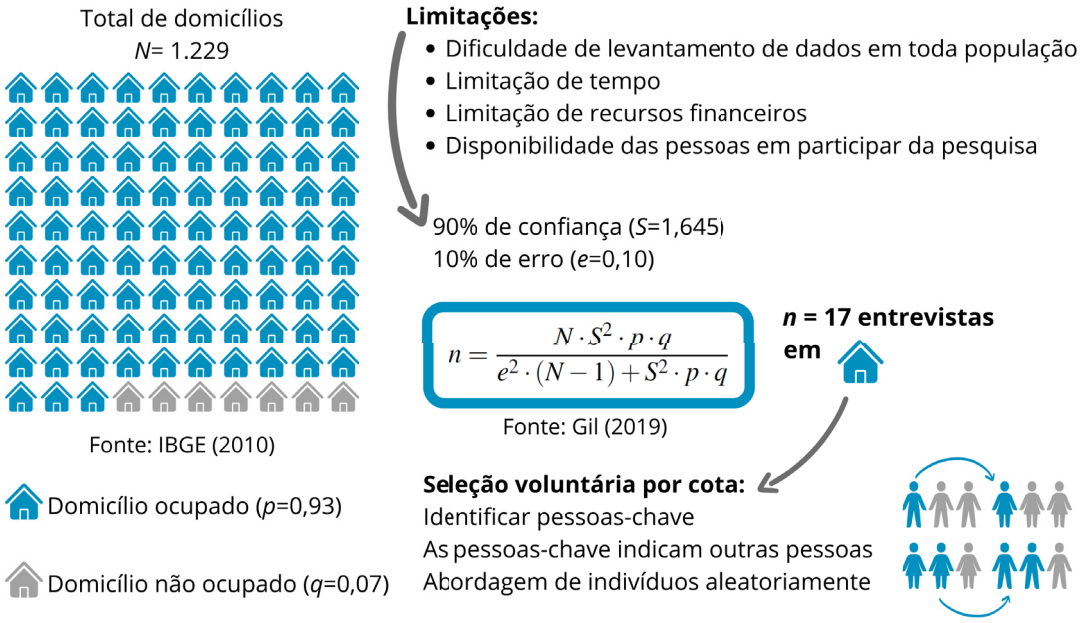
Fonte: A Autora (2022).

Para abordagem dos indivíduos da comunidade contou-se com a colaboração de líderes comunitários e/ou pessoas-chave para acompanhamento e divulgação das atividades da pesquisa. Na Figura 47 tem-se um resumo da definição dos indivíduos da comunidade da área de estudo.

Para minimizar os erros da seleção voluntária de participantes, fez-se a divisão por cotas com base na distribuição proporcional à quantidade de domicílios ocupados por setor censitário, conforme Figura 48.

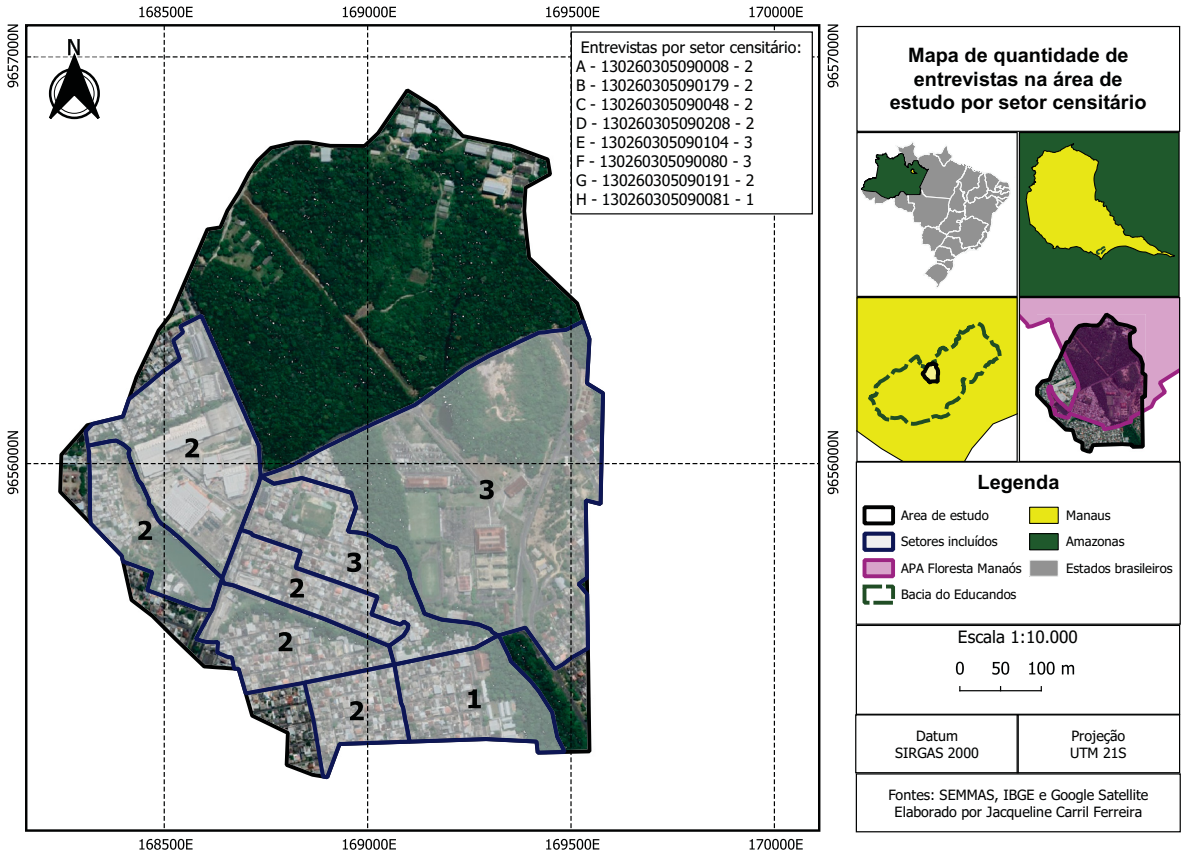
[12]Foi utilizado nível de confiança de 90% pelo fato da pandemia do SARS-CoV-2 impor restrições de contato com as pessoas, atrasando o cronograma da pesquisa.

Figura 47 – Definição dos Indivíduos da comunidade da área de estudo



Fonte: A Autora (2022).

Figura 48 – Quantidade de entrevistas mínima por setores censitários inseridos na área de estudo



Fonte: A Autora (2022).

Assim, **18 indivíduos** da comunidade com características apresentadas na Tabela 23 participaram da aplicação da ferramenta nas etapas da fase preliminar, na construção da visão e na definição de estratégias e medidas.

Tabela 23 – Características dos Indivíduos da comunidade respondentes do questionário de percepção

Variável	**Total (n=18)**
Gênero	
Feminino	8 (44,4%)
Masculino	10 (55,6%)
Idade	
30 a 39 anos	2 (11,1%)
40 a 49 anos	2 (11,1%)
50 a 59 anos	5 (27,8%)
60 a 69 anos	7 (38,9%)
70 a 79 anos	1 (5,6%)
Acima de 80 anos	1 (5,6%)
Escolaridade	
Ensino Infantil	1 (5,6%)
Ensino Fundamental	5 (27,8%)
Ensino Médio	8 (44,4%)
Ensino Superior	3 (16,7%)
Doutorado	1 (5,6%)

Fonte: A Autora (2022).

Com relação ao tempo de moradia na comunidade, três entrevistados (16,7%) informaram morar há mais de 50 anos na comunidade, 27,8% residem entre 30 e 40 anos na comunidade, 33,3% residem entre 20 e 29 anos e os demais (22,2%) menos de 20 anos. Dez entrevistados (55,6%) informaram que além de residência, possuem trabalho na comunidade.

4.3.2 Corpo Técnico

São aqueles indivíduos de diferentes expertises, desde que conhecedores das características da área de estudo. Assim, considerou-se que aqueles que possuem vínculo com o Conselho da APA Floresta Manaós, assim como especialistas convidados, fazem parte do Corpo técnico da pesquisa. Como vínculo com o Conselho entende-se a representação de membros titulares ou suplentes, segundo a composição publicada no Diário Oficial do Município (MANAUS, 2017), apresentada na Tabela 24.

Tabela 24 – Composição do Conselho da APA Floresta Manaós

Tipo	**Órgão**	**Sigla**
Órgão Municipal	1. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade	SEMMAS
	2. Instituto Municipal de Planejamento Urbano	Implurb
	3. Secretaria Municipal de Educação	SEMED
Órgão Estadual	4. Secretaria de Estado de Educação e Qualidade do Ensino	SEDUC
Órgão Federal	5. Universidade Federal do Amazonas	UFAM
	6. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade	ICMBio
	7. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia	INPA
Entidades/Associações	8. Centro Universitário Luterano de Manaus	CEULM/ULBRA
	9. Conjunto ACARIQUARA	—
	10. Movimento EDUCAR para a CIDADANIA	—

Fonte: Manaus (2017).

Os membros do Conselho da APA Floresta Manaós participaram da reunião de explicação da ferramenta e apresentação da área de estudo, em junho de 2019, e dez participantes (Tabela 25) responderam à avaliação de percepção dos membros da APA Floresta Manaós, por formulário eletrônico entre julho e agosto de 2020.

Tabela 25 – Características dos membros do conselho da APA respondentes do questionário de percepção

Variável	**Total (n=10)**
Gênero	
Feminino	10 (100%)
Idade	
30 a 39 anos	3 (30%)
40 a 49 anos	4 (40%)
50 a 59 anos	1 (10%)
60 a 69 anos	2 (20%)
Escolaridade	
Especialização	1 (10%)
Mestrado	6 (60%)
Doutorado	3 (30%)

Fonte: A Autora (2020).

Também foram convidados a compor o Corpo técnico quatro especialistas de diferentes formações, conforme Tabela 26, que participaram da construção de cenários para as simulações. Como parte do Corpo Técnico, **14 participantes** contribuíram para a aplicação da ferramenta, sendo dez membros da APA e quatro especialistas.

Tabela 26 – Formação acadêmica do Corpo técnico da pesquisa

Especialista	**Formação**
Especialista 1	Bacharelado em Engenharia Ambiental; Especialização em Geoprocessamento no Planejamento Urbano e Rural; Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais.
Especialista 2	Bacharelado em Ciências Econômicas e em Administração de Empresas; Especialização em Engenharia Econômica; Mestrado em Educação; Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia.
Especialista 3	Licenciatura em Matemática; Especialização em Diagnóstico e Avaliação; Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática.
Especialista 4	Licenciatura em Física; Pós-Graduação em Sistemas Energéticos; Mestrado em Geociências; Doutorado em Geociências.

Fonte: A Autora (2022).

4.3.3 Facilitadores

Os facilitadores são os pesquisadores responsáveis que idealizaram a pesquisa, ou seja, a autora deste documento e seus orientadores, sendo **três indivíduos** no total.

Na Tabela 27 são apresentadas as informações de formação acadêmica e atuação profissional mais recente dos facilitadores da pesquisa.

Tabela 27 – Formação acadêmica e atuação profissional dos facilitadores da pesquisa

Facilitadores	**Formação Graduação**	**Formação Mestrado**	**Formação Doutorado**	**Atuação Profissional**
Jacqueline Carril Ferreira	Engenharia Civil (2010).	Engenharia de Recursos da Amazônia (2013).	Cursando Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental.	Professora do CEULM/ULBRA – em período de licença.
Daniel Costa dos Santos	Engenharia Civil (1988) e Filosofia (2015).	Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (1993).	Construção Civil e Estruturação Urbana (1998).	Professor Associado da Universidade Federal do Paraná.
Luiza Cintra Campos	Engenharia Civil (1989).	Engenharia Civil (1992).	Engenharia Civil e Ambiental (2002).	Professora Associada da *University College of London*.

Fonte: A Autora (2020).

Dessa forma, **35 participantes** foram evolvidos na estruturação e aplicação da ferramenta na área de estudo, em Manaus-AM.

4.4 Explicação da ferramenta e apresentação da área de estudo

As etapas de explicação da ferramenta e apresentação da área de estudo ocorreram em sequência nas reuniões com o Conselho da APA e o Corpo técnico, bem como nos levantamentos de campo com a comunidade. Estas duas etapas da fase preliminar foram apresentadas aos

membros do conselho da APA Floresta Manaós ao final de uma reunião ordinária do conselho que ocorreu no campus da UFAM em 13 de junho de 2019 com duração de 40 minutos. Além dos objetivos destas etapas, estabeleceu-se parceria com a SEMMAS e foi possível delimitar a área de estudo. Já com os especialistas, estas etapas foram apresentadas em reunião ocorrida no dia 6 de junho de 2022 no CEULM-ULBRA com duração de uma hora e 30 minutos. Também foi possível iniciar as discussões sobre a construção de cenários. Com os indivíduos da comunidade não foi possível realizar a oficina para este fim, portanto a explicação dos objetivos da ferramenta e da área de estudo ocorreram durante os levantamentos de campo no início da abordagem para a participação da avaliação de percepção.

Com estes procedimentos observou-se que é necessária uma flexibilidade, mas que são etapas essenciais para o engajamento das partes interessadas e para compreender as limitações da área de estudo a partir da consulta aos indivíduos que possuem mais conhecimento da realidade local.

4.5 Avaliação de percepção

Foram elaborados dois questionários com estrutura detalhada nos APÊNDICES: um para os membros do Conselho da APA (APÊNDICE N) e um para os indivíduos da comunidade (APÊNDICE G). Para os dois questionários foi realizado o pré-teste para confirmar a clareza das perguntas e identificar o tempo para resposta: 4 minutos para o questionário aos membros do conselho da APA e 20 minutos para o questionário aos indivíduos da comunidade. A diferença de tempo de resposta está relacionada ao objetivo de cada questionário. Para os membros do conselho da APA o objetivo consistiu em identificar o nível de participação e das necessidades percebidas na APA, além de caracterizar os respondentes e seu vínculo com o conselho da APA. Para os indivíduos da comunidade adicionou-se perguntas específicas sobre a percepção, sobre a importância de temas atrelados à visão e seleção de estratégias e medidas.

- **Questionário aos membros do conselho da APA**

O questionário foi aplicado de forma *online* na plataforma *Google Forms* devido às limitações da pandemia do SARS-CoV-2 e a partir de convite (APÊNDICE O) disponibilizado por aplicativo de mensagens de texto e por *e-mail*. Considerando que são 19 membros no conselho da APA, obtiveram-se 42% de participação de membros vinculados ao conselho por portaria, tendo em vista que duas respondentes participam do conselho, mas não são formalmente vinculadas. O questionário ficou disponível para resposta no período de 14 de julho a 14 de agosto de 2020, contando com a participação de dez voluntárias. O TCLE foi apresentado como anexo e não precisou ser assinado, com base na decisão da Coordenação do CEP da UFPR, publicada em 13 de julho de 2020.

Para avaliar a percepção dos membros da APA fez-se uma pergunta aberta sobre as necessidades da APA e realizada a análise de conteúdo identificando seis categorias através dos termos utilizados, bem como quantificada a frequência de alusão (Tabela 28).

Tabela 28 – Categorias das respostas obtidas sobre as necessidades da APA Floresta Manaós

Item	**Categoria**	**Frequência de respostas**
1	Planejamento e gestão	6
2	Mobilização e participação	6
3	Educação ambiental e saneamento	3
4	Divulgação	2
5	Regularização fundiária	2
6	Outro	
	Estudo e reflexão sobre a APA	1
	Ciclovias	1
	Recurso financeiro	1

Fonte: A Autora (2022).

Com as respostas categorizadas observa-se que utilizar uma pergunta do tipo aberta e sem conduzir opções de escolha para o saneamento proporcionou uma variedade de necessidades organizadas em nuvem de palavras (Figura 49), com ênfase àquelas que possuíram maior frequência.

Figura 49 – Nuvem de palavras a partir de respostas dos membros do Conselho da APA sobre as necessidades da APA



Fonte: A Autora (2020).

Palavras como APA, gestão, áreas verdes e ações estão em destaque por se repetir nas respostas, indicando ser necessário um olhar para a gestão da APA promovendo ações que incluam a preservação e conservação de áreas verdes. Esta percepção vai ao encontro com o objetivo da pesquisa que é envolver o Conselho da APA para revitalização socioambiental de áreas urbanas.

Algumas medidas de intervenção podem ser percebidas na Figura 49, tais como política, educação, planos, saneamento, jardins e ciclovias. Isto indica o conhecimento das respondentes sobre a APA Floresta Manaós e suas necessidades, assim como a sensibilidade em perceber estas necessidades. Portanto, integrar o Conselho desta APA na gestão de soluções que visem à revitalização socioambiental tem um potencial para a sua aplicação.

Os principais resultados obtidos com as respostas ao questionário (APÊNDICE P) foram entregues aos membros do Conselho da APA por meio de e-mail e aplicativo de mensagens de texto, tendo em vista que não houve a possibilidade de reunião para apresentação presencial dos resultados.

- **Questionário aos indivíduos da comunidade**

O questionário foi aplicado presencialmente no período de 23 a 30 de maio de 2022, contando com a participação de 18 indivíduos da comunidade. Contou-se com a participação de pessoas-chave da área de estudo que responderam ao questionário e indicaram outros indivíduos da comunidade para responder. Na abordagem para a entrevista era explicado o objetivo da pesquisa e a definição da área de estudo, bem como solicitada a assinatura do TCLE em duas vias, sendo uma entregue ao participante. Ao terminar a entrevista, o participante era consultado se gostaria de informar dados pessoais (telefone, e-mail, entre outros) para receber mais informações sobre os resultados da pesquisa. Em caso afirmativo utilizou-se o modelo de Cadastro de participante (APÊNDICE Q) também disponível *online* para facilitar o preenchimento.

Estas entrevistas ocorreram durante os levantamentos de campo e sempre no período vespertino, o que restringiu a participação de pessoas que trabalham em horário comercial fora da área de estudo. No entanto, conseguiu-se a representação de 55,6% de entrevistados que trabalham na área de estudo, diminuindo esta restrição aos trabalhadores. Assim como no questionário aplicado aos membros do conselho da APA, foi realizada uma pergunta aos indivíduos da comunidade sobre as necessidades observadas na comunidade e elaborada uma nuvem de palavras (Figura 50). Dentre as principais necessidades percebidas estão: segurança, mobilidade urbana, áreas de lazer, saneamento e saúde.

Figura 50 – Nuvem de palavras a partir de respostas dos indivíduos da comunidade sobre as necessidades da comunidade



Fonte: A Autora (2022).

Dentre as necessidades destaca-se a segurança pública, em que metade dos entrevistados relataram a necessidade de mais segurança na comunidade e policiamento. Mobilidade urbana também é uma categoria observada em palavras como transporte público, parada de ônibus, trânsito, controle de tráfego, congestionamento, desrespeito com o pedestre e estacionamento, uma vez que a área de estudo fica próximo ao PIM, rota alternativa dos trabalhadores no retorno para casa o que ocasiona congestionamentos em uma área predominantemente residencial, além do serviço de transporte público não atender às expectativas dos usuários. Infraestrutura é uma categoria identificada em palavras como áreas de lazer, agências bancárias, escola-creche, iluminação pública, cuidado com as ruas, reforma na quadra e revitalizar a rua. Com relação à saúde, destaca-se a necessidade de postos de saúde, assistência médica e disponibilização de remédio, bem como o estresse relatado devido ao congestionamento na área de estudo. Por fim, na categoria de saneamento básico foram identificadas necessidades relacionadas aos quatro principais serviços de infraestrutura sanitária: água potável, esgoto, drenagem, lixo e limpeza pública. Assim como na pesquisa realizada por Doetzer et al. (2011), a avaliação da percepção foi possível com o apoio de líderes locais e observou-se que outras prioridades se sobrepõem ao saneamento como, por exemplo, a segurança e a mobilidade dentro e fora da comunidade.

4.6 Dados de entrada

Os dados de entrada foram coletados em diversas fontes utilizando como base o proposto por Richter (2020), acrescentando a precipitação média mínima e média máxima, o índice de perdas na ETA e o coeficiente do dia de maior consumo. Os valores e fontes estão descritos na Tabela 29, enquanto os cálculos necessários estão detalhados no APÊNDICE H.

Tabela 29 – Dados de entrada necessários para a simulação no modelo *UWU*

Dados de entrada	**Simbologia**	**Valor**	**Fonte**
Ano atual	–	2021	Corpo Técnico
Ano futuro	–	2033	Corpo Técnico
Taxa de crescimento populacional atual	λ_0	2,238%a.a.	IBGE
Taxa de crescimento populacional mínimo	λ_1	-1,33%a.a.	IBGE
Taxa de crescimento populacional máximo	λ_2	6,46%a.a.	IBGE
População atual	P_0	5.877 hab	IBGE
Método de projeção populacional	–	geométrico	Adotado
Número de pessoas por domicílio	P_d	5 hab/domicílio	Calculado
Número de domicílios	D_o	1.229 domicílios	Calculado
Renda per capita média atual	PIB_0	R$ 25.394,29/hab/ano	IBGE e DATASUS
Renda per capita mínima atual	PIB_1	R$ 10.466,36/hab/ano	IBGE e DATASUS
Renda per capita máxima atual	PIB_2	R$ 42.730,40/hab/ano	IBGE e DATASUS
Temperatura média histórica	T_0	27,723 °C	INMET
Temperatura média mínima histórica	T_1	22,78 °C	INMET
Temperatura média máxima histórica	T_2	37,11 °C	INMET
Precipitação média histórica	I_0	2.385,50 mm/ano	INMET
Precipitação média mínima histórica	I_1	1.772,2 mm/ano	INMET
Precipitação média máxima histórica	I_2	3.157,1 mm/ano	INMET
Cobertura do sistema de abastecimento de água atual	$C_{SAA,0}$	100%	Entrevistas
Consumo per capita de água atual	$q_{e,0}$	108,52 L/hab/dia	SNIS
Parametrização do consumo de água	–	Calculado	Rieke (2021)
Índice de perdas na rede de distribuição	I_{RD}	71,723%	SNIS
Índice de perdas na estação de tratamento	I_{ETA}	5%	Adotado
Coeficiente do dia de maior consumo	K_1	1,2	Adotado
Cobertura do sistema de esgotamento sanitário atual	$C_{SES,0}$	33,3%	Entrevistas
Coeficiente de retorno de esgoto doméstico	R	0,96	Calculado
Carga de poluentes média no esgoto doméstico: DBO	$L_{DBO,SES}$	194,81 kgDBO/dia	Calculado
Área de drenagem	A	1,506 km^2	*QGis*
Comprimento do talvegue	L	1,584 km	*QGis*
Declividade do talvegue	S	0,025 m/m	Calculado
Coeficiente de permeabilidade do solo	k	1,36E-05 m/s	Magalhães (2011)
Período de retorno	T_R	5 anos	Adotado
Tempo de precipitação	t	23,47 min	Calculado
Intensidade pluviométrica crítica	i_{max}	104,83 mm/h	Calculado
Coeficiente de escoamento superficial	C	0,73	Calculado
Carga de poluentes no escoamento superficial: SST	$L_{SST,SDU}$	368,62 tonSST/ano	Calculado

Legenda: DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio; SST – Sólidos Suspensos Totais.

Fonte: Indicadas.

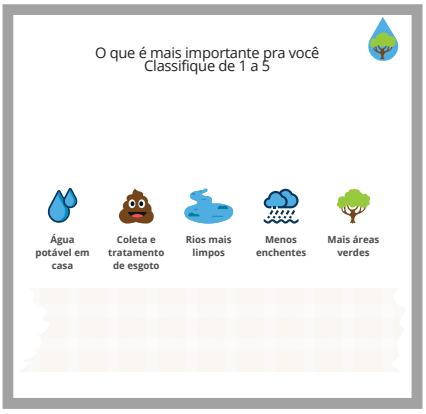
Estes dados são fundamentais para a construção de cenários e para as simulações no modelo *UWU*. Dependendo das medidas selecionadas, outros dados da área de estudo são necessários, por isso esta categoria é considerada variável.

4.7 Construção da visão

A construção da visão se deu a partir das respostas dos indivíduos da comunidade ao questionário de avaliação de percepção aplicado nos levantamentos de campo. Os indicadores de sustentabilidade que representam quantitativamente a visão foram distribuídos em cinco temas ilustrados e apresentados aos participantes para classificar do mais importante, registrando o número 1, seguindo em ordem crescente para o menos importante (número 5), conforme Figura

51. As respostas dos 18 participantes foram registradas (Tabela 30) para calcular o peso do indicador associado ao tema.

Figura 51 – Materiais utilizados para construção da visão e exemplos



Materiais:
Impressão tamanho A4
Pasta tipo L transparente tamanho A4
Fita crepe
Caneta
Prancheta

Exemplos de preenchimento



Fonte: A Autora (2022).

Tabela 30 – Pesos dos indicadores associados aos temas

	Pesos					Soma	Média	Peso tema/
Temas	$p_1 = 5$	$p_2 = 4$	$p_3 = 3$	$p_4 = 2$	$p_5 = 1$	15	**ponderada**	**indicador**
Água potável em casa	7	2	3	6	–	18	4,27	0,24
Coleta e tratamento de esgoto	4	3	3	3	5	18	3,47	0,19
Menos enchentes	1	2	4	1	10	18	2,47	0,14
Rios mais limpos	4	4	4	5	1	18	3,93	0,22
Mais áreas verdes	2	7	4	3	2	18	3,87	0,21

Fonte: A Autora (2022).

Como a soma dos pesos é igual a 1, o cálculo foi validado e os pesos utilizados nas simulações. Os facilitadores definiram um indicador para cada tema, seu valor e critério utilizados nas simulações, conforme Tabela 31.

Tabela 31 – Indicadores de sustentabilidade por tema, valores e critérios

Tema	**Indicador**	**Valor previsto**	**Critério**
Água potável em casa	C_{SAA} – Cobertura do sistema de abastecimento de água	100%	Manter
Coleta e tratamento de esgoto	$L_{DBO,SES}$ – Carga de poluentes média no esgoto por dia: DBO	194,76 kg/dia	Diminuir
Rios mais limpos	$L_{SST,SDU}$ – Carga de poluentes média no escoamento superficial por ano: SST	368,57 $tonSST/ano$	Diminuir
Menos enchentes	Q_{SDU} – Vazão de drenagem a jusante	31,86 m^3/s	Diminuir
Mais áreas verdes	C_{AV} – Cobertura de áreas verdes	84,35 m^2/hab	Aumentar

Fonte: A Autora (2022).

A escolha dos indicadores se embasou nos seguintes critérios:

a) C_{SAA} – avaliar a população abastecida com o SAA;

b) $L_{DBO,SES}$ – avaliar a carga orgânica produzida pela população que impacta no tratamento de esgoto e na contaminação dos cursos d'água, dado que na área de estudo não há coleta de esgoto;

c) $L_{SST,SDU}$ – avaliar o impacto na qualidade de água dos rios considerando a carga de SST representativa dos poluentes do escoamento superficial;

d) Q_{SDU} – avaliar o impacto das chuvas intensas na vazão crítica de enchentes;

e) C_{AV} – avaliar a cobertura de área verde disponível à população.

Para os valores previstos dos indicadores que se deseja valores inferiores à situação atual ($L_{DBO,SES}$, $L_{SST,SDU}$ e Q_{SDU}) foram considerados os valores atuais subtraídos de 0,05 a fim de que o critério seja reconhecido automaticamente na modelagem matemática. Para a C_{SAA} foi mantido a cobertura de 100% e para a C_{AV} foi considerada uma preservação de 85% referente à 99,23 m^2/hab.

4.8 Construção de cenários

Para a construção de cenários contou-se com o envolvimento de especialistas do Corpo Técnico que utilizaram a análise exploratória de cenários. Foram realizadas três reuniões (6, 10 e 15 de junho de 2022) para definir o horizonte das simulações, os valores para os fatores externos e conceber cenários com apoio do material disponível no APÊNDICE I. O horizonte definido para avaliação das medidas foi de quatro anos, baseado nos cenários de investimento de 2016 a 2019, desconsiderando os anos de 2020 e 2021 devido à excepcionalidade da pandemia do

SARS-CoV-2. Além de coincidir com o período de uma gestão política, tendo em vista que um dos objetivos da ferramenta é contribuir para o estabelecimento de políticas públicas.

Dessa forma, o horizonte de quatro anos foi considerado para avaliação das medidas não estruturais correspondente às políticas públicas a serem implementadas. Enquanto para as simulações das medidas estruturais no modelo *UWU* foi considerado o horizonte de 12 anos que representa três gestões políticas e um período mínimo esperado para avaliação da implementação da IVA.

Conforme recomendação do material, os fatores externos discutidos foram o crescimento populacional, PIB per capita, variação de temperatura e pluviosidade média. Para facilitar a análise e comparação dos fatores externos representativos da cidade de Manaus-AM foi utilizado o mesmo período de dados (2002 a 2021). Devido à indisponibilidade de dados exclusivos da área de estudo, os especialistas compararam os dados disponíveis com a realidade da área de estudo.

- **Crescimento populacional**

Para os dados de crescimento populacional na cidade de Manaus, observou-se que a média de 2,238% de 2002 a 2021 é superior ao comportamento de crescimento da área de estudo. Portanto, considerando as características locais e as limitações de expansão territorial para construção de áreas residenciais, foram definidos os valores para o crescimento populacional apresentados na Tabela 32. Destaca-se que estes cenários preveem que o crescimento populacional será vertical, tendo em vista que as áreas possíveis de expansão são protegidas pela APA Floresta Manaós.

Tabela 32 – Valores de taxa de crescimento populacional para os cenários

Cenários	λ_3 (%a.a.)
1	1,90
2	1,80
3	2,00
4	2,00

Fonte: Corpo Técnico (2022).

- **PIB per capita**

Os dados de PIB per capita da cidade de Manaus foram analisados e após discussões em grupo chegou-se à conclusão de que uma taxa de crescimento (λ_{PIB}) de 2,5% ao ano é representativa da área de estudo. Portanto, foram definidas quatro taxas de crescimento e calculadas para o horizonte de simulações (12 anos), conforme Tabela 33, por projeção geométrica com referência ao valor de R$ 42.730,40 para 2021 (APÊNDICE H.1g).

Tabela 33 – Valores de PIB per capita para os cenários

Cenários	λ_{PIB} (%a.a.)	PIB_3 (R$/ano)
1	2,5	57.467,64
2	2,3	56.136,40
3	2,6	58.144,05
4	2,4	56.798,44

Fonte: Corpo Técnico (2022).

- **Variação da temperatura**

Analisou-se a variação de temperatura média na cidade de Manaus-AM nos meses de setembro de 2002 a 2021, tendo como referência o ano de 2002. Foi selecionado o mês de setembro por ser o mês mais quente do ano influenciando diretamente nos indicadores calculados.

Portanto, foram definidos quatro valores de variação de temperatura, conforme Tabela 34, com diferencial que os valores de variação podem ser positivos ou negativos. Para isto utilizou-se como referência a temperatura de 28,96 °C (média dos meses de setembro) sendo realizadas as simulações para cenários com variação positiva, recomendando realizar com variação negativa.

Tabela 34 – Valores de variação de temperatura para os cenários

Cenários	Δt (°C)	$T - \Delta t$ (°C)	$T + \Delta t$ (°C)
1	$\pm 0,5$	28,46	29,46
2	$\pm 1,0$	27,96	29,96
3	$\pm 1,5$	27,46	30,46
4	$\pm 2,0$	26,96	30,96

Fonte: Corpo Técnico (2022).

- **Pluviosidade média**

Os dados de pluviosidade média da cidade de Manaus-AM foram analisados de 2002 a 2021 e devido às incertezas construíram-se os cenários com base nos valores mínimo e máximo observados (Tabela 35). Os valores intermediários foram obtidos pela distribuição da amplitude, acrescentando intervalos de 450 mm/ano ao valor mínimo de 1.700,0 mm/ano.

Tabela 35 – Valores de pluviosidade média para os cenários

Cenários	I_3 (mm/ano)
1	1.700,0
2	2.150,0
3	2.600,0
4	3.100,0

Fonte: Corpo Técnico (2022).

Com isso, os valores dos fatores externos para cada cenário foram utilizados nas simulações do modelo *UWU* (Seção 4.10).

4.9 Medidas de IVA selecionadas

As medidas estruturais de IVA foram apresentadas aos indivíduos da comunidade durante as entrevistas utilizando ilustrações e explicando o propósito de cada medida (APÊNDICE G). Primeiro foram apresentadas as medidas aplicáveis no lote e depois as medidas aplicáveis na comunidade, seja em escala de vizinhança ou de bacia. As seis medidas em escala de lote foram organizadas por porcentagem de interesse na implementação e realizadas algumas observações, conforme Tabela 36. Embora as medidas 11, 12 e 13 possam ser aplicadas em escala de lote, somente a medida 14 foi apresentada como opção no momento da entrevista para não sobrecarregar os participantes com as informações e devido à área construída das edificações.

Tabela 36 – Medidas em escala de lote por porcentagem de interesse e observações

Medida	**Porcentagem de interesse**	**Observações**
1 - Consumo eficiente da água	89%	Alguns já fazem economia no consumo devido ao valor cobrado pelo serviço de abastecimento de água.
2 - Coleta de água da chuva	67%	Alguns mostraram-se receptivos à água da chuva como fonte alternativa e houve, ainda, quem faz o aproveitamento da água dos condicionadores de ar.
3 - Uso de água cinza	56%	Alguns informaram não possuir máquina de lavar roupas para aproveitar a água cinza.
4 - Telhado verde	6%	Requer que a estrutura da edificação seja suficiente para suportar a carga extra advinda de sua implementação.
5 - Jardins privados	72%	Alguns já possuem jardim em seus lotes ou têm espaço e interesse na implementação.
14 - Wetlands construídos	44%	Alguns demonstraram interesse visto que não há coleta e tratamento de esgotos em seus lotes.

Fonte: A Autora (2022).

Das perguntas sobre o interesse nas medidas no lote, observou-se a necessidade de incluir duas perguntas em trabalhos futuros:

a) Possui máquina de lavar roupas – para identificar se a medida 3 tem potencial de implementação na área de estudo, pois a baixa aceitação da medida pode estar atrelada à ausência de máquina de lavar roupas no domicílio;

b) Faixa de renda – para identificar se as medidas propostas no lote que necessitam de investimento pessoal têm capacidade de implementação pelos participantes e avaliar o potencial de subsídio da Prefeitura ou Governo.

Com relação às medidas estruturais em escala de vizinhança e de bacia, nove medidas foram apresentadas aos indivíduos da comunidade, organizadas por porcentagem de interesse na implementação e realizadas algumas observações, conforme Tabela 37.

Tabela 37 – Medidas em escala de vizinhança e de bacia por porcentagem de interesse e observações

Medida	**Porcentagem de interesse**	**Observações**
6 - Agricultura urbana	94%	Observou-se algumas iniciativas de agricultura urbana na área de estudo.
7 - Arborização de ruas	83%	Embora o alto nível de interesse, alguns destacaram que a falta de manutenção das árvores existentes causa incômodo.
8 - Parques urbanos	100%	A implementação de parques urbanos vai ao encontro com a necessidade de áreas de recreação e lazer.
9 - Cursos de água urbanos	56%	Observou-se a dificuldade de implementação, recomendado a revitalização dos cursos d'água existentes na área de estudo.
10 -Lagoas de água da chuva	78%	Na área de estudo há a Lagoa do Japiim utilizada como espaço de recreação, em que a maioria dos participantes reconhece a importância de mantê-la.
11 - Pavimento permeável	89%	Observou-se locais potenciais de implementação do pavimento permeável e interesse dos respondentes em implementar na comunidade.
12 - Valas de infiltração	44%	Houve quem achou perigosa a implementação desta medida, necessitando uma ação de educação ambiental que explique com mais detalhes os benefícios e riscos associados às valas de infiltração.
13 - Valas de biorretenção	39%	Assim como na medida 12 devem ser propostas ações para sensibilização da comunidade em relação à medida.
14 - Wetlands construídos	44%	Idem das medidas 12 e 13 uma vez que foram apresentadas aos indivíduos da comunidade como um conjunto de medidas para amortecimento e tratamento da água superficial.

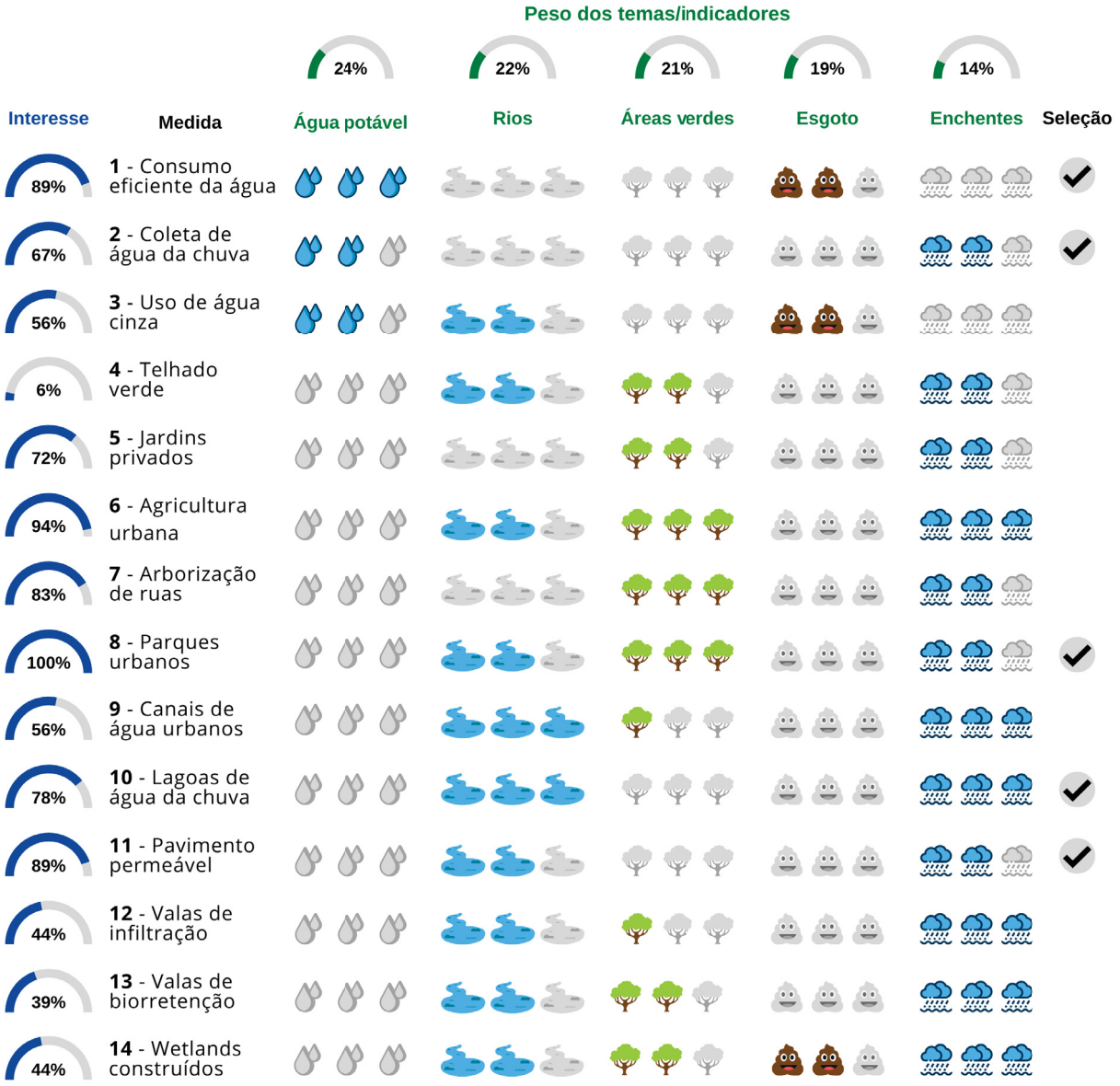
Fonte: A Autora (2022).

A partir deste levantamento, os facilitadores definiram cinco medidas a serem simuladas no modelo *UWU*, a partir da visão dos participantes, tabulando o nível de interesse dos participantes, o peso de cada tema (Tabela 30, pág. 124) e a expectativa dos benefícios das medidas (Figura 27, pág. 85). Esta tabulação está apresentada na Figura 52, indicando as medidas selecionadas para as simulações e na Figura 53 estão apresentadas espacialmente as medidas selecionadas para simulação. As medidas 1 e 2 por serem em escalas de lote estão com a mesma área de implementação.

Com esta definição foram realizadas as simulações dos GM com medidas isoladas e com a combinação de duas medidas em escala de lote e uma em escala de vizinhança/bacia

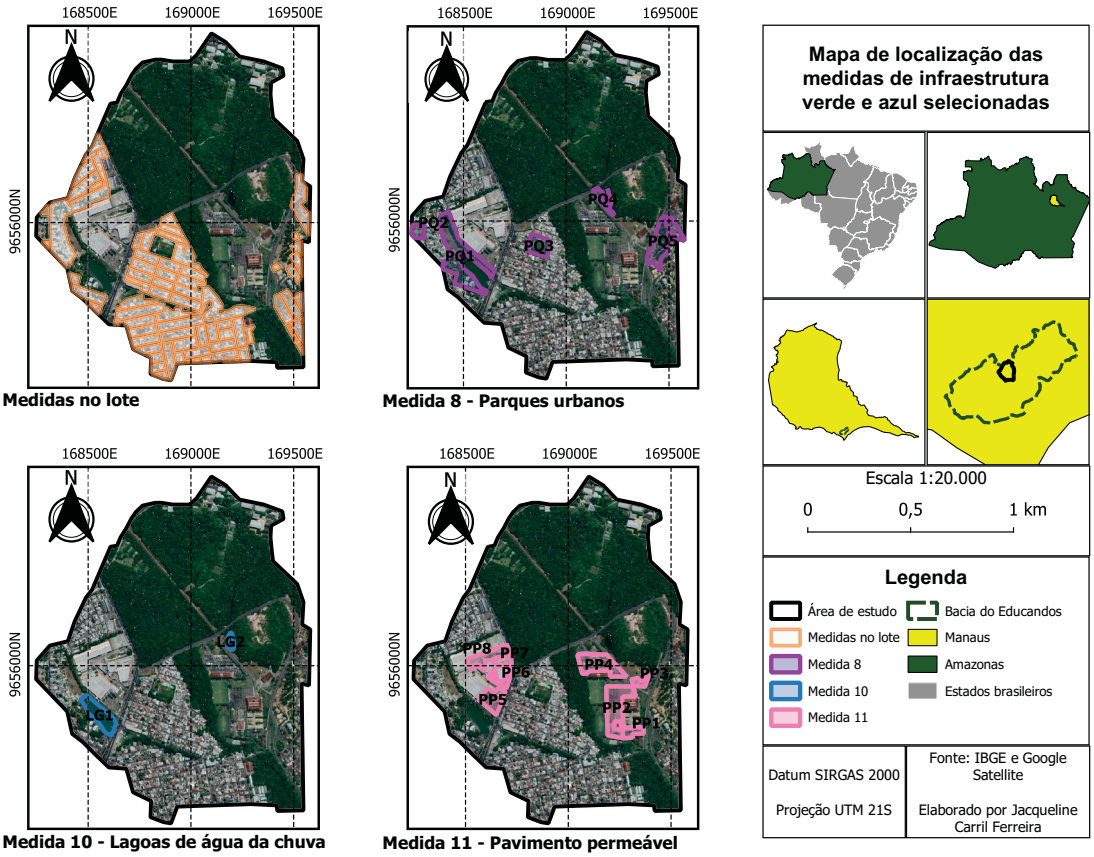
(Tabela 38), importantes para avaliar a sensibilidade das medidas em escala de bacia integradas às medidas em escala de lote, bem como o seu potencial de implementação. Além do GM0 que representa a situação em que nenhuma medida é implementada na área de estudo e do GM4 que representa a integração de todas as medidas selecionadas.

Figura 52 – Tabulação de medidas de IVA baseada na visão dos participantes



Fonte: A Autora (2022).

Figura 53 – Localização de medidas de IVA na área de estudo



Fonte: A Autora (2022).

Tabela 38 – Grupos de medidas de IVA usados nas simulações

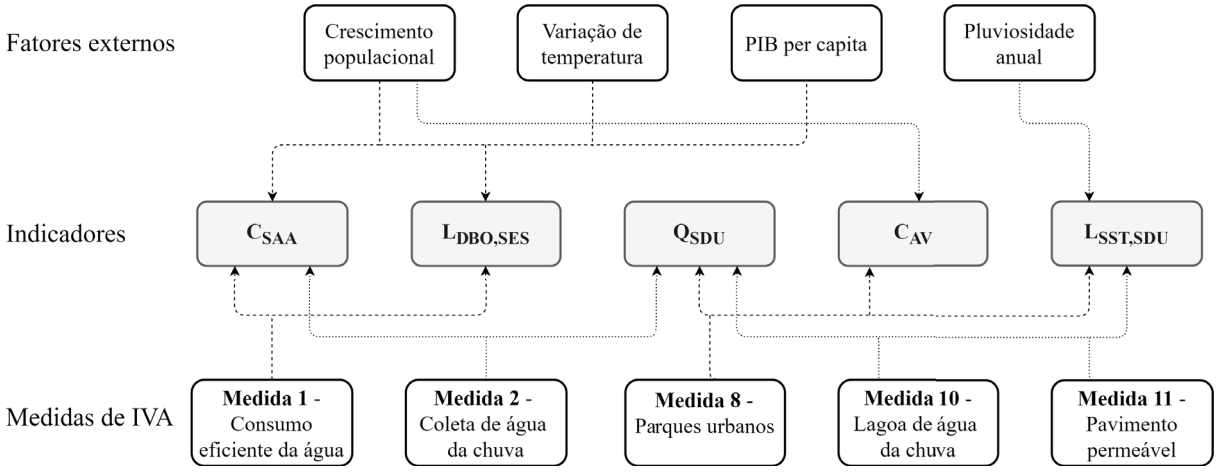
Grupos de medidas	Medidas				
	1 - Consumo eficiente da água	2 - Coleta de água da chuva	8 - Parques urbanos	10 - Lagoas de água da chuva	11 - Pavimento permeável
M1	X				
M2		X			
M8			X		
M10				X	
M11					X
GM0					
GM1	X	X	X		
GM2	X	X		X	
GM3	X	X			X
GM4	X	X	X	X	X

Fonte: A Autora (2022).

4.10 Simulações no modelo *UWU*

A partir da visão representada pelos indicadores, com respectivos pesos e valores, os quatro cenários e os GM, foram realizadas as simulações no modelo *UWU*. Foram identificadas as influências dos fatores externos e das medidas sob os indicadores (Figura 54). O indicador de C_{SAA} possui influência do crescimento populacional, variação de temperatura e PIB per capita como fatores externos, e das medidas 1 e 2. O indicador de $L_{DBO,SES}$ possui as mesmas influências dos fatores externos de C_{SAA} e da medida 1. Já o indicador Q_{SDU} não possui influência de fatores externos e possui influências de todas as medidas, exceto a medida 1. O indicador C_{AV} possui influência do crescimento populacional e da medida 8. E o indicador $L_{SST,SDU}$ tem influência apenas da pluviosidade anual como fator externo e das medidas 8, 10, e 11. Os cálculos utilizados para determinar estas influências estão detalhados no APÊNDICE R.

Figura 54 – Influências dos fatores externos e das medidas sob os indicadores



Fonte: A Autora (2022).

Após definidos os cálculos para as simulações, procedeu-se a análise de sensibilidade para validação do modelo *UWU* alterando-se os seguintes parâmetros, com resultados nos APÊNDICES indicados:

a) Valores dos fatores externos – APÊNDICE S;

b) Horizonte de projeto – APÊNDICE T;

c) Pesos dos indicadores – APÊNDICE U;

d) Nível de aceitação das medidas – APÊNDICE V.

4.11 Resultados e Avaliação

Foram avaliadas as medidas em escala de lote simuladas individualmente (Tabela 39), as medidas em escala de vizinhança ou bacia simuladas individualmente (Tabela 40) e, por fim, as simulações das medidas integradas (Tabela 41).

Quanto ao IE das medidas em escala de lote, a simulação M1 possui IE ruim e a M2 insuficiente. Os benefícios de M1 estão relacionados aos indicadores de água potável (C_{SAA}) e esgoto ($L_{DBO,SES}$), que embora tenham obtido resultados melhores do que M2, não foram suficientes para alcançar o valor previsto para os indicadores. A simulação M2 possui influência nos indicadores de água potável (C_{SAA}) e enchentes (Q_{SDU}), porém os resultados do indicador C_{SAA} não atingiram o valor previsto, enquanto o indicador de Q_{SDU} atendeu ao critério estabelecido em todos os cenários.

Nos cenários 1 e 2 observa-se que tanto M1 quanto M2 atingiram o valor previsto para o indicador de rios mais limpos ($L_{SST,SDU}$), no entanto, isto ocorreu, pois os valores de pluviosidade média anual nestes cenários são inferiores ao valor médio atual utilizado para determinar o valor previsto do indicador, ocasionando uma carga de SST inferior à atual. Estes resultados também foram observados para as simulações das medidas em escala de vizinhança e bacia (Tabela 40) e das medidas integradas (Tabela 41). Observa-se, ainda, que embora a simulação M2 tenha atingido o valor previsto para Q_{SDU}, o peso deste indicador é menor em comparação aos demais, resultando em um IE insuficiente.

Tabela 39 – Resultados das simulações das medidas em escala de lote

Grupo de medidas	Indicadores	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Valor previsto do indicador	Peso do indicador (W)	Cenários atendidos (N)
	C_{SAA}	57,36	59,53	54,75	56,13	$\geq$ 100,00	0,24	0
M1	$L_{DBO,SES}$	334,15	321,98	350,02	341,39	$\leq$ 194,76	0,19	0
	$L_{SST,SDU}$	**262,69**	**332,23**	401,77	479,03	$\leq$ 368,57	0,22	2
IE = 0,44	Q_{SDU}	31,91	31,91	31,91	31,91	$\leq$ 31,86	0,14	0
(Ruim)	C_{AV}	79,18	80,12	78,25	78,25	$\geq$ 84,35	0,21	0
	C_{SAA}	50,43	52,34	48,15	49,37	$\geq$ 100,00	0,24	0
M2	$L_{DBO,SES}$	398,18	383,64	417,06	406,80	$\leq$ 194,76	0,19	0
	$L_{SST,SDU}$	**262,69**	**332,23**	401,77	479,03	$\leq$ 368,57	0,22	2
IE = 0,99	Q_{SDU}	**30,19**	**30,19**	**30,19**	**30,19**	$\leq$ 31,86	0,14	4
(Insuficiente)	C_{AV}	79,18	80,12	78,25	78,25	$\geq$ 84,35	0,21	0

Fonte: A Autora (2022).

Quanto ao IE das medidas em escala de vizinhança e bacia, as simulações M10 e M11 possuem um IE insuficiente, enquanto a simulação M8 possui IE razoável (Tabela 40). Estas três medidas possuem benefícios sobre os indicadores de rios mais limpos ($L_{SST,SDU}$) e de menos enchentes (Q_{SDU}), porém a principal diferença é o benefício de M8 sobre o indicador de áreas verdes (C_{AV}) que não ocorre para M10 e M11. Embora as três simulações possuam melhores resultados para o indicador de rios mais limpos ($L_{SST,SDU}$) quando comparados à simulação

de GM0 (Tabela 41), não foram suficientes para atingir ao valor previsto para o indicador nos cenários 3 e 4. Com relação ao indicador de Q_{SDU}, as três simulações atingiram o valor previsto para o indicador, sendo M10 a simulação com os melhores resultados e M11 com resultado igual ao valor previsto. Como apresentado na Figura 54 (pág. 132), as medidas 8, 10 e 11 não possuem influência sobre os indicadores de água potável (C_{SAA}) e esgoto ($L_{DBO,SES}$), portanto os valores previstos para estes indicadores não foram atingidos em nenhum cenário.

Tabela 40 – Resultados das simulações das medidas em escala de vizinhança e bacia

Grupo de medidas	**Indicadores**	**Cenário 1**	**Cenário 2**	**Cenário 3**	**Cenário 4**	**Valor previsto do indicador**	**Peso do indicador (W)**	**Cenários atendidos (N)**
	C_{SAA}	48,94	50,80	46,73	47,91	$\geq$ 100,00	0,24	0
M8	$L_{DBO,SES}$	398,18	383,64	417,06	406,80	$\leq$ 194,76	0,19	0
	$L_{SST,SDU}$	**260,88**	**329,94**	398,99	475,72	$\leq$ 368,57	0,22	2
IE = 1,84	Q_{SDU}	**31,69**	**31,69**	**31,69**	**31,69**	$\leq$ 31,86	0,14	4
(Razoável)	C_{AV}	**85,78**	**86,79**	**84,77**	**84,77**	$\geq$ 84,35	0,21	4
	C_{SAA}	48,94	50,80	46,73	47,91	$\geq$ 100,00	0,24	0
M10	$L_{DBO,SES}$	398,18	383,64	417,06	406,80	$\leq$ 194,76	0,19	0
	$L_{SST,SDU}$	**253,80**	**320,98**	388,17	462,81	$\leq$ 368,57	0,22	2
IE = 0,99	Q_{SDU}	**30,37**	**30,37**	**30,37**	**30,37**	$\leq$ 31,86	0,14	4
(Insuficiente)	C_{AV}	79,18	80,12	78,25	78,25	$\geq$ 84,35	0,21	0
	C_{SAA}	48,94	50,80	46,73	47,91	$\geq$ 100,00	0,24	0
M11	$L_{DBO,SES}$	398,18	383,64	417,06	406,80	$\leq$ 194,76	0,19	0
	$L_{SST,SDU}$	**262,27**	**331,70**	401,12	478,26	$\leq$ 368,57	0,22	2
IE = 0,99	Q_{SDU}	**31,86**	**31,86**	**31,86**	**31,86**	$\leq$ 31,86	0,14	4
(Insuficiente)	C_{AV}	79,18	80,12	78,25	78,25	$\geq$ 84,35	0,21	0

Fonte: A Autora (2022).

Além de intervenções baseadas na IVA, a pesquisa vislumbra a GIAU, portanto foram realizadas as simulações das medidas de IVA integradas para avaliar a efetividade destes GM, conforme Tabela 38 (pág. 131). Na Tabela 41 estão apresentados os resultados obtidos nas simulações do GM0 ao GM4, sendo o GM0 a simulação onde nenhuma medida é implementada na área de estudo, portanto possui os valores mais críticos quando comparados com as demais simulações. Das simulações com as medidas integradas, o GM1 e GM4 possuem IE razoável, enquanto o GM2 e GM3 possuem IE insuficiente (Tabela 41). O GM1 e o GM4 possuem melhor IE comparados aos demais grupos devido à medida 8 influenciar na C_{AV}.

Como de GM1 ao GM4 tem-se uma combinação das medidas em escala de lote com uma medida em escala de vizinhança ou bacia, os benefícios sobre os indicadores de água potável (C_{SAA}), rios mais limpos ($L_{SST,SDU}$) e enchentes (Q_{SDU}) são potencializados quando há a integração das medidas, pois mais de uma medida possui influência nestes indicadores (Figura 54, pág. 132). Os valores do indicador de esgoto ($L_{DBO,SES}$) de GM1 ao GM4 são iguais às simulações de M1 (Tabela 39), pois apenas esta medida possui influência sobre esse indicador, assim como os valores do indicador de áreas verdes (C_{AV}) de GM1 e GM4 são iguais às simulações de M8 (Tabela 39). Já os valores de C_{AV} de GM2 e GM3 são iguais às simulações de GM0, pois nenhuma das medidas destes GM possuem influência sobre esse indicador.

Tabela 41 – Resultados das simulações dos grupos de medidas

Grupo de medidas	Indicadores	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Valor previsto do indicador	Peso do indicador (W)	Cenários atendidos (N)
	C_{SAA}	48,94	50,80	46,73	47,91	$\geq$ 100,00	0,24	0
GM0	$L_{DBO,SES}$	398,18	383,64	417,06	406,80	$\leq$ 194,76	0,19	0
	$L_{SST,SDU}$	**262,69**	**332,23**	401,77	479,03	$\leq$ 368,57	0,22	2
IE = 0,44	Q_{SDU}	31,91	31,91	31,91	31,91	$\leq$ 31,86	0,14	0
(Ruim)	C_{AV}	79,18	80,12	78,25	78,25	$\geq$ 84,35	0,21	0
	C_{SAA}	58,89	61,11	56,22	57,63	$\geq$ 100,00	0,24	0
GM1	$L_{DBO,SES}$	334,15	321,98	350,02	341,39	$\leq$ 194,76	0,19	0
	$L_{SST,SDU}$	**260,88**	**329,94**	398,99	475,72	$\leq$ 368,57	0,22	2
IE = 1,84	Q_{SDU}	**29,97**	**29,97**	**29,97**	**29,97**	$\leq$ 31,86	0,14	4
(Razoável)	C_{AV}	**85,78**	**86,79**	**84,77**	**84,77**	$\geq$ 84,35	0,21	4
	C_{SAA}	58,89	61,11	56,22	57,63	$\geq$ 100,00	0,24	0
GM2	$L_{DBO,SES}$	334,15	321,98	350,02	341,39	$\leq$ 194,76	0,19	0
	$L_{SST,SDU}$	**253,80**	**320,98**	388,17	462,81	$\leq$ 368,57	0,22	2
IE = 0,99	Q_{SDU}	**28,64**	**28,64**	**28,64**	**28,64**	$\leq$ 31,86	0,14	4
(Insuficiente)	C_{AV}	79,18	80,12	78,25	78,25	$\geq$ 84,35	0,21	0
	C_{SAA}	58,89	61,11	56,22	57,63	$\geq$ 100,00	0,24	0
GM3	$L_{DBO,SES}$	334,15	321,98	350,02	341,39	$\leq$ 194,76	0,19	0
	$L_{SST,SDU}$	**262,27**	**331,70**	401,12	478,26	$\leq$ 368,57	0,22	2
IE = 0,99	Q_{SDU}	**30,14**	**30,14**	**30,14**	**30,14**	$\leq$ 31,86	0,14	4
(Insuficiente)	C_{AV}	79,18	80,12	78,25	78,25	$\geq$ 84,35	0,21	0
	C_{SAA}	58,89	61,11	56,22	57,63	$\geq$ 100,00	0,24	0
GM4	$L_{DBO,SES}$	334,15	321,98	350,02	341,39	$\leq$ 194,76	0,19	0
	$L_{SST,SDU}$	**251,57**	**318,16**	384,75	458,74	$\leq$ 368,57	0,22	2
IE = 1,84	Q_{SDU}	**28,37**	**28,37**	**28,37**	**28,37**	$\leq$ 31,86	0,14	4
(Razoável)	C_{AV}	**85,78**	**86,79**	**84,77**	**84,77**	$\geq$ 84,35	0,21	4

Fonte: A Autora (2022).

Analisando todas as simulações, observa-se que os indicadores de água potável (C_{SAA}) e esgoto ($L_{DBO,SES}$) não foram atendidos em nenhum cenário dos GM. Isto ocorre em função das medidas propostas não serem suficientes para suprir a demanda de água nos cenários futuros e por não existir um SES que realize tratamento do esgoto doméstico na área de estudo. Dessa forma, propôs-se medidas complementares para o SAA e o SES, conforme apresentado na Tabela 42.

Tabela 42 – Propostas de medidas complementares para o SAA e SES

Proposta	Descrição	Fonte
1 - IVA+SES	Medidas IVA com tratamento primário de esgoto com eficiência de 25% e tratamento secundário de esgoto com eficiência de 60%.	Mínimos informados por von Sperling (2014).
2 - IVA+SAA	Medidas IVA com redução do índice de perdas na rede de distribuição de água para 40,1%.	Média nacional por Brasil (2021b).
3 - IVA+SES+SAA	Medidas IVA com tratamento primário de esgoto com eficiência de 25%, tratamento secundário de esgoto com eficiência de 60% e com redução do índice de perdas na rede de distribuição de água para 40,1%.	Mínimos informados por von Sperling (2014) e média nacional por Brasil (2021b).

Fonte: A Autora (2022).

As três propostas foram aplicadas às simulações já realizadas para comparar o IE de cada simulação, sendo que a primeira proposta integrou a IVA ao SES, a segunda proposta a IVA ao SAA e, a terceira proposta integrou a IVA aos dois sistemas. Os resultados do IE obtidos destas simulações estão apresentados na Figura 55, onde observa-se que as medidas IVA possuem potencial de implementação principalmente nas simulações de M8, GM1 e GM4. Nas propostas 1 e 2 o IE vai de razoável a bom para M8, GM1 e GM4, de insuficiente a razoável para M2, M10, M11, GM2 e GM3, e de ruim a insuficiente para M1. Para o GM0, independente das propostas não há variação do IE, pois se considera que tais propostas não se aplicam a esse GM. A proposta 3 possui os melhores resultados de IE porque integra a IVA com o SAA e o SES, demonstrando o potencial de implementação das medidas e a necessidade de integração dos sistemas. Da Figura 55 observa-se, ainda, que a integração das medidas garante que os benefícios da IVA sejam potencializados e que, embora possua benefícios associados aos indicadores, quando implementada isoladamente o seu impacto é minimizado.

Figura 55 – Índice de efetividade dos GM de IVA com integração do SAA e SES

Medidas IVA

M1	M2	M8	M10	M11	GM0	GM1	GM2	GM3	GM4
0,44	0,99	1,84	0,99	0,99	0,44	1,84	0,99	0,99	1,84

PROPOSTA 1: IVA + SES

M1	M2	M8	M10	M11	GM0	GM1	GM2	GM3	GM4
1,21	1,76	2,61	1,76	1,76	0,44	2,61	1,76	1,76	2,61

PROPOSTA 2: IVA + SAA

M1	M2	M8	M10	M11	GM0	GM1	GM2	GM3	GM4
1,39	1,93	2,56	1,70	1,70	0,44	2,79	1,93	1,93	2,79

PROPOSTA 3: IVA + SES + SAA

M1	M2	M8	M10	M11	GM0	GM1	GM2	GM3	GM4
2,16	2,70	3,33	2,47	2,47	0,44	3,56	2,70	2,70	3,56

Classificação do IE

Excelente	Bom	Razoável	Insuficiente	Ruim
3,21 a 4,00	2,41 a 3,20	1,61 a 2,40	0,81 a 1,60	0,00 a 0,80

Fonte: A Autora (2022).

Com base na aplicação da fase preliminar e modelo *UWU*, foi elaborado um documento contendo as diretrizes técnicas, de educação ambiental, de avaliação continuada e para a elaboração do Plano de Implementação das medidas de IVA (APÊNDICE W).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados e discussões em consonância com os objetivos específicos propostos.

5.1 Do modelo *UWU* adaptado

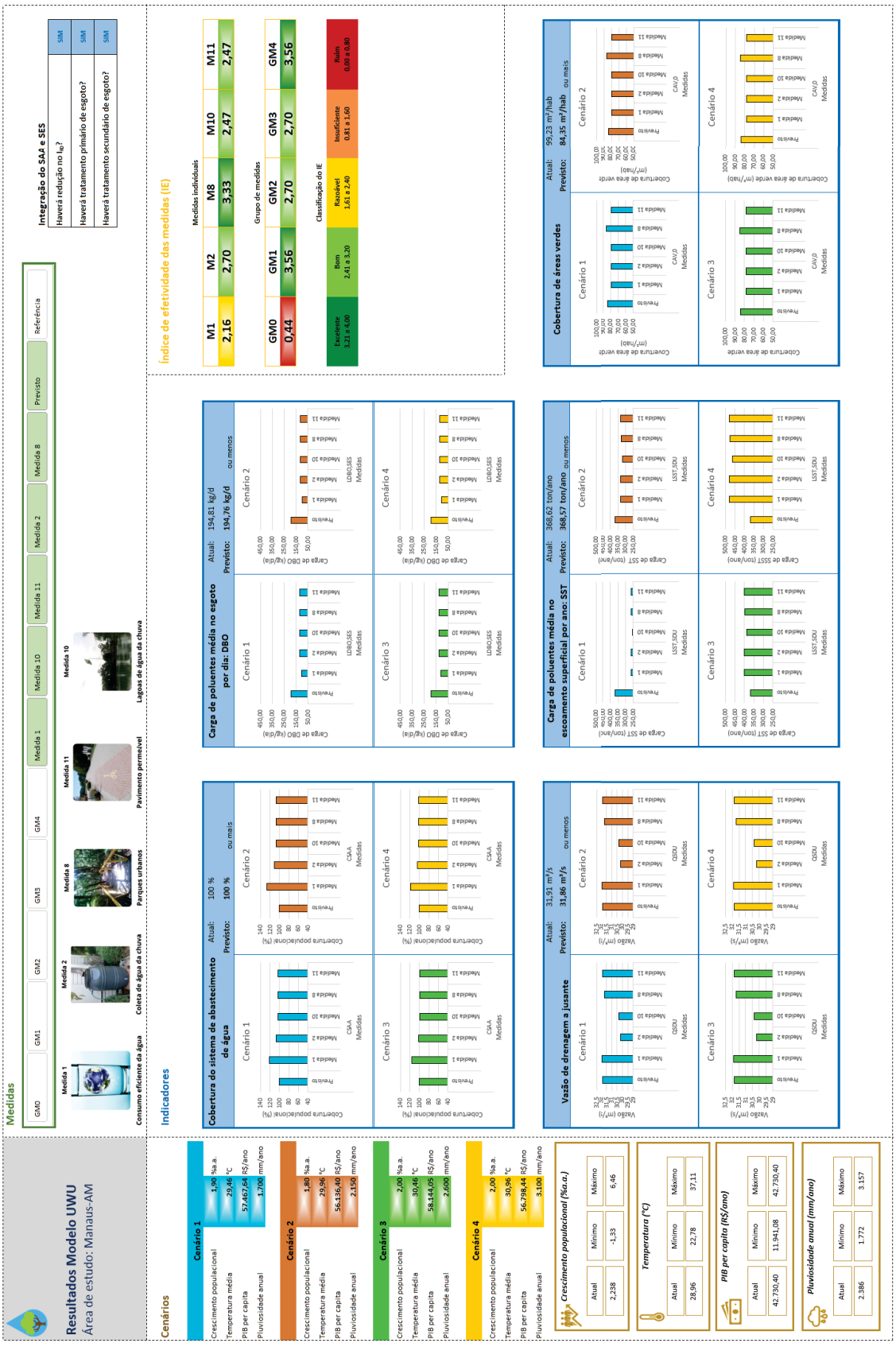
O modelo *UWU* adaptado à IVA e complexidade resultou em um *dashboard* no *software* Excel onde é possível avaliar o comportamento dos indicadores de sustentabilidade para cada cenário e GM, conforme apresentado na Figura 56. Os dados de entrada como primeira etapa do modelo se basearam na pesquisa de Richter (2020) que aplicou o modelo *UWU* em uma área na cidade de Curitiba-PR. No entanto, para a sub-bacia delimitada encontrou-se dificuldade em achar dados específicos e por este motivo os dados utilizados foram os da cidade de Manaus-AM. Buscou-se dados em fontes oficiais e em trabalhos científicos, mas são necessárias confirmações destas informações com possíveis soluções na Tabela 43.

Tabela 43 – Possíveis soluções para coleta de dados de entrada

Dado de entrada	**Possíveis soluções**
Taxa de crescimento populacional e Renda per capita	Verificar se o comportamento da área de estudo corresponde ao comportamento de Manaus.
Temperatura e Precipitação	Instalar uma estação meteorológica mais próxima à área de estudo.
Cobertura do SAA e SES	A concessionária de saneamento disponibilizar estas informações para a área de estudo.
Parametrização do consumo de água	Realizar pesquisas nos domicílios para identificar o perfil de consumo dos moradores.
Consumo de água	Verificar se há macromedição setorizada.
Cargas de poluentes no esgoto doméstico	Realizar pesquisas para determinar as cargas de esgoto geradas nos domicílios.
Coeficiente de permeabilidade do solo	Realizar ensaios de permeabilidade do solo em pontos estratégicos na área de estudo.
Dados da bacia	Realizar levantamentos de campo ou análises de imagens de satélite de alta resolução para maior precisão na definição das características físicas da bacia
Coeficiente de escoamento superficial	Realizar pesquisas para determinação dos coeficientes por uso do solo e confirmar com a literatura.
Cargas de poluentes no escoamento superficial	Monitorar os cursos d'água da água de estudo e identificar as cargas de poluentes no escoamento superficial.

Fonte: A Autora (2022).

Figura 56 – Dashboard do modelo *UWU* com resultados da IVA com integração do SAA e SES



Fonte: A Autora (2022).

Nas pesquisas de Destro (2016) e Richter (2020) foram utilizadas uma relação entre área impermeabilizada e densidade populacional para definir o coeficiente de escoamento superficial, no entanto, nesta adaptação do modelo *UWU* não foi encontrada uma relação para o tipo de ocupação da área de estudo e para contornar isto foi considerado o mesmo coeficiente de escoamento superficial adotado para áreas residenciais. Dessa forma, recomenda-se que seja estudada esta relação a fim de incrementar futuramente no modelo matemático.

Na etapa de construção da visão, a estratégia de utilizar uma linguagem amigável ao usuário para identificar a importância dos indicadores para os indivíduos da comunidade buscou ultrapassar as barreiras de implementação de medidas de infraestrutura de IVA, tais como a falta de conhecimento e a falta de comunicação identificadas por O'Donnell, Lamond e Thorne (2017). A adaptação matemática de transformar os dados qualitativos em quantitativos foi um avanço no que tange à participação das partes interessadas no processo de tomada de decisão.

Na construção de cenários a utilização da abordagem exploratória com o Corpo Técnico foi um exercício para identificar os procedimentos e técnicas aplicáveis à área de estudo. O procedimento de reuniões e o material de apoio como técnica para conduzir as discussões sobre os dados da área de estudo foi adequado para o envolvimento de especialistas, uma vez que culminou no consenso para a construção dos quatro cenários para as simulações. Quanto ao horizonte de planejamento de 12 anos é de médio termo quando comparado com outras pesquisas que buscam avaliar a implementação de medidas para a gestão das águas urbanas (KAPETAS; FENNER, 2020; O'DONNELL et al., 2020; ROGERS et al., 2020). No entanto, os dados oficiais disponíveis para a área de estudo precisam ser mais robustos para apoiar a tomada de decisão dos especialistas na construção de cenários de longo termo.

A estratégia de utilizar a IVA para uma área urbana da cidade de Manaus e envolver os indivíduos da comunidade na seleção das medidas teve êxito para realizar as simulações no modelo *UWU*, inclusive com vínculo das simulações com o nível de aceitação das medidas. Estas simulações foram validadas com a análise de sensibilidade realizada, que também demonstraram o quanto as medidas são sujeitas aos fatores externos, ao nível de aceitação das medidas, ao peso dos indicadores e ao horizonte de projeto. Todavia, recomenda-se que seja realizado o cálculo do índice de sensibilidade que analise os parâmetros do modelo e o grau de influência destes. As características do local de implementação das medidas também influenciam nos resultados obtidos, o que é percebido para a medida de pavimento permeável, cuja eficiência é diretamente relacionada ao coeficiente de permeabilidade do solo que para Manaus possui baixa vantagem, necessitando de um tratamento do solo para implementação.

Por fim, o IE para a avaliação de resultados mostrou-se suficiente para identificar o potencial de implementação das medidas de IVA e demonstrar a sensibilidade dos GM sob influência dos fatores externos e da percepção das partes interessadas. No entanto, recomenda-se que seja avaliada a influência do número de cenários sob o IE e se há um número mínimo e/ou máximo para cenários formulados que afetam o resultado do IE.

5.2 Das estratégias de informação e comunicação para aplicação da ferramenta

As estratégias de informação e comunicação foram fundamentais para a abordagem dos participantes e para a aplicação da ferramenta. As ferramentas visuais contribuíram para identificação dos pesquisadores nos levantamentos de campo, possibilitando que os participantes da pesquisa visualizassem que a pesquisa era executada por profissionais vinculados às instituições de pesquisa e com apoio de órgãos de fomento. Durante a aplicação dos questionários, por exemplo, a utilização de fotografias das medidas de IVA (APÊNDICE G) para explicação das características, benefícios e requisitos foi positiva para uma primeira abordagem sobre o assunto com os participantes. O procedimento para a definição do peso dos indicadores baseado na visão da comunidade ao classificar a importância dos temas também com o uso de ilustrações foi um diferencial atingido para a pesquisa, porque permitiu que todos os participantes compreendessem o objetivo da classificação.

As ferramentas escritas utilizadas nas reuniões com o Corpo Técnico, como apresentação da ferramenta e da área de estudo em *slides* e utilização do material de apoio para construção de cenários contribuíram para a condução das atividades, criando uma expectativa para preencher a página 9 do APÊNDICE I.

Utilizou-se a mesma linguagem para os indicadores de sustentabilidade e para os benefícios das medidas de IVA, criando uma padronização e permitindo a tabulação cruzada das informações para a seleção de medidas a serem simuladas. Estas medidas foram organizadas em uma cartilha para o futuro uso em oficinas com a comunidade para fortalecer e validar as medidas de IVA selecionadas, assim como nas pesquisas de Maskrey et al. (2016), Ven et al. (2016), Borgström, Andersson e Björklund (2021) e Sörensen, Persson e Olsson (2021).

5.3 Da aplicação da ferramenta na cidade de Manaus-AM

Foi delimitada uma sub-bacia na cidade de Manaus e inserida parcialmente na APA Floresta Manaós para aplicação da ferramenta, contribuindo para a importância a ser dada na proteção e conservação dos recursos naturais desta área, decorrente do objetivo deste tipo de UC. O envolvimento dos membros do Conselho da APA foi importante para a delimitação desta área, decorrente do conhecimento da realidade local. Foram envolvidos indivíduos da comunidade e especialistas de diferentes formações que contribuíram para a aplicação da ferramenta. Devido às recomendações de isolamento social decorrentes da pandemia do SARS-CoV-2, houve atraso no cronograma de aplicação da ferramenta e os procedimentos e técnicas propostos no Capítulo 3 (pág. 67) foram parcialmente aplicados na área de estudo.

Para minimizar o atraso foi realizada uma adaptação na avaliação da percepção dos membros do Conselho da APA Floresta Manaós de questionário presencial para remoto entre julho e agosto de 2020. Este tipo de aplicação de questionário permite maior alcance de pessoas, embora somente alfabetizados consigam preencher as respostas. Além desta restrição, as dúvidas

que surgem durante o preenchimento não podem ser esclarecidas, por isso que a linguagem deve ser clara e objetiva. Por ser um questionário que não necessita de pesquisador presente, sua extensão pode causar desmotivação no preenchimento, ainda que seja indicado tempo gasto no preenchimento. O preenchimento próprio pode conter erros ou falta de informação nas respostas, o que pode dificultar a interpretação das respostas. Ainda com as dificuldades atreladas, as respostas obtidas podem ser comparadas com a avaliação de percepção da comunidade. O método de aplicação de questionário remoto não foi realizado com os indivíduos da comunidade, pois nem todos tem acesso à *internet* e podem não compreender as perguntas, comprometendo as respostas e o alcance da pesquisa.

A avaliação de percepção dos indivíduos da comunidade foi realizada por questionário em formato presencial em maio de 2022, evidenciando o atraso do cronograma comparado ao questionário *online*. Observou-se que a aplicação presencial do questionário é vantajosa quanto ao esclarecimento de dúvidas ao longo da entrevista, quanto à inclusão de pessoas de qualquer nível de escolaridade e na interpretação das respostas registradas, tendo em vista que os questionários foram aplicados pela mesma pessoa. Ainda assim, as entrevistas foram gravadas em formato de áudio para qualquer dúvida posterior ser esclarecida. Quanto às limitações deste tipo de aplicação, tem-se que não é possível alcançar todas as pessoas por questões de tempo e recursos, por isso necessita-se de uma amostra da população. Reconhece-se que a amostragem utilizada possui limitações e que o envolvimento das partes interessadas deve ser mantido. Para fortalecer esse processo, ao final das entrevistas os participantes podiam fornecer contato para receber os resultados obtidos e para participar de etapas futuras como a fase de implementação das medidas.

A primeira etapa da ferramenta sobre a definição da Aliança de Aprendizagem foi importante para identificar os requisitos para autorização da pesquisa tanto por ser conduzida em uma UC como por envolver seres humanos, além de estabelecer parcerias para o desenvolvimento da pesquisa. Quanto à amostra dos indivíduos da comunidade, percebeu-se que a distribuição espacial das entrevistas afeta os resultados obtidos na construção da visão, devendo ser considerada a localização dos entrevistados também em relação ao nível dos cursos d'água. Um exemplo prático desta interferência foi que embora um dos principais benefícios das medidas de IVA ser o controle de enchentes, percebe-se que este tema possui o menor peso para os participantes, pois apenas 27,8% dos participantes relataram ocorrer alagamentos perto de seu domicílio.

Com relação à visão dos participantes, para avaliar o potencial das medidas não estruturais foi perguntado aos indivíduos da comunidade sobre o interesse de implementar as medidas de IVA no lote, caso houvesse algum incentivo do município (redução de impostos, por exemplo), resultando no interesse de 83.3%, os demais não tinham interesse (11.1%) ou preferiram não responder (5.6%). Quanto às medidas de IVA em escala de vizinhança e de bacia, 77.8% dos indivíduos da comunidade demonstraram interesse em ser voluntário na implementação

e 72.2% com interesse em ser voluntário na manutenção das medidas de IVA. Apenas 22.2% não demonstraram interesse em ser voluntário na implementação ou manutenção das medidas de IVA. Estes resultados sobre o interesse em ser voluntário na manutenção das medidas de IVA mostram-se muito positivos quando comparados com os resultados obtidos por Lamond e Everett (2019) que obtiveram uma média de 17% (*Nothern Ireland*) e de 23% (*England*), com maior nível de interesse (35% - *Nothern Ireland*) para os indivíduos que praticavam exercícios recreacionais próximo ao rio renaturalizado. Como a diferença é mais que o dobro, deve-se reavaliar este interesse no voluntariado após a implementação das medidas de IVA na área de estudo.

A definição de um indicador de sustentabilidade para cada tema apresentado aos indivíduos da comunidade partiu de uma análise técnica realizada pelos facilitadores da pesquisa. Embora seja recomendado que o Corpo Técnico defina os indicadores de sustentabilidade, devido ao atraso no cronograma os facilitadores foram responsáveis por esta etapa, definindo inclusive o valor previsto para os indicadores e os critérios utilizados nas simulações no modelo *UWU*.

Na etapa de seleção de estratégia, as abordagens de drenagem sustentável surgem como complemento e aprimoramento ao sistema convencional. Assim, a IVA é uma oportunidade de mudança de paradigma, devido ao envolvimento dos usuários, potencializando sua implementação e seus benefícios atrelados (LAWSON et al., 2014; VOSKAMP; VEN, 2015). A seleção de medidas ocorreria em uma Oficina com a comunidade, mas foi adaptada para os levantamentos de campo o que não prejudicou a seleção. Durante as entrevistas não foram realizadas perguntas sobre a capacidade financeira do entrevistado em implementar as medidas selecionadas em seu lote. No entanto, recomenda-se acrescentar esta pergunta ao questionário para identificar se as medidas propostas no lote que necessitam de investimento pessoal têm capacidade de implementação pelos participantes e avaliar o potencial de subsídio da Prefeitura ou Governo.

Os locais potenciais para implementação das medidas de IVA foram identificados a partir da classificação do tipo de uso do solo e confrontada com levantamentos de campo. A previsão destes locais é importante para posteriormente avaliar a eficiência das medidas nas simulações do modelo *UWU*.

Com estas definições foram realizadas as simulações e identificado que as medidas de IVA embora ofereçam benefícios no controle de enchentes, harmonia paisagística e serviços ecossistêmicos, necessitam que os demais sistemas sejam eficientes, pois a ausência de coleta e tratamento de esgoto e o alto índice de perdas na rede de distribuição de água comprometem a eficiência dos GM. Os resultados das simulações de IVA isoladas e integradas ao SAA e SES (Figura 55, pág. 136) evidenciam que a GIAU potencializa a eficiência dos GM.

Após as simulações é necessário retornar os resultados para a comunidade para se ter uma mobilização para a disseminação de informações sobre as medidas e os benefícios e riscos de

cada uma e utilizar um questionário para identificar a aceitabilidade das medidas que obtiveram bons resultados nas simulações.

5.4 Do documento com diretrizes para implementação de medidas de IVA

O documento com diretrizes para implementação de medidas de IVA (APÊNDICE W) foi desenvolvido baseado na aplicação da ferramenta na área de estudo sendo dividido em quatro diretrizes principais: técnicas, de educação ambiental, de avaliação continuada e para elaboração do Plano de Implementação de medidas de IVA. Este documento deve ser entregue às partes interessadas para embasar a discussão e iniciar o processo de implementação das medidas de IVA na área de estudo e que podem ser estendidas às demais áreas urbanas da cidade de Manaus.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nas filosofias da GIAU e da IVA, foi estruturada uma ferramenta de gestão de água no meio urbano para revitalização socioambiental de áreas urbanas. Embora parte da ferramenta, em específico o modelo *UWU*, tenha sido aplicada nas pesquisas de Destro (2016), Cárdenas (2017) e Richter (2020), a inclusão das partes interessadas no processo de tomada de decisão é considerada uma contribuição nova e importante, principalmente por integrar visões da comunidade e de especialistas técnicos. Os procedimentos e técnicas propostos são consequência do amadurecimento das pesquisas realizadas pelo Grupo de Pesquisa Conservação e Salubridade Ambiental do PPGERHA (UFPR), solidificando a aplicação da ferramenta.

O planejamento estratégico e a complexidade estão presentes em toda a estrutura da ferramenta, unindo os aspectos social, técnico, científico e ambiental. O aspecto social por considerar as partes interessadas como integrantes da Aliança de Aprendizagem, presente em todas as etapas da ferramenta. O aspecto técnico por utilizar métodos de delimitação de bacia hidrográfica, análise de dados históricos, construção de cenários, indicadores de sustentabilidade e medidas de IVA. O aspecto científico por buscar métodos aplicados de modo sistemático ao contexto de áreas urbanas. E ambiental pelos serviços ecossistêmicos que as medidas de IVA implementadas proporcionam.

Desse modo, a partir da aplicação da ferramenta envolvendo a Aliança de Aprendizagem de uma área urbana na cidade de Manaus-AM, inserida na BH do Educandos e parcialmente na APA Floresta Manaós, conclui-se que:

a) A percepção das partes interessadas é um fator fundamental nos resultados obtidos nas simulações e consequentemente na implementação das medidas de IVA. Assim, trabalhar com ações de educação ambiental e disseminar o uso das medidas de IVA estimulará a gestão de águas urbanas, aumentará a aceitabilidade da IVA e criará a sensibilidade na seleção de medidas.

b) As medidas de IVA estão sujeitas aos fatores externos, ainda que sejam adaptáveis às mudanças climáticas e à pressão da urbanização. Portanto, demonstra o quanto é urgente a elaboração de estratégias e implementação de medidas sustentáveis para minimizar estes impactos até se alcançar a revitalização socioambiental.

c) Para alinhar a ferramenta aos fatores externos é necessária sensibilidade técnica e matemática. Para isso, o planejamento estratégico e enfoque complexo oferecem uma visão holística que une os sistemas de saneamento e identifica as sinergias, fortalecendo o modelo *UWU* adaptado.

d) A diferença entre a implementação de medidas isoladas e integradas é notória, o que demonstra garantir o básico do saneamento não somente conduzirá à sua universalização, mas também incorporará serviços ecossistêmicos promovidos pela IVA.

Apesar das limitações próprias da pesquisa e as dificuldades de participação social percebidas, considera-se que a ferramenta pode ser aplicada na APA Floresta Manaós e entorno, contribuindo para a gestão desta área. O envolvimento da comunidade e de outras instituições públicas e privadas deve ser incentivado com o intuito de que o plano de implementação resultante seja também representativo das partes interessadas. Portanto, vislumbram-se desdobramentos para utilizar instrumentos de auxílio à GIAU, com potencial de justificar a implementação de medidas de IVA em busca de alcançar a revitalização socioambiental de áreas urbanas.

Para dar continuidade à pesquisa, recomenda-se o aprimoramento da ferramenta com a participação das partes interessadas, transformando sua estrutura em uma plataforma acessível aos tomadores de decisão. Para avaliar o impacto dos cenários, dos indicadores e das medidas utilizadas sobre os resultados numéricos obtidos, deve-se inserir um índice de sensibilidade dos parâmetros do modelo. Por fim, deve-se buscar formas de avaliar os serviços ecossistêmicos proporcionados pela IVA que potencializam a sua implementação em áreas urbanas.

REFERÊNCIAS

ABNT. *NBR 9648 – Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1986.

ABNT. *NBR 9649 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1986.

ABNT. *NBR 5626 – Instalação predial de água fria*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1998.

AKAN, A. O.; HOUGHTALEN, R. J. *Urban hydrology, hydraulics, and stormwater quality: engineering applications and computer modeling*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2003.

ALEM SOBRINHO, P.; TSUTIYA, M. T. *Coleta e transporte de esgoto sanitário*. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.

ALENCAR, J. C.; PORTO do M. F. A. Proposal of blue and green infrastructure for the Jaguaré stream watershed, São Paulo, Brazil. *Ecosystem services*, v. 90, p. 130–135, 2019.

ALENCAR, J. C. de; PORTO, M. F. do A. Recuperação de córregos urbanos: A importância da gestão participativa. *Anais do XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste*, p. 1–20, 2012.

ALENCAR, J. C. de; RIZZI, D.; PEREIRA, L.; VASCONCELOS, I. G. D.; PEDUTO, T. de A. G.; TRINDADE, L. M.; BECKER, V. C. S.; MADUREIRA, R. G. Proposta de infraestrutura verde e azul para uma bacia urbana em São Paulo para redução de picos de cheia. *Anais do IV Simpósio de Sistemas Sustentáveis*, p. 1–10, 2018.

ALENCAR, J. C. de; RIZZI, D.; PEREIRA, L.; DIÓGENES, I. G.; PEDUTO, T. de A. G.; TRINDADE, L. M.; BECKER, V. C. S.; SOUZA, M. H. de; MADUREIRA, R. G. Blue and green infrastructure proposal for an urban watershed in São Paulo to peak flow reduction. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 23, p. 12, 2019.

AMAZONAS. *Plano de Comunicação Social — PCS*. Manaus: PROSAMIM, 2011.

AMAZONAS. *Mapa da área urbana da cidade de Manaus*. Amazonas, 2020. Escala 1:23.000.

ANA. *Atlas Esgotos: Despoluição de bacias hidrográficas - Sistema existente*. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2016.

ANA. *Atlas Águas: Manaus - AM*. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2021.

AST, J. A. van; GERRITS, L. Public participation, experts and expert knowledge in water management in the Netherlands. *Water Policy*, v. 19, p. 115–127, 2017.

ATELIER GROEN BLAUW. *Urban Green Blue Grids for Resilient Cities*. 2020. Disponível em: <https://www.urbangreenbluegrids.com/>.

AZEVEDO NETTO, M. F. y. F. *Manual de hidráulica*. 9. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2015.

BAHRI, A. *Integrated Urban Water Management*. Suécia: TEC Background Papers, 2012. 85 p.

BAPTISTA, M. N.; CAMPOS, D. C. de. *Metodologias de pesquisa em ciências: análises quantitativa e qualitativa*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2010.

BATTEMARCO, B. P.; TARDIN-COELHO, R.; VERÓL, A. P.; SOUSA, M. M. de; FONTOURA, C. V. T. da; FIGUEIREDO-CUNHA, J.; BARBEDO, J. M. R.; MIGUEZ, M. G. Water dynamics and blue-green infrastructure (BGI): Towards risk management and strategic spatial planning guidelines. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier, v. 333, p. 129993, 2022.

BATTEMARCO, B. P.; VERÓL, A. P.; MIGUEZ, M. G. Methodological framework for quantitative assessment of urban development projects considering flood risks and city responses. *Urban Water Journal*, Taylor & Francis, p. 1–18, 2022.

BAZZARELLA, B. B. *Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações*. 165 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) — Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

BEGIN. *Blue Green Infrastructures through Social Innovation*. 2020. Disponível em: <https://northsearegion.eu/begin>.

BEHZADIAN, K.; KAPELAN, Z. Modelling metabolism based performance of an urban water system using WaterMet2. *Resources, Conservation and Recycling*, Elsevier, v. 99, p. 84–99, 2015.

BELOQUI, A. I. A. *Combining Green-Blue-Grey Infrastructure for Flood Mitigation and Enhancement of Co-Benefits*. Leiden, the Netherlands: CRC Press, 2020.

BENETTI, A. B. *Método para concepção de soluções de saneamento integrado para revalorização de áreas fragilizadas*. 375 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

BERRY, M. M. Thinking like a city: Grounding social-ecological resilience in an urban land ethic. *Idaho L. Rev.*, HeinOnline, v. 50, p. 117–152, 2014.

BERTALANFFY, L. von. *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. New York: George Braziller, 1968.

BETIOL, V. de M. Sistemas, complexidade, e os sistemas ambientais na prática, no Brasil. *Revista Geonorte*, v. 3, n. 4, p. 91–101, 2012.

BGD. *Blue Green Dream*. 2020. Disponível em: <http://bgd.org.uk/>.

BHATTARAI, S.; PANT, B.; TIMALSINA, N. Conservation without participation: Detrimental effects of escaping people's participation in protected area management in Nepal. In: *Protected Areas: Policies, Management, and Future Directions*. New York: Nova Science Publishers, 2017.

BITTENCOURT, M. M.; AMADIO, S. A. Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus. *Acta Amazonica*, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, v. 37, n. 2, p. 303–308, 2007.

BLUE-GREEN CITIES. *Blue-Green Cities Research Project*. 2020. Disponível em: <http://www.bluegreencities.ac.uk/>.

BLUE GREEN CITY. *Blue and Green Infrastructure for Sustainable Cities*. 2020. Disponível em: <https://www.interregeurope.eu/BlueGreenCity/>.

BOCKSTAEL, E.; BAHIA, N. C. F.; SEIXAS, C. S.; BERKES, F. Participation in protected area management planning in coastal Brazil. *Environmental Science and Policy*, v. 60, p. 1–10, 2016.

BORGSTRÖM, S.; ANDERSSON, E.; BJÖRKLUND, T. Retaining multi-functionality in a rapidly changing urban landscape: insights from a participatory, resilience thinking process in Stockholm, Sweden. *Ecology and Society*, v. 26, n. 4, 2021.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 1988.

BRASIL. Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2000.

BRASIL. *Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água: Documento Técnico de apoio: DTA A2*. Brasília: PNCDA, 2003.

BRASIL. Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2007.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, dentre outras alterações. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2020.

BRASIL. *Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2019*. Brasília: SNS/MDR, 2020.

BRASIL. *Diagnóstico Temático Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas: Visão Geral – ano de referência 2020*. Brasília: SNS/MDR, 2021.

BRASIL. *Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgotos: Visão Geral – ano de referência 2020 Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 26º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2020*. Brasília: SNS/MDR, 2021.

BRASIL. *Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Panorama do Saneamento Básico no Brasil 2021*. Brasília: SNS/MDR, 2021.

BRASIL, P. E. do. *Gestão Ambiental*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

BREARS, R. C. *Blue and Green Cities: The Role of Blue-Green Infrastructure in Managing Urban Water Resources*. New Zealand: Palgrave Macmillan, 2018. 318 p.

BROMBACH, H.; WEISS, G.; FUCHS, S. A new database on urban runoff pollution: comparison of separate and combined sewer systems. *Water Science and Technology*, v. 51, n. 2, p. 119–128, 2005.

BRUGGEMAN, W.; DAMMERS, E.; BORN, G. van den; RIJKEN, B.; BEMMEL, B. van; NABIELEK, A. B. en K.; BEERSMA, J.; HURK, B. van den; POLMAN, N.; LINDERHOF, V.; FOLMER, C.; HUIZINGA, F.; HOMMES, S.; LINDE, A. te. *Deltascenario's voor 2050 en 2100: nadere uitwerking 2012-2013*. Delft, 2013.

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

CÁRDENAS, E. F. S. *Avaliação dos sistemas urbanos de drenagem sustentável mediante o modelo Urban Water Use (UWU) em área urbana da cidade de Curitiba*. 112 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

CIDREIRA-NETO, I. R. G.; RODRIGUES, G. G. Relação homem-natureza e os limites para o desenvolvimento sustentável. *Revista de Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais*, v. 6, n. 2, p. 142–156, 2017.

COMPESA. *Diretrizes Gerais para Elaboração dos Projetos de Ramal Condominial de Esgoto*. Recife: Companhia Pernambucana de Saneamento, 2020.

CORRÊA, F. A gestão do conhecimento holística: delineamento teórico conceitual. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 24, n. 1, p. 122–146, 2019.

CRUIJSEN, A. *Design opportunities for flash flood reduction by improving the quality of the living environment: A Hoboken City case study of environmental driven urban water management*. 143 p. Dissertação (MSc. Water Resources Management) — Delft University of Technology, Delft, The Netherlands, Feb 2015.

DAEE. *Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas*. São Paulo: DAAE - Departamento De águas E Energia Elétrica, 2005.

DERKZEN, M. L.; TEEFFELEN, A. J. V.; VERBURG, P. H. Green infrastructure for urban climate adaptation: How do residents' views on climate impacts and green infrastructure shape adaptation preferences? *Landscape and Urban Planning*, Elsevier, v. 157, p. 106–130, 2017.

DESTRO, C. A. M. *The urban water use model as a tool to support the evaluation of sustainable drainage measures in Brazilian cities*. 154 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

DOETZER, B. H. W.; DALTO, F. A. S.; LIMA, J. E. S.; LARSEN, D.; AISSE, M. M.; LOPES, E. B. Metodologias participativas aplicadas na bacia do rio verde. In: *Eutrofização em reservatórios: gestão preventiva - Estudo interdisciplinar na Bacia do Rio Verde, PR*. Curitiba: Editora UFPR, 2011. p. 341–353.

DREISEITL, H.; WANSCHURA, B. *Strengthening Blue-Green Infrastructure in our cities: enhancing blue-green infrastructure & social performance in high density urban environment*. [S.l.]: Ramboll, 2016.

DREYER, A. L. R. *Infraestrutura urbana da Trama Verde e Azul (TVA) aplicada ao caso do Campus do Vale da UFRGS*. 275 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

EUROPE, U. *Green Blue Cities*. 2020. Disponível em: <https://jpi-urbaneurope.eu/project/green-blue-cities/>.

FARIAS, A. R.; MINGOTI, R.; VALLE, L. B. do; SPADOTTO, C. A.; FILHO, E. L. *Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil*. Campinas: EMBRAPA, 2017.

FERNANDES, C. Y. *Inserção de trama verde e azul em ocupações urbanas consolidadas orientada pela participação social*. 116 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

FERNANDES, C. Y.; ELEUTÉRIO, J.; SILVA, T.; NASCIMENTO, N. de O. Inserção de uma Trama Verde e Azul em áreas urbanas consolidadas: proposta metodológica para a validação social. *XI Encontro Nacional de Águas Urbanas*, p. 1–6, 2017.

FERNANDES, C. Y.; ELEUTÉRIO, J. C.; NASCIMENTO, N. de O. Implementation of green blue infrastructure in builtup urban areas guided by social participation. *Novatech 2019*, p. 1–4, 2019.

FERRAZZO, D.; CAVALLINI, V.; GUADAGNIN, M. R.; NUNES, L.; SOUZA, V. d. O. d.; MACHADO ALESSANDRA SILVA, E. A. d.; CADORIN, S. B. Política pública de resíduos sólidos: um relato sobre o desenvolvimento institucional da matéria no município de Criciúma–SC. In: *Planejamento e gestão territorial [recurso eletrônico] : a sustentabilidade dos ecossistemas urbanos / Nilzo Ivo Ladwig, Hugo Schwalm, organizadores*. Criciúma, SC: EDIUNESC, 2018.

FIGUEIREDO, I. C. S. *Tratamento de esgoto na zona rural: diagnóstico participativo e aplicação de tecnologias alternativas*. 315 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019.

FLETCHER, T. D.; SHUSTER, W.; HUNT, W. F.; ASHLEY, R.; BUTLER, D.; ARTHUR, S.; TROWSDALE, S.; BARRAUD, S.; SEMADENI-DAVIES, A.; BERTRAND-KRAJEWSKI, J.-L.; MIKKELSEN, P. S.; RIVARD, G.; UHL, M.; DAGENAIS, D.; VIKLANDER, M. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, Taylor & Francis, v. 12, n. 7, p. 525–542, 2015.

FLICK, U. *Qualidade na pesquisa qualitativa*. Porto Alegre: Artmed, 2009. Tradução Roberto Cataldo da Silva; consultoria, supervisão e revisão técnica desta edição Dirceu da Silva.

FREITAS, C. M. de; ROCHA, V.; ALPINO, T. de M. A.; NOAL, D. da S.; OLIVEIRA, S. S. *Gestão Local de Desastres Naturais para a Atenção Básica*. São Paulo: UNASUS UNIFESP, 2016.

GHOFRANI, Z.; SPOSITO, V.; FAGGIAN, R. Designing resilient regions by applying blue-green infrastructure concepts. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, WIT Press, v. 204, p. 493–505, 2016.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2017.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOMES, M. V. R.; BATTEMARCO, B. P.; GUIMARÃES, L. F.; OLIVEIRA, A. K. B. d.; RUTIGLIANI, V. d. A.; CABRAL, F. M.; BEZERRA, R. d. O. P.; LOURENÇO, I. B.; REZENDE, O. M.; MAGALHÃES, P. C. d. et al. The use of blue-green infrastructure as a multifunctional approach to watersheds with socio-environmental vulnerability. *Blue-Green Systems*, IWA Publishing, v. 3, n. 1, p. 281–297, 2021.

GRABS. *Green and Blue Space Adaptation for Urban Areas and Eco Towns*. 2020. Disponível em: <http://www.ppgis.manchester.ac.uk/grabs/>.

GRANCERI, M.; NASCIMENTO, N.; ELEUTÉRIO, J. Green and Blue Infrastructures in big cities. The "Trama Verde e Azul" tool in the metropolitan planning of Belo Horizonte. *Urbanistica Informazioni*, p. 80–83, 2015.

GRANCERI, M.; VINÇON-LEITE, B.; GOUVELLO, B. D.; MOURA, H.; SILVA, T.; NASCIMENTO, N. Sustainable management of water resources in metropolitan areas. In: *Proceedings of Water, Megacities and Global Change Conference, Paris*. Paris: NOVATECH, 2015.

GUIMARÃES, L.; TEIXEIRA, F.; PEREIRA, J.; BECKER, B.; OLIVEIRA, A.; LIMA, A.; VERÓL, A.; MIGUEZ, M. The challenges of urban river restoration and the proposition of a framework towards river restoration goals. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier, v. 316, p. 128330, 2021.

HOWE, C. A.; BUTTERWORTH, J.; SMOUT, I.; DUFFY, A.; VAIRAVAMOORHTY, K. *Sustainable Water Management in the City of the Future: findings from the SWITCH Project 2006-2011*. Delft, The Netherlands: UNESCO-IHE, 2011.

HOYER, J.; DICKHAUT, W.; KRONAWITTER, L.; WEBER, B. *Water sensitive urban design: principles and inspiration for sustainable stormwater management in the city of the future*. Hamburg: Jovis Berlin, 2011.

IBGE. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2000.

IBGE. *Censo 2010*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010.

IBGE. *Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil: uma primeira aproximação*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017.

IKEDA, E. B. *São Paulo-Paris, metrópoles fluviais. Ensaio de projeto de arquitetura das orlas do canal Pinheiros inferior, córrego Jaguaré e córrego Água Podre*. 316 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

INMET. *Dados climatológicos – Manaus (2002 a 2021)*. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, 2022.

KAPETAS, L.; FENNER, R. Integrating blue-green and grey infrastructure through an adaptation pathways approach to surface water flooding. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, The Royal Society Publishing, v. 378, n. 2168, p. 20190204, 2020.

KERZNER, H. *Gerenciamento de projetos: uma abordagem sistêmica para planejamento, programação e controle*. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2013.

LAMOND, J.; EVERETT, G. Sustainable blue-green infrastructure: A social practice approach to understanding community preferences and stewardship. *Landscape and Urban Planning*, Elsevier, v. 191, p. 103639, 2019.

LAWSON, E.; THORNE, C.; AHILAN, S.; ALLEN, D.; ARTHUR, S.; EVERETT, G.; FENNER, R.; GLENIS, V.; GUAN, D.; HOANG, L. et al. Delivering and evaluating the multiple flood risk benefits in blue-green cities: An interdisciplinary approach. *Flood recovery, innovation and response IV*, WIT Press Poznan, v. 184, p. 113–124, 2014.

LEMOS, L. S. M. *Áreas de risco nas bacias hidrográficas urbanizadas de Manaus*. 262 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) — Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

LOGE, P. L. *Estudo de caso para implantação de trama verde-azul na sub-bacia hidrográfica do Arroio Cascata, Porto-Alegre, RS, Brasil*. 148 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

LÜTHI, C.; MCCONVILLE, J.; KVARNSTRÖM, E. Community-based approaches for addressing the urban sanitation challenges. *International Journal of Urban Sustainable Development*, Taylor & Francis, v. 1, n. 1-2, p. 49–63, 2010.

MACENA, L. S. S. de; COSTA, R. C. A cidade como espaço do risco: estudo em bacias hidrográficas de Manaus, Amazonas–BR. *Revista Geonorte*, v. 3, n. 4, p. 318–330, 2012.

MADRID, F. J. P. y L.; FIGUEIREDO, I. C. S.; FERRÃO, A. M. de A.; TONETTI, A. L. Metodologia de desenvolvimento eco-sistêmico aplicado ao paradigma do saneamento descentralizado. *Revista Monografias Ambientais*, v. 14, n. 1, p. 101–105, 2015.

MAGALHÃES, R. C. *As características físicas, químicas, mineralógicas e hidráulicas do solo e sua susceptibilidade ao processo de terras caídas: Comunidade do Divino Espírito Santo Iranduba/AM*. 135 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) — Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011.

MAIDMENT, D. R. *Handbook of hydrology*. New York: McGraw-Hill, 1993.

MALEKPOUR, S.; HAAN, F. J. de; BROWN, R. R. A methodology to enable exploratory thinking in strategic planning. *Technological Forecasting and Social Change*, Elsevier, v. 105, p. 192–202, 2016.

MALINOWSKI, A. *Aplicação de metodologia para a estruturação de diretrizes para o planejamento do reuso de água no meio urbano*. 221 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MANAUS. Lei nº 605, de 24 de julho de 2001. Institui o Código Ambiental do município de Manaus e dá outras providências. *Diário Oficial [do] município de Manaus*, Manaus, AM, 2001.

MANAUS. Resolução nº 100, de 17 de outubro de 2006. *Diário Oficial [do] município de Manaus*, Manaus, AM, p. 7, 2006.

MANAUS. Lei nº 1.401, de 14 de janeiro de 2010. DISPÕE sobre a criação e a divisão dos bairros da cidade de Manaus, com estabelecimento de novos limites, e dá outras providências. *Diário Oficial [do] município de Manaus*, Manaus, AM, p. 1–7, 2010.

MANAUS. *Plano Diretor de Drenagem Urbana*. Manaus: PMM, 2011.

MANAUS. Decreto Nº 1.503, de 27 de março de 2012. CRIA a Área de Proteção Ambiental UFAM, INPA, ULBRA, Elisa Miranda, Lagoa do Japiim e Acariquara e dá outras providências. *Diário Oficial [do] município de Manaus*, p. 7, 2012.

MANAUS. Portaria Nº 28/2013 de 09 de abril de 2013 – SEMMAS . *Diário Oficial [do] município de Manaus*, Manaus, AM, 2013.

MANAUS. Lei Nº 2, de 16 de janeiro de 2014. DISPÕE sobre o Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus e dá outras providências. *Diário Oficial [do] município de Manaus*, Manaus, AM, 2014.

MANAUS. *Plano Municipal de Saneamento Básico: Sistema de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário*. Manaus: PMM, 2014.

MANAUS. Portaria Nº 50/2015 de 15 de junho de 2015 – SEMMAS . *Diário Oficial [do] município de Manaus*, Manaus, AM, 2015.

MANAUS. Portaria Nº 91/2017 de 13 de novembro de 2017 – SEMMAS . *Diário Oficial [do] município de Manaus*, Manaus, AM, 2017.

MANAUS. Decreto nº 4.515, de 26 de julho de 2019. ALTERA o nome da Área de Proteção Ambiental UFAM, INPA, ULBRA, Elisa Miranda, Lagoa do Japiim e Acariquara, criada pelo Decreto Nº 1.503, de 27 de março de 2012 e dá outras providências. *Diário Oficial [do] município de Manaus*, Manaus, AM, p. 1, 2019.

MARQUES, T. H. N. O potencial das avenidas de fundo de vale para receber a infraestrutura verde-azul. *Revista LABVERDE*, v. 8, n. 2, p. 39–57, 2017.

MARQUES, T. H. N.; FRANCO, M. de A. R. Avenidas: espaços abertos para a infraestrutura verde-azul. *Anais do II Simpósio de Revitalização de Rios Urbanos*, p. 222–228, 2017.

MARQUES, T. H. N.; RIZZI, D.; PELLEGRINO, P. R. M.; MOURA, N. C. B. de. De canais de drenagem a paisagens multifuncionais: Uma nova geração de parques lineares para São Paulo. *Anais do II Simpósio de Revitalização de Rios Urbanos*, p. 180–186, 2017.

MASKREY, S. A.; MOUNT, N. J.; THORNE, C. R.; DRYDEN, I. Participatory modelling for stakeholder involvement in the development of flood risk management intervention options. *Environmental modelling & software*, Elsevier, v. 82, p. 275–294, 2016.

MELO, J. C. *Sistema Condominial: uma resposta ao desafio da universalização do saneamento*. Brasília: Gráfica Qualidade, 2008.

MINAYO, M. C. de S.; DESLANDES, S. F.; GOMES, R. *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Plano Nacional de Recursos Hídricos: iniciando um processo de debate nacional.* Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos – SRH, 2003.

MITCHELL, V. G. Applying integrated urban water management concepts: a review of Australian experience. *Environmental Management*, Springer, v. 37, n. 5, p. 589–605, 2006.

MONTEIRO, M.; BRAGA, E. Análise da Equação IDF de Manaus. *Anais do Seminário Internacional em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia*, 2018.

MORIN, E. *Introdução ao pensamento complexo*. 5. ed. Porto Alegre: Sulina, 2015. Tradução do Francês por Eliane Lisboa.

NASCIMENTO, N.; ELEUTÉRIO, J.; COSTA, H.; VINÇON-LEITE, B.; MOURÃO, A.; FARIA, D.; MONTE-MOR, R. Sustainable urban development through a blue and green network approach focusing the protection of water resources: the case of the Belo Horizonte Metropolitan Region, in Brazil. *International Journal of Water*, Inderscience Publishers (IEL), v. 13, n. 4, p. 311–332, 2019.

NASCIMENTO, N.; VINÇON-LEITE, B.; GOUVELLO, B. D.; GUTIERREZ, L.; GRANCERI, M.; SILVA, T.; COSTA, H. Green blue infrastructure at metropolitan scale: a water sustainability approach in the Metropolitan Region of Belo Horizonte, Brazil. *Novatech 2016*, p. 1–5, 2016.

NIEUWENHUIS, E.; CUPPEN, E.; LANGEVELD, J.; BRUIJN, H. de. Towards the integrated management of urban water systems: Conceptualizing integration and its uncertainties. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier, v. 280, p. 124977, 2021.

NUVOLARI, A. *Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola*. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2011.

O'DONNELL, E.; THORNE, C.; AHILAN, S.; ARTHUR, S.; BIRKINSHAW, S.; BUTLER, D.; DAWSON, D.; EVERETT, G.; FENNER, R.; GLENIS, V. et al. The blue-green path to urban flood resilience. *Blue-Green Systems*, IWA Publishing, v. 2, n. 1, p. 28–45, 2020.

OLIVEIRA, A. M.; COSTA, H. S. de M. A trama verde e azul no planejamento territorial: aproximações e distanciamentos. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, SciELO Brasil, v. 20, n. 3, p. 538–555, 2018.

OLIVEIRA, F. A. de. *Entre o sentir e o agir: a cidadania ambiental na APA Floresta Manaós*. 307 p. Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) — Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.

OLIVEIRA, M. F. de; BRAGA, E. M. Estudo do coeficiente de run-off no processo de urbanização, trecho localizado no bairro de Flores, município de Manaus. *Anais do Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC´2018*, p. 1–5, 2018.

ONU. *World population prospects: the 2018 revision*. Organização da Nações Unidas, 2020. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/>.

O'DONNELL, E. C.; LAMOND, J. E.; THORNE, C. R. Recognising barriers to implementation of blue-green infrastructure: a Newcastle case study. *Urban Water Journal*, Taylor & Francis, v. 14, n. 9, p. 964–971, 2017.

PEÑA-GUZMÁN, C. A.; MELGAREJO, J.; PRATS, D.; TORRES, A.; MARTÍNEZ, S. Urban water cycle simulation/management models: A review. *Water*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 9, n. 4, p. 285, 2017.

PERKS, J. *Adaptation strategies for European cities*. Didcot: EC–Directorate General for Climate Action, 2013.

PHILLIP, R.; ANTON, B.; STEEN, P. van der. *Kit de Treinamento SWITCH: gestão integrada das águas na cidade do futuro. Módulo 1 – Planejamento estratégico: Preparando-se para o futuro*. 1. ed. São Paulo: ICLEI Brasil, 2011. 54 p.

PHILLIP, R.; SALIAN, P. *Kit de Treinamento SWITCH: gestão integrada das águas na cidade do futuro. Módulo 6 – Auxílio à decisão: Escolhendo um caminho sustentável*. 1. ed. São Paulo: ICLEI Brasil, 2011. 48 p.

PINKHAM, R. 21st century water systems: scenarios, visions, and drivers. *Rocky Mountain Inst., Snowmass, Colo*, 1999.

PNUD. *Atlas do desenvolvimento humano no Brasil*. 2020. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/manaus_am>.

PORTO DE MANAUS. *Níveis máximo e mínimo do rio Negro*. 2022. Disponível em: <https://www.portodemanaus.com.br/?pagina=niveis-maximo-minimo-do-rio-negro>.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS. *Áreas Protegidas*. 2020. Disponível em: <http://semmas.manaus.am.gov.br/areas-protegidas/>.

REZENDE, M. G. G.; DUARTE, J. C. S.; FRAXE, T. de J. P.; COSTA, M. S. B. da. Protected areas in the amazon: forest management, conflict and social participation. *Acta Scientiarum. Human and Social Sciences*, v. 39, p. 63–70, 2017.

RICHTER, K. *Improving the urban water use model to explore synergies in urban water cycle for sustainable purpose*. 283 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

RICKERT, D. A.; SPIEKER, A. M. *Real-estate lakes*. Washington: US Geological Survey, 1971. v. 4.

RIEKE, G. T. *Parametrização do consumo e impacto das medidas de conservação de água aplicadas em edificações em um sistema de abastecimento de água*. 122 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

ROCHA, J. C. F. da. *Procedimentos metodológicos de intervenção para caracterização de comunidades-piloto visando a gestão integrada de reservatórios de hidrelétricas na Amazônia*. 220 p. Dissertação (Engenharia de Recursos da Amazônia) — Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

ROGERS, B.; BERTRAM, N.; GERSONIUS, B.; GUNN, A.; LÖWE, R.; MURPHY, C.; PASMAN, R.; RADHAKRISHNAN, M.; URICH, C.; WONG, T. et al. An interdisciplinary and catchment approach to enhancing urban flood resilience: a Melbourne case. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, The Royal Society Publishing, v. 378, n. 2168, p. 20190201, 2020.

ROSA, D. W.; NASCIMENTO, N. O.; MOURA, P. M.; MACEDO, G. D. Assessment of the hydrological response of an urban watershed to rainfall-runoff events in different land use scenarios – Belo Horizonte, MG, Brazil. *Water Science and Technology*, IWA Publishing, v. 81, n. 4, p. 679–693, 2020.

ROZOS, E.; MAKROPOULOS, C.; MAKSIMOVIĆ, Č. Rethinking urban areas: an example of an integrated blue-green approach. *Water Science and Technology: Water Supply*, IWA Publishing, v. 13, n. 6, p. 1534–1542, 2013.

RUANGPAN, L.; VOJINOVIC, Z.; SABATINO, S. D.; LEO, L. S.; CAPOBIANCO, V.; OEN, A. M.; MCCLAIN, M.; LOPEZ-GUNN, E. Nature-based solutions for hydro-meteorological risk reduction: a state-of-the-art review of the research area. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, v. 20, n. 1, p. 243–270, 2020. Disponível em: <https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/20/243/2020/>.

SANTOS, D. C. dos. *Saneamento para a gestão integrada das águas urbanas*. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

SANTOS, D. C. dos; BENETTI, A. Application of the urban water use model for urban water use management purposes. *Water Science and Technology*, IWA Publishing, v. 70, n. 3, p. 407–413, 2014.

SANTOS, D. C. dos; STEEN, P. van der. *Understanding the* IUWM *Principles: An Activity Based on Role Play Approach (for Facilitator and Specialists)*. Curitiba: UFPR, 2011. 66 p.

SANTOS, M. F. N.; REIS, M. R. M.; PAIVA, S. B.; GONÇALVES, L. M.; BARBASSA, A. P. Descentralizando o manejo das águas pluviais: como promover a participação da comunidade? *Anais do 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*, Maceió, 2016.

SANTOS, R. F. dos. *Planejamento Ambiental: teoria e prática*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SHAW, R.; COLLEY, M.; CONNELL, R. *Climate change adaptation by design: a guide for sustainable communities*. London: Town and Country Planning Association, 2007.

SILVA, J. C. d. A. da; PORTO, M. F. d. A. Urban Brazilian watersheds: when to opt for restoration, revitalisation or recovery. In: THOMAS TELFORD LTD. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Water Management*. [S.l.], 2021. v. 174, n. 2, p. 70–83.

SILVA, Z. L. da. *"Verão e inverno amazônico": perspectiva meteorológica e a percepção dos moradores do município de Manaus/AM*. 145 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) — Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2022.

SOARES, S. R. A.; BERNARDES, R. S.; CORDEIRO NETTO, O. de M. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. *Cadernos de Saúde Pública*, SciELO Public Health, v. 18, p. 1713–1724, 2002.

SÖRENSEN, J.; EMILSSON, T. Evaluating flood risk reduction by urban blue-green infrastructure using insurance data. *Journal of Water Resources Planning and Management*, American Society of Civil Engineers, v. 145, n. 2, p. 04018099, 2019.

SÖRENSEN, J.; PERSSON, A. S.; OLSSON, J. A. A data management framework for strategic urban planning using blue-green infrastructure. *Journal of Environmental Management*, Elsevier, v. 299, p. 113658, 2021.

SOUSA, N. O. de M.; SANTOS, F. R. P. dos; SALGADO, M. A. de S.; ARAÚJO, F. F. S. Dez anos de história: Avanços e desafios do sistema nacional de unidades de conservação da natureza. In: *Dez Anos de História: Avanços e Desafios do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza*. Brasília: MMA, 2011. p. 7–19.

STEEN, P. van der; HOWE, C. Managing water in the city of the future; strategic planning and science. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, Springer, v. 8, n. 2, p. 115–120, 2009.

STRAPASSON, D. C. *Adapted structured decision making instrument for selecting wastewater treatment systems*. 181 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

SUDERHSA. *Manual de drenagem urbana da região metropolitana de Curitiba*. Curitiba: Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, 2002.

TORO, J. B.; WERNECK, N. M. D. F. *Mobilização social: um modo de construir a democracia e a participação*. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

TOURBIER, J. T.; WESTMACOTT, R. N. *Stormwater Management Alternatives*. Washington: University of Delaware, Water Resources Center, 1980.

TOURBIER, J. T.; WESTMACOTT, R. N. *Manual of urban rivers rehabilitation techniques*. Alemanha, 2005.

TRIOLA, M. F. *Introdução à estatística*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. Tradução Vera Regina Lima de Farias e Flores, revisão técnica Ana Maria Lima de Farias.

TSUTIYA, M. T. *Abastecimento de água*. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2014.

TUAN, Y.-F. *Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente*. São Paulo: DIFEL, 1980.

TUCCI, C. E. M. Urban waters. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, p. 97–112, 2008.

URBAN FLOOD RESILIENCE. *Urban Flood Resilience Research Project*. 2020. Disponível em: <http://www.urbanfloodresilience.ac.uk/>.

VEN, F. H. van de; SNEP, R. P.; KOOLE, S.; BROLSMA, R.; BRUGGE, R. van der; SPIJKER, J.; VERGROESEN, T. Adaptation planning support toolbox: Measurable performance information based tools for co-creation of resilient, ecosystem-based urban plans with urban designers, decision-makers and stakeholders. *Environmental Science and Policy*, Elsevier, v. 66, p. 427–436, 2016.

VERHAGEN, J.; JOHN, B. Learning alliances for integrated and sustainable innovations in urban water management. *Waterlines*, v. 27, 04 2008.

VERSINI, P.-A.; KOTELNIKOVA, N.; POULHES, A.; TCHIGUIRINSKAIA, I.; SCHERTZER, D.; LEURENT, F. A distributed modelling approach to assess the use of blue and green infrastructures to fulfil stormwater management requirements. *Landscape and Urban Planning*, Elsevier, v. 173, p. 60–63, 2018.

VLEESCHAUWER, K. D.; WEUSTENRAAD, J.; NOLF, C.; WOLFS, V.; MEULDER, B. D.; SHANNON, K.; WILLEMS, P. Green-blue water in the city: quantification of impact of source control versus end-of-pipe solutions on sewer and river floods. *Water Science and Technology*, IWA Publishing, v. 70, n. 11, p. 1825–1837, 2014.

VON SPERLING, M. *Introdução à Qualidade da Água e ao Tratamento de Esgoto, Princípio do Tratamento Biológico de Águas Residuárias*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

VOSKAMP, I. M.; VEN, F. H. Van de. Planning support system for climate adaptation: Composing effective sets of blue-green measures to reduce urban vulnerability to extreme weather events. *Building and Environment*, Elsevier, v. 83, p. 159–167, 2015.

WORBOYS, G. L.; TRZYNA, T. Managing protected areas. In: *Protected Area Governance and Management*. Canberra: ANU Press, 2015.

WSSCC; EAWAG/SANDEC. *Household-centred environmental sanitation: implementing the Bellagio principles in urban environmental sanitation: provisional guideline for decision-makers*. Duebendorf, Switzerland: Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology (EAWAG), 2005. 46 p.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZARGHAMI, M.; ABRISHAMCHI, A.; ARDAKANIAN, R. Multi-criteria decision making for integrated urban water management. *Water Resources Management*, Springer, v. 22, n. 8, p. 1017–1029, 2008.

ŽUVELA-ALOISE, M.; KOCH, R.; BUCHHOLZ, S.; FRÜH, B. Modelling the potential of green and blue infrastructure to reduce urban heat load in the city of Vienna. *Climatic Change*, Springer, v. 135, n. 3, p. 425–438, 2016.

APÊNDICE A – MATERIAIS E MÉTODOS PARA OS LEVANTAMENTOS DE CAMPO

Neste APÊNDICE são apresentados os materiais e os métodos propostos para os levantamentos de campo.

- **Materiais**

Os materiais propostos para os levantamentos de campo estão apresentados na Tabela 44.

Tabela 44 – Materiais utilizados nos Levantamentos de campo

Tipo	**Quantidade**	**Finalidade**
Questionário impresso	20 unidades	Auxiliar nas entrevistas semiestruturadas
Folheto sobre o projeto	20 unidades	Apresentar o projeto para os comunitários
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	40 unidades	Receber consentimento dos participantes
Mapa ou croqui da comunidade	2 unidades	Auxiliar nas entrevistas
Crachá do projeto	4 unidades	Identificar os pesquisadores
Prancheta	1 unidade	Auxiliar no preenchimento do questionário
Gravador de voz	1 unidade	Gravar a entrevista com o participante
Máquina fotográfica	1 unidade	Realizar registros fotográficos das atividades realizadas e dos elementos observados *in loco*

Fonte: A Autora (2022).

Estimou-se envolver, pelo menos, 17 indivíduos da comunidade durante os levantamentos de campo. Dessa forma, a quantidade dos materiais utilizados nos levantamentos de campo levou-se em consideração os seguintes critérios:

a) 20 unidades do questionário e folheto por se considerar o número de participantes a serem entrevistados, com cópias extras;

b) 40 unidades do TCLE, pois uma cópia deve ficar com a pessoa entrevistada e uma cópia assinada com os pesquisadores;

c) 2 unidades do mapa ou croqui da comunidade para auxiliar nas entrevistas;

d) 4 unidades de crachá de identificação, para que as entrevistas sejam realizadas sempre em dupla;

e) 1 unidade de prancheta, gravador de voz e máquina fotográfica.

- **Métodos**

Deve ser realizado o contato com líderes da comunidade e pessoas-chave para apresentar o projeto e verificar o interesse na colaboração de sua execução. Pode ser utilizado um folheto impresso ou digital com as informações sobre o projeto. Devem ser realizadas entrevistas semiestruturadas e respondidos questionários com os moradores da comunidade, sendo um questionário por domicílio daqueles que se dispuserem a participar e mediante de assinatura do TCLE. Estas técnicas também podem ser utilizadas com os membros do Corpo Técnico, podendo ser de forma presencial ou remota. As entrevistas devem ser gravadas e os participantes deverão ter um código de identificação para preservar sua identidade.

Na comunidade, durante os levantamentos de campo, o projeto deve ser previamente apresentado aos moradores, com auxílio do folheto explicativo, e realizado o convite para a Oficina com a comunidade. Para os membros do Corpo Técnico, deve-se reforçar os objetivos do projeto e agendar uma primeira reunião.

Nos levantamentos de campo, assim como nos demais procedimentos, os pesquisadores deverão estar devidamente identificados com crachá, para ter destaque na comunidade e nas atividades realizadas. A identificação visual é útil para o caso de dúvidas e perguntas das partes interessadas durante as atividades.

APÊNDICE B – MATERIAIS E MÉTODOS PARA A OFICINA COM A COMUNIDADE

Neste APÊNDICE são apresentados os materiais e os métodos propostos para a Oficina com a Comunidade.

- **Materiais**

Antes da Oficina com a comunidade deve ser distribuído um convite, impresso ou digital, que apresente o objetivo da oficina, a data, hora e local. Este convite poderá ser entregue aos moradores da comunidade durante os levantamentos de campo (caso se tenha definido a data) ou com o mínimo de sete dias de antecedência.

Durante a oficina podem ser utilizados os seguintes materiais: lista de frequência, crachá do projeto para os pesquisadores e participantes, folheto sobre o projeto, TCLE, cadastro dos participantes, projetor multimídia ou *banner*, quadro branco ou cavalete, cartilha de medidas IVA, gravador de voz, máquina fotográfica e material para *coffee break*.

Na Tabela 45 estão apresentados os materiais propostos para a oficina dimensionados para 20 pessoas.

Tabela 45 – Materiais utilizados na Oficina com a comunidade

Tipo	**Quantidade**	**Finalidade**
Convite impresso ou digital	20 unidades	Divulgar a Oficina
Lista de Frequência	1 unidade	Registrar a presença dos participantes
Folheto sobre o projeto	20 unidades	Apresentar o projeto para os participantes
Crachá do projeto	25 unidades	Identificar os participantes
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	40 unidades	Receber consentimento dos participantes
Cadastro dos participantes	50 unidades	Cadastrar os interessados como participantes
Projetor multimídia ou *banner*	1 unidade	Auxiliar na apresentação da área de estudos
Quadro branco ou cavalete	1 unidade	Auxiliar nas atividades visuais
Cartilha com medidas	20 unidades	Auxiliar na escolha de medidas
Mapa da comunidade	5 unidades	Auxiliar na escolha de medidas
Gravador de voz	1 unidade	Gravar o áudio da Oficina com a comunidade
Máquina fotográfica	1 unidade	Realizar registros fotográficos da Oficina
Material para *coffee break*	25 pessoas	Promover a socialização entre os participantes

Fonte: A Autora (2022).

Com relação à quantidade dos materiais utilizadas na Oficina com a comunidade levou-se em consideração os seguintes critérios:

a) 20 unidades do convite para a oficina para os participantes das entrevistas;

b) 1 unidade da Lista de Frequência, que contenha espaços para, no mínimo, 50 assinaturas a serem coletadas na chegada dos participantes;

c) 20 unidades do Folheto sobre o projeto e da Cartilha com medidas de Infraestrutura Verde e Azul, a serem distribuídos na chegada dos participantes;

d) 25 unidades do crachá do projeto, a serem entregues na chegada dos participantes, pois espera-se que os pesquisadores e participantes estejam com identificação para facilitar sua interação;

e) 40 unidades do TCLE, pois uma cópia deve ficar com a pessoa entrevistada e uma cópia assinada com os pesquisadores;

f) 50 unidades do Cadastro do participante para coletar informações pessoais e facilitar a comunicação com o mesmo para divulgação de atividades futuras e para apresentação dos resultados da pesquisa;

g) 1 unidade de projetor multimídia ou *banner* com as informações da área de estudo, quadro branco ou cavalete, gravador de voz e máquina fotográfica por ser necessário somente uma unidade de cada um destes itens;

h) 5 unidades do mapa da comunidade para serem trabalhados em cinco grupos na escolha de medidas de IVA. A quantidade de grupos pode variar de acordo com a quantidade de pesquisadores envolvidos na Oficina, pois espera-se que se tenha ao menos um pesquisador para cada grupo, auxiliando os participantes na identificação das medidas e dos espaços da comunidade;

i) Material para *coffee break* para 25 pessoas que são os participantes mais os pesquisadores.

- **Métodos**

A Oficina com a comunidade poderá ser realizada em uma sala dirigida para grandes grupos ou em um espaço amplo da comunidade, com a seguinte programação e métodos:

a) **Recepção dos participantes** — assinatura da lista de frequência, entrega dos crachás (com o intuito de ter uma aproximação entre os participantes que ainda não tenham tido contato anteriormente e uma aproximação entre os pesquisadores e participantes) e entrega do Folheto sobre o projeto e da Cartilha com medidas de IVA;

b) **Definir o grupo de partes interessadas** — nesta oficina devem ser cadastrados os moradores da comunidade e entorno que ainda não fazem parte do grupo de partes interessadas como Indivíduos da comunidade e assinado o TCLE;

c) **Apresentação sobre a ferramenta e a área de estudo** — apresentação visual da ferramenta e das características da área de estudo, com auxílio de projetor multimídia

ou *banner*, contendo informações obtidas tanto por dados secundários quanto por dados primários;

d) **Apresentação das estratégias selecionadas na análise técnica preliminar** — proporcionar a discussão das estratégias e medidas mais adequadas à comunidade, com o auxílio da Cartilha de medidas de IVA;

e) **Construção da visão** — identificar os anseios e expectativas da comunidade para o futuro individual e coletivo, utilizando quadro branco ou cavalete portátil para bloco de papel. Esta atividade requer uma avaliação qualitativa que seja transformada em dados quantitativos para os valores e pesos da visão;

f) ***Coffee break*** — para socialização dos participantes;

g) **Definir os componentes de estratégia** — recomenda-se o método apresentado na Seção 3.3.4 (pág. 82), com auxílio da Cartilha de medidas de IVA e o mapa da comunidade para identificação de onde as medidas podem ser implementadas na área de estudo. Os participantes devem ser separados em até cinco grupos para decidirem os grupos de medidas e deve ser realizada a apresentação das medidas selecionadas por cada grupo e o local de implementação. Ao final deve-se entrar em consenso de quais estratégias serão apresentadas ao Corpo Técnico;

h) **Encerramento** — o encerramento é o momento propício para relembrar das próximas etapas da ferramenta e manter os participantes interessados em esperar os resultados do trabalho desenvolvido durante a oficina.

A duração da Oficina com a comunidade deve ser no máximo duas horas. Na Tabela 46 tem-se uma programação preliminar da Oficina com a comunidade.

Tabela 46 – Resumo das atividades da Oficina com a comunidade

Objetivo principal	**Local**	**Duração**	**Atividades**	**Recursos**
Mobilizar a comunidade na aplicação da ferramenta	Sala para grandes grupos ou espaço amplo na comunidade	5 min	Recepção dos participantes	Lista de Frequência, Crachás, Folheto sobre o projeto, Cartilha de medidas, TCLE e Cadastro dos participantes
		20 min	Apresentação sobre a ferramenta e as características da área de estudo	Projetor multimídia ou *Banner*
		20 min	Apresentação das estratégias selecionadas na análise técnica preliminar	Cartilha com medidas de IVA
		10 min	*Coffee break* para socialização dos participantes	Biscoitos, bolos, café, suco e descartáveis
		20 min	Construção da visão	Quadro branco ou cavalete portátil
		40 min	Definição das estratégias	Cartilha com medidas de IVA e mapa da comunidade
		5 min	Encerramento	—

Fonte: A autora (2022).

APÊNDICE C – MATERIAIS E MÉTODOS PARA AS REUNIÕES COM O CORPO TÉCNICO

Neste APÊNDICE são apresentados os materiais e os métodos propostos para as reuniões com o Corpo Técnico.

- **Materiais**

Antes das reuniões com o Corpo Técnico deve ser distribuído um convite, impresso ou digital, que apresente o objetivo da reunião, a data, hora e local.

Propõe-se mais de uma reunião em que os materiais utilizados em cada uma podem variar. Alguns materiais, no entanto, são de uso frequente, tais como: lista de frequência, crachá de identificação dos pesquisadores, gravador de voz, máquina fotográfica e Material para *coffee break*. Outros materiais só serão utilizados em algumas reuniões, tais como: folheto sobre o projeto, TCLE, cadastro dos participantes, projetor multimídia ou *banner* e quadro branco ou cavalete.

Estimou-se que até 10 pessoas participem em cada reunião com o Corpo Técnico. Dessa forma, na Tabela 47 são apresentados os materiais a serem utilizados nas reuniões.

Tabela 47 – Materiais utilizados nas Reuniões com o Corpo Técnico

Tipo	**Quantidade**	**Finalidade**
Convite impresso ou digital	10 unidades	Divulgar as reuniões
Lista de Frequência	1 unidade	Registrar a presença dos participantes
Crachá do projeto	5 unidades	Identificar os pesquisadores
Gravador de voz	1 unidade	Gravar o áudio das reuniões
Máquina fotográfica	1 unidade	Realizar registros fotográficos das reuniões
Material para *coffee break*	15 pessoas	Promover a socialização entre os participantes
Folheto sobre o projeto	10 unidades	Apresentar o projeto para os participantes
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	20 unidades	Receber consentimento dos participantes
Cadastro dos participantes	1 unidade	Cadastrar os interessados como participantes
Projetor multimídia ou *banner*	1 unidade	Auxiliar na apresentação da área de estudos
Quadro branco ou cavalete	1 unidade	Auxiliar nas atividades visuais
Mapa da comunidade	3 unidades	Auxiliar na seleção de medidas

Fonte: A Autora (2022).

Com relação à quantidade dos materiais utilizadas nas Reuniões com o Corpo Técnico levou-se em consideração os seguintes critérios:

a) 10 unidades do convite, por reunião, a ser distribuído pessoalmente, por *e-mail* ou por aplicativo de mensagens;

b) 1 unidade da Lista de Frequência, por reunião;

c) 5 unidades de crachá para identificação;

d) 1 unidade de gravador de voz, máquina fotográfica, projetor multimídia ou *banner* com as informações da área de estudo, quadro branco ou cavalete, por ser necessário somente uma unidade de cada um destes itens;

e) Material para *coffee break* para 15 pessoas que são os participantes mais os pesquisadores;

f) 10 unidades do Folheto sobre o projeto;

g) 1 unidade do Cadastro do participante para coletar informações pessoais, com o propósito de facilitar a comunicação com o mesmo para divulgação de atividades futuras e para apresentação dos resultados da pesquisa;

h) 20 unidades do TCLE, pois uma cópia deve ficar com o participante e uma cópia assinada com os pesquisadores;

i) 3 unidades do mapa da comunidade para serem trabalhados em cinco grupos na seleção de medidas de IVA. A quantidade de grupos pode variar de acordo com a quantidade de pesquisadores envolvidos na reunião para este fim, pois espera-se que se tenha ao menos um pesquisador para cada grupo, auxiliando os participantes na identificação das medidas e dos espaços da comunidade.

- **Métodos**

A princípio devem ser realizadas duas reuniões com o Corpo Técnico, em ambas devem-se seguir os métodos apresentados:

a) Antes da reunião deve ser enviado o convite com data, hora, local e objetivo da reunião;

b) Durante a reunião deve ser apresentada a pauta e discutidos seus tópicos;

c) As reuniões devem ser registradas mediante lista de frequência e imagens fotográficas;

d) As reuniões devem ser gravadas em formato de áudio para revisão posterior;

e) Nas reuniões presenciais pode-se oferecer um *coffee break*;

f) Solicitar um *feedback* anônimo sobre a reunião, podendo ser com um questionário impresso ou *online*.

A primeira reunião deve acontecer antes da Oficina com a comunidade. Com duração prevista de uma hora e trinta minutos a duas horas, abordando os seguintes tópicos com os métodos descritos:

a) **Apresentar a área de estudo** — apresentação visual das características da área de estudo, com auxílio de projetor multimídia ou *banner* (para reunião presencial) ou compartilhamento de tela (para reunião remota), contendo informações obtidas tanto por dados secundários quanto por dados primários;

b) **Definir o grupo de partes interessadas** — nesta reunião devem ser cadastrados os especialistas que se interessarem em fazer parte do Corpo Técnico e assinado do TCLE;

c) **Definir os cenários** — utilizar o método apresentado na Seção 3.3.3 (pág. 81);

A segunda reunião deve acontecer após a Oficina com a comunidade e antes do Encontro com a Aliança de Aprendizagem. Com duração prevista de uma hora a uma hora e trinta minutos, abordando os seguintes tópicos com os métodos descritos:

a) **Selecionar as medidas de IVA** — dentre as estratégias selecionadas pelos indivíduos da comunidade, o Corpo Técnico deve fazer uma avaliação das medidas que podem ser implementadas na área de estudo para realizar a simulação no modelo *UWU*.

b) **Definição de indicadores** — a partir da visão construída devem ser definidos os indicadores que possam representar quantitativamente a visão e se apliquem às medidas, conforme Seção 3.3.2 (pág. 78);

c) **Realizar a simulação no modelo *UWU*** — a partir dos parâmetros preliminares, indicadores, cenários, visão e grupo de medidas, pode ser realizada a simulação no modelo *UWU*;

d) **Avaliar os resultados obtidos na simulação** — utilizar o método apresentado na Seção 3.3.6 (pág. 91).

Nas reuniões, assim como nos demais procedimentos, os pesquisadores devem estar identificados com crachá. A identificação visual é útil para o caso de dúvidas e perguntas das partes interessadas durante as atividades.

APÊNDICE D – MATERIAIS E MÉTODOS PARA O ENCONTRO COM A ALIANÇA DE APRENDIZAGEM

Neste APÊNDICE são apresentados os materiais e os métodos propostos para o Encontro com a Aliança de Aprendizagem.

- **Materiais**

Antes do Encontro com a Aliança de Aprendizagem deve ser distribuído um convite, impresso ou digital, que apresente o objetivo do encontro, a data, hora e local. Este convite pode ser entregue aos participantes da pesquisa por meio do(s) contato(s) fornecido(s) no cadastro do participante.

Durante o encontro podem ser utilizados os seguintes materiais: lista de frequência, crachá do projeto para os pesquisadores e participantes, projetor multimídia ou *banner*, gravador de voz, máquina fotográfica e material para *coffee break*.

Estima-se que, no máximo, 100 pessoas participem do Encontro. Dessa forma, Na Tabela 48 estão apresentados os materiais propostos para o encontro para um total de 30 pessoas.

Tabela 48 – Materiais utilizados no Encontro com a Aliança de Aprendizagem

Tipo	**Quantidade**	**Finalidade**
Convite impresso ou digital	30 unidades	Divulgar o Encontro
Lista de Frequência	1 unidade	Registrar a presença dos participantes
Crachá do projeto	35 unidades	Identificar os participantes
Projetor multimídia ou *banner*	1 unidade	Auxiliar na apresentação dos resultados obtidos
Gravador de voz	1 unidade	Gravar o áudio do Encontro com a comunidade
Máquina fotográfica	1 unidade	Realizar registros fotográficos do Encontro
Material para *coffee break*	35 pessoas	Promover a socialização entre os participantes

Fonte: A Autora (2022).

Com relação à quantidade dos materiais utilizadas no Encontro com a Aliança de Aprendizagem levou-se em consideração os seguintes critérios:

a) 30 unidades do convite para o encontro a ser distribuído entre as partes interessadas;

b) 1 unidade da Lista de Frequência;

c) 35 unidades do crachá do projeto para os participantes com o intuito de facilitar a interação;

d) 1 unidade de projetor multimídia ou *banner* para apresentação dos resultados obtidos, gravador de voz e máquina fotográfica por ser necessário somente uma unidade de cada um destes itens;

e) Material para *coffee break* para 35 pessoas que são os integrantes da Aliança de Aprendizagem.

- **Métodos**

O Encontro com a Aliança de Aprendizagem poderá ser realizado em um auditório ou em um espaço amplo da comunidade, com a seguinte programação e métodos:

a) **Recepção dos participantes** — assinatura da lista de frequência e entrega dos crachás (com o intuito de ter uma aproximação entre os participantes que ainda não tenham tido contato anteriormente e uma aproximação entre os pesquisadores e participantes);

b) **Apresentação das atividades realizadas nas etapas anteriores** — apresentação visual das atividades realizadas durante a Oficina com a comunidade e as reuniões com o Corpo Técnico, com auxílio de projetor multimídia ou *banner*;

c) **Apresentação e discussão dos resultados obtidos nas simulações no modelo *UWU*** — apresentação visual dos resultados obtidos nas simulações, possibilitando o entendimento pelas partes interessadas e a discussão;

d) **Próximas etapas** — conforme fluxograma apresentado na Figura 17 (pág. 68), as próximas etapas dependerão se a visão for atendida ou não. Se os valores dos indicadores alcançarem os valores previstos nas simulações no modelo *UWU* então a próxima etapa será consolidar a estratégia geral e iniciar as discussões sobre a elaboração do Plano de Implementação das medidas. Se os valores dos indicadores não alcançarem valores previstos nas simulações no modelo *UWU* então a próxima etapa é a reconstrução da visão;

e) ***Coffee break*** — para socialização dos participantes;

f) **Encerramento** — o encerramento é caracterizado pela entrega da ferramenta às partes interessadas, possibilitando que os mesmos a utilizem no processo de tomada de decisão de medidas de IVA, uma vez que participaram da sua construção e aplicação. No encerramento, os pesquisadores devem entregar um documento contendo as informações necessárias para que a ferramenta seja utilizada, bem como as sugestões para que após estabelecido o Plano de Implementação as medidas de IVA podem ser implementadas.

A duração do Encontro com a Aliança de Aprendizagem deve ser de uma hora e trinta minutos a duas horas. Na Tabela 49 tem-se uma programação preliminar deste encontro.

Tabela 49 – Resumo das atividades do Encontro com a Aliança de Aprendizagem

Objetivo principal	**Local**	**Duração**	**Atividades**	**Recursos**
Avaliar os resultados da aplicação da ferramenta	Auditório ou espaço amplo na comunidade	10 min	Recepção dos participantes	Lista de Frequência e Crachás
		10 min	Apresentação das atividades realizadas nas etapas anteriores	Projetor multimídia ou *Banner*
		20 min	Apresentação e discussão dos resultados obtidos nas simulações no modelo *UWU*	Projetor multimídia ou *Banner*
		20 min	Consolidação da estratégia geral e início do Plano de Implementação das medidas OU Revisão da percepção e construção da visão novamente	—
		15 min	*Coffee break* para socialização dos participantes	Biscoitos, bolos, café, suco e descartáveis
		15 min	Encerramento	—

Fonte: A autora (20220).

APÊNDICE E – FOLHETO SOBRE O PROJETO MANAUS VERDE E AZUL



Fonte: A Autora (2020).

APÊNDICE F – LISTA DE FREQUÊNCIA DE REUNIÕES

Manaus Verde e Azul
Lista de Frequência

Objetivo:

Data:
Local:

Nome completo	Instituição	Assinatura

Fonte: A Autora (2022).

APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE PERCEPÇÃO DOS INDIVÍDUOS DA COMUNIDADE

Foi planejada a avaliação de percepção dos Indivíduos da comunidade através da elaboração de um questionário impresso para entrevistas presenciais.

- **Pré-teste**

Antes de entregar o questionário ao público-alvo, foi realizado um pré-teste de forma remota com três pesquisadoras para serem entrevistadas com o auxílio do questionário e avaliar se as perguntas estavam claras e objetivas. A duração das entrevistas foi em média 16 minutos e as considerações resultaram em cinco seções e 30 perguntas no questionário final aplicado.

- **Estrutura do questionário**

Na página inicial foi apresentado o objetivo do questionário e no momento da entrevista foram entregues duas vias do TCLE para assinatura, uma para o participante e a outra para o arquivo da pesquisa. As seções do questionário foram as seguintes:

I) Sobre você – identificar o perfil sociodemográfico dos respondentes;

II) Percepção – avaliar a percepção dos respondentes quanto às maiores necessidades da comunidade.

III) Visão – avaliar a preferência dos respondentes quanto aos temas representativos dos indicadores de sustentabilidade;

IV) Estratégias e Medidas - selecionar as medidas de IVA em escala de lote, vizinhança e bacia;

V) Participação – avaliar a opinião dos respondentes quanto à participação de diferentes representações (sua própria, a de órgãos e empresas, e da comunidade) nas atividades da comunidade.

A primeira seção possuía cinco perguntas. Uma primeira pergunta, do tipo múltipla escolha semiaberta, sobre a relação do respondente com a comunidade que tinha como opções: “Morador”, “Trabalhador” ou “Outro”. A segunda pergunta do tipo aberta sobre o tempo em que

mora ou trabalha na comunidade. As três últimas perguntas seção do tipo múltipla escolha sobre idade, gênero e nível de escolaridade também ofereciam a opção "Prefiro não responder" caso os respondentes não se sentissem a vontade em responder.

A segunda seção com 14 perguntas teve o objetivo de conhecer a percepção dos respondentes sobre os serviços de saneamento básico, qualidade dos rios, ocorrência de enchentes e áreas verdes. As 13 primeiras perguntas do tipo múltipla escolha foram divididas pelos temas: a) abastecimento de água (4 perguntas); b) esgotamento sanitário (2 perguntas); c) resíduos sólidos/lixo doméstico (2 perguntas); d) rios e igarapés (2 perguntas); e) enchentes (1 pergunta); f) áreas verdes (2 perguntas); e a última pergunta do tipo aberta para informar outras necessidades da comunidade, além do que foi perguntado.

A terceira seção sobre a visão do respondente teve o auxílio de uma imagem para serem indicados os temas em ordem de importância e uma pergunta aberta sobre a comunidade do sonhos e o que teria nela.

A quarta seção com duas perguntas sobre o interesse dos respondentes nas medidas de IVA também tiveram o auxílio de imagens para ilustrar as medidas enquanto se explicava o objetivo de cada medida. As medidas foram divididas em escala de lote e em escala de vizinhança e/ou bacia, sendo oferecida a opção de não interesse em nenhuma das medidas.

A quinta e última seção sobre a participação de diferentes representações nas atividades sociais da comunidade, foi utilizada a escala de opinião do tipo Likert. As opções de resposta foram:

a) Nunca participa – Não participa em nenhuma das atividades sociais da comunidade;

b) Participa poucas vezes – Tem menos de 50% de participação;

c) Participa muitas vezes – Tem mais de 50% de participação;

d) Sempre participa – Participa em todas as atividades sociais da comunidade;

e) Não sei responder – Não sabe responder ou não tem certeza.

Ainda na última seção foram feitas três perguntas do tipo múltipla escolha para avaliar o interesse do respondente na implementação das medidas no lote, em se voluntariar na implementação das medidas em escala de vizinhança e bacia e para informar sobre de quem seria a responsabilidade de implementar as medidas na comunidade. A última pergunta era do tipo aberta e opcional, pois deixava espaço para identificação.

- **Aplicação do questionário**

A forma de abordagem dos participantes para responderem ao questionário foi seleção voluntária por cotas em que foram identificadas pessoas-chave e líderes da comunidade para responder e indicar outros participantes. No início da abordagem era explicada a pesquisa e o objetivo do questionário, bem como o tempo médio de 16 minutos para as respostas. Dessa forma, foram aplicados 18 questionários com os indivíduos da comunidade em um tempo médio de 16 minutos e 33 segundos.

- **Análise das respostas do questionário**

Para as perguntas de múltipla escolha foi realizada a sistematização, tabulação cruzada e análise crítica dos dados primários obtidos através das respostas do questionário presencial.

Para a pergunta aberta sobre as necessidades da comunidade foi realizada a análise de conteúdo das respostas obtidas, utilizando código para manter o sigilo das respondentes.

Consulta à comunidade

Este questionário tem o objetivo de fazer uma consulta aos membros da comunidade do bairro Japiim sobre as principais necessidades percebidas e conhecer sobre as preferências para adotar medidas de saneamento.

As perguntas fazem parte da pesquisa de doutorado de Jacqueline Carril Ferreira, com orientação dos professores Daniel Costa dos Santos (UFPR-Brasil) e Luiza Cintra Campos (UCL-Inglaterra).

Código entrevista (apenas para entrevista presencial)_____

Convenções de marcação de respostas: ( ) – resposta única; [ ] – pode marcar mais de uma opção.

1 - Sobre você

Nesta etapa faremos perguntas sobre você.

Caso você não queira ou não se sinta a vontade em responder estas perguntas, assinale a opção "Prefiro não responder".

1. A sua relação com a comunidade é como:
   [ ] Morador
   [ ] Trabalhador
   [ ] Outro:_____

2. Há quanto tempo você mora ou trabalha na comunidade? (pode ser em meses ou anos).
   _____

3. Qual o grupo corresponde a sua idade?
   ( ) 18 a 29 anos
   ( ) 30 a 39 anos
   ( ) 40 a 49 anos
   ( ) 50 a 59 anos
   ( ) 60 a 69 anos
   ( ) 70 a 79 anos
   ( ) Acima de 80 anos
   ( ) Prefiro não responder

4. Qual gênero você se identifica?
   ( ) Feminino
   ( ) Masculino
   ( ) Prefiro não responder

5. Qual o maior nível de escolaridade que você completou?
   ( ) Não frequentei a escola
   ( ) Ensino Infantil
   ( ) Ensino Fundamental
   ( ) Ensino Médio (antigo 2º grau)
   ( ) Ensino Superior
   ( ) Especialização
   ( ) Mestrado
   ( ) Doutorado
   ( ) Prefiro não responder

2 – Percepção

Nesta etapa você pode informar sua percepção com relação às necessidades dentro da comunidade.

6. ABASTECIMENTO DE ÁGUA

a. Sua casa/empresa é abastecida com água?
   ( ) Sim
   ( ) Não
   ( ) Não sei responder

b. A água vem de onde? (Pode marcar mais de uma opção)
   [ ] Concessionária de água
   [ ] Poço próprio
   [ ] Poço da comunidade
   [ ] Rio ou igarapé
   [ ] Não sei responder
   [ ] Prefiro não responder
   [ ] Outro:_____

c. Sofre constantemente com falta de água?
   ( ) Sim
   ( ) Não
   ( ) Não sei responder
   ( ) Prefiro não responder

d. Sua casa/empresa possui reservatório (caixa d'água)?
   ( ) Sim
   ( ) Não
   ( ) Não sei responder
   ( ) Prefiro não responder

7. ESGOTAMENTO SANITÁRIO

a. Sua casa/empresa possui coleta e tratamento de esgoto?
( ) Sim
( ) Não
( ) Não sei responder
( ) Prefiro não responder

b. Para onde vai o esgoto da sua casa/empresa? (Pode marcar mais de uma opção)
[ ] Rede de esgoto
[ ] Fossa
[ ] Solo
[ ] Rio/igarapé
[ ] Não sei responder
[ ] Prefiro não responder
[ ] Outro:_____

8. RESÍDUOS SÓLIDOS / LIXO DOMÉSTICO

a. Para onde vai o lixo da sua casa/empresa? (Pode marcar mais de uma opção)
[ ] Coleta pública
[ ] Separado - coleta seletiva
[ ] Queimado
[ ] Enterrado
[ ] Não sei responder
[ ] Prefiro não responder
[ ] Outro:_____

b. Se tiver coleta pública de lixo perto da sua casa/empresa, quantos dias por semana?
( ) 1 vez na semana
( ) 2 vezes na semana
( ) 3 vezes na semana
( ) 4 ou mais vezes na semana
( ) Não possuo coleta pública
( ) Não sei responder
( ) Prefiro não responder

9. RIOS E IGARAPÉS

a. Perto da sua casa/empresa há rio ou igarapé?
( ) Sim
( ) Não
( ) Não sei responder
( ) Prefiro não responder

b. Se tiver rios ou igarapés perto de sua casa/empresa estão muito "sujos"?
( ) Sim
( ) Não
( ) Não há rios ou igarapés próximo
( ) Não sei responder
( ) Prefiro não responder

10. ENCHENTES

a. Há pontos de alagamento perto da sua casa/empresa?
( ) Sim
( ) Não
( ) Não sei responder
( ) Prefiro não responder

11. ÁREAS VERDES

a. Estudos indicam que áreas com mais espaços verdes possuem temperaturas mais agradáveis e melhor qualidade do ar. Gostaria que tivesse mais áreas verdes e de lazer na região?
( ) Sim
( ) Não
( ) Não sei responder
( ) Prefiro não responder

b. Se você mora ou trabalha perto de uma área verde, percebe a diferença no clima da região?
( ) Sim
( ) Não
( ) Não moro ou trabalho perto de área verde
( ) Não sei responder
( ) Prefiro não responder

12. Além das questões levantadas, quais outras necessidades da comunidade que você percebe?

_____
_____
_____
_____
_____

3 – Visão

Nesta etapa queremos saber qual a importância dos itens informados para você.

13. Em uma escala de importância, como você classifica: (1 - Mais importante a 5 - Menos importante) *Consultar imagem de apoio.*

Item	**Classificação**
Água potável em casa	
Coleta e tratamento de esgoto	
Menos enchentes	
Rios mais limpos	
Mais áreas verdes	

14. Qual a comunidade dos seus sonhos? O que tem nessa comunidade?

_____
_____
_____
_____
_____

4 - Estratégias e Medidas

Nesta etapa selecionamos algumas medidas que podem ser utilizadas na sua casa, empresa ou na comunidade. Gostaríamos de saber seu interesse em utilizar essas medidas.

As medidas possuem benefícios para o bem-estar e o meio ambiente.

15. Qual(is) medida(s) você teria interesse em implementar na sua casa/empresa (Pode marcar mais de uma opção): *Consultar imagem de apoio.*
    [ ] Medida 1 - Consumo eficiente da água
    [ ] Medida 2 - Coleta de água da chuva
    [ ] Medida 3 - Uso de água cinza
    [ ] Medida 4 - Telhado verde
    [ ] Medida 5 - Jardins privados
    [ ] Medida 14 - Wetlands construídos
    [ ] Nenhuma das medidas

16. Qual(is) medida(s) você teria interesse em ter na comunidade (Pode marcar mais de uma opção): *Consultar imagem de apoio.*
    [ ] Medida 6 - Agricultura urbana
    [ ] Medida 7 - Arborização de ruas
    [ ] Medida 8 - Parques urbanos
    [ ] Medida 9 - Cursos urbanos de água
    [ ] Medida 10 - Lagoas de água da chuva
    [ ] Medida 11 - Pavimento permeável
    [ ] Medida 12 - Valas de infiltração
    [ ] Medida 13 - Valas de biorretenção
    [ ] Medida 14 - Wetlands construídos
    [ ] Nenhuma das medidas

5 – Participação

Esta etapa é para você informar sua percepção quanto à participação nas atividades sociais (reuniões, ações na comunidade, festas, entre outras) dentro da comunidade.

	Nunca	Poucas vezes	Muitas vezes	Sempre	Não sei responder
17. Como você classificaria a SUA PARTICIPAÇÃO nas atividades sociais dentro da comunidade:					
18. Como você classificaria a participação de ÓRGÃOS e EMPRESAS (públicos, privados, governamentais, não-governamentais, e outros) nas atividades sociais dentro da comunidade:					
19 . Como você classificaria a participação dos moradores e trabalhadores nas atividades sociais dentro da comunidade:					

20. Se houvesse algum incentivo do município (redução de impostos, por exemplo) para implementação das medidas apresentadas, você teria interesse em tê-las na sua CASA/EMPRESA?
    ( ) Sim
    ( ) Não
    ( ) Não sei responder
    ( ) Prefiro não responder

21. Se houvesse algum incentivo do município (redução de impostos, por exemplo) para implementação das medidas na sua COMUNIDADE, você gostaria de (Pode marcar mais de uma opção):
    [ ] Ser voluntário(a) na implementação de uma ou mais medidas selecionadas.
    [ ] Ser voluntário(a) na manutenção de uma ou mais medidas selecionadas.
    [ ] Não tenho interesse em ser voluntário(a).
    [ ] Prefiro não responder.

22. De quem você acha que é a responsabilidade de implementar essas medidas de saneamento apresentadas? (Pode marcar mais de uma opção)
    [ ] Governo ou Município
    [ ] A própria comunidade
    [ ] Setor privado (indústria/comércio)
    [ ] Não sei responder
    [ ] Outro:_____

23. Caso queira se identificar, utilize o espaço abaixo (Opcional):
    _____

Imagens para auxiliar a pergunta 13:



Imagens para auxiliar a pergunta 15:

Medidas de Infraestrutura Verde e Azul Implementadas nos lotes

Medida 1



Consumo eficiente da água - redução do tempo de uso de água para economizar água potável.

Medida 2



Coleta de água da chuva - Aproveitar água da chuva para regar jardim ou lavagem de piso.

Medida 3



Uso de água cinza - Aproveitar água da máquina de lavar roupas para regar jardim ou lavagem de piso.

Medida 4



Telhado verde - Vegetação sobre o telhado da edificação para amenizar a temperatura e reter água de chuva.

Medida 5



Jardins privados - Áreas verdes dentro de lotes particulares.

Medida 14



Wetlands construídos - Áreas de vegetação para detenção e tratamento de água.

Imagens para auxiliar a pergunta 16:

Medidas de Infraestrutura Verde e Azul Implementadas na comunidade

Medida 6



Agricultura urbana - Cultivo de hortaliças, plantas medicinais, espécies frutíferas e flores.

Medida 7



Arborização de ruas - Árvore localizada ao longo de uma rua pública ou privada.

Medida 8



Parques urbanos - Parques na cidade com áreas verdes e espaço para lazer.

Medida 9



Cursos urbanos de água - Cursos d'água ao longo da cidade.

Medida 10



Lagoas de água da chuva - Lagoas que recebem e armazenam a água da chuva.

Medida 11



Pavimento permeável - Permite a passagem de água da superfície para o solo.

Medida 12



Valas de infiltração - Valas que permitem a infiltração da água em períodos de chuva.

Medida 13



Valas de biorretenção - Áreas de vegetação para retenção e tratamento de água.

Medida 14



Wetlands construídos - Áreas de vegetação para detenção e tratamento de água.

APÊNDICE H – CÁLCULOS, FONTES E RESULTADOS DOS DADOS DE ENTRADA

Neste APÊNDICE tem-se o detalhamento dos dados de entrada apresentados na Tabela 11 (pág. 77). A fonte de coleta de dados e os cálculos necessários complementam o Capítulo 3, assim como os resultados obtidos para o estudo de caso complementam o Capítulo 4.

Foi realizado o levantamento bibliográfico em documentos oficiais e pesquisas realizadas, além de serem realizadas reuniões com o Corpo Técnico para definição de alguns dados. Destaca-se que alguns dados utilizados são representativos da cidade de Manaus devido à indisponibilidade ou inexistência de dados exclusivos da área de estudo delimitada.

H.1 Dados de caracterização

a) Ano atual e ano futuro

O que é: O ano atual para fins de simulação corresponde ao ano mais recente em que se tem dados oficiais disponíveis. O ano futuro corresponde ao horizonte de projeto para as simulações.

Cálculo: Não se aplica.

Fonte: Dados disponíveis em fontes oficiais para determinar o ano atual e consulta ao Corpo Técnico para determinar o ano futuro.

Estudo de caso: O ano atual para simulação é 2021 e o ano futuro definido pelo Corpo Técnico e Facilitadores é 2033, fundamentado nas características locais e nos dados observados dos anos anteriores.

b) Taxa de crescimento populacional

O que é: É o crescimento positivo ou negativo de pessoas em uma determinada área, expresso em taxa percentual ao ano (%a.a.).

Cálculo: A taxa de crescimento populacional foi calculada pela Fórmula H.1.

$$\lambda = \frac{P_n - P_{n-1}}{P_{n-1}} \cdot 100 \tag{H.1}$$

Em que:

λ – Taxa de crescimento populacional (%);

P_n – População atual (hab);

P_{n-1} – População do ano imediatamente anterior (hab).

Fonte: IBGE.

Estudo de caso: A partir de dados do IBGE dos últimos 20 anos (2002 a 2021) foram determinadas as taxas de crescimento populacional de cada ano, conforme Tabela 50.

Tabela 50 – População estimada da cidade de Manaus-AM e taxa de crescimento populacional de 2002 a 2021

Ano	População estimada Manaus-AM	Taxa de crescimento populacional (%a.a.)
2002	1.488.805	2,54
2003	1.527.314	2,59
2004	1.565.709	2,51
2005	1.644.688	5,04
2006	1.688.524	2,67
2007	1.731.993	2,57
2008	1.709.010	-1,33
2009	1.738.641	1,73
2010	1.802.014	3,64
2011	1.832.424	1,69
2012	1.861.838	1,61
2013	1.982.177	6,46
2014	2.020.301	1,92
2015	2.057.711	1,85
2016	2.094.391	1,78
2017	2.130.264	1,71
2018	2.145.444	0,71
2019	2.182.763	1,74
2020	2.219.580	1,69
2021	2.255.903	1,64
Média	**últimos 20 anos**	**2,238**
Média	**últimos 10 anos**	**2,111**
Média	**últimos 5 anos**	**1,498**

Fonte: Elaborada pela autora baseada em dados históricos do IBGE.

Assim, a taxa de crescimento populacional média dos últimos 20 anos é 2,238% e decai desde 2014. O valor mínimo no período analisado ocorreu em 2008 e o máximo em 2013 possivelmente devido aos investimentos para a Copa do Mundo de 2014, tendo em vista que Manaus foi cidade-sede.

c) População atual

O que é: A população atual para fins de simulação corresponde àquela no ano atual definido.

Cálculo: Para calcular a população atual deve-se dispor de censo populacional. O IBGE realiza o censo por setores, então utilizaram-se os dados dos setores inseridos na área de estudo. Como o último censo (2010) não corresponde ao ano atual (2021), fez-se a projeção da população da área de estudo conforme o crescimento populacional do município desde o último censo, conforme Fórmula H.3.

$$P_{n+1} = P_n(1 + \frac{\lambda_{n+1}}{100}) \tag{H.2}$$

Em que:

P_{n+1} – População do ano subsequente da área de estudo (hab);

P_n – População anterior da área de estudo (hab);

λ_{n+1} – Taxa de crescimento populacional do ano subsequente do município (%).

Fonte: Sinopse por setores do IBGE.

Estudo de caso: A população atual da área de estudo foi calculada em função dos dados da Sinopse por setores do IBGE (2010), somando-se população nos oito setores inseridos na área de estudo (4.695 habitantes), conforme Tabela 51 e Figura 43 (pág. 107).

Tabela 51 – População de homens, mulheres e total por setor censitário da área de estudo

Setor	Homens	Mulheres	Total
A - 130260305090008	335	394	**729**
B - 130260305090179	289	246	**535**
C - 130260305090048	245	303	**548**
D - 130260305090208	204	241	**445**
E - 130260305090104	419	446	**865**
F - 130260305090080	321	362	**683**
G - 130260305090191	237	297	**534**
H - 130260305090081	171	185	**356**
Total em 2010	**2.221**	**2.474**	**4.695**

Fonte: Elaborada pela autora baseada em IBGE (2010)

Posteriormente foi calculada a projeção da população para o ano atual (2021), conforme Fórmula H.2, com base no crescimento anual da cidade de Manaus-AM desde 2010, obtendo o valor de 5.877 habitantes na área de estudo (Tabela 52).

Tabela 52 – Projeção para a população da área de estudo

Ano	População área de estudo (hab)	Taxa de crescimento Manaus-AM (%)
2010	4.695	–
2011	4.774	1,69
2012	4.851	1,61
2013	5.165	6,46
2014	5.264	1,92
2015	5.361	1,85
2016	5.457	1,78
2017	5.550	1,71
2018	5.589	0,71
2019	5.687	1,74
2020	5.783	1,69
2021	**5.877**	1,64

Fonte: Elaborada pela autora baseada em dados históricos do IBGE.

d) Método de projeção populacional

O que é: A população futura é calculada em função do método de projeção populacional que pode ser linear, geométrico, logarítmico ou exponencial.

Cálculo: O método de projeção populacional utilizado para determinar a população futura foi o geométrico conforme Fórmula H.3.

$$P_f = P_0 \cdot \left(1 + \frac{\lambda}{100}\right)^{\Delta t} \tag{H.3}$$

Em que:

P_f – População futura (hab);

P_0 – População atual (hab);

λ – Taxa de crescimento populacional (%);

Δt – Duração do plano (ano).

Fonte: IBGE.

Estudo de caso: A população atual (P_0) é de 5.877 habitantes para 2021, a taxa de crescimento populacional média utilizada foi de 2,238% (últimos 20 anos) e a duração do plano (Δt) de 12 anos. Assim, a população futura encontrada foi de 7.665 habitantes.

e) Número de pessoas por domicílio

O que é: É a quantidade de pessoas por domicílio ocupado na área de estudo no ano atual.

Cálculo: Para calcular o número de pessoas por domicílio utilizou-se a Fórmula H.4.

$$P_d = \frac{P_0}{D_o} \tag{H.4}$$

Em que:

P_d – Pessoas por domicílio (hab/domicílio);

P_0 – População atual (hab);

D_o – Domicílios ocupados (domicílio).

Fonte: Sinopse por setores do IBGE.

Estudo de caso: Para a população atual de 5.877 habitantes e 1.148 domicílios ocupados (Tabela 53), aplicando-se a Fórmula H.4 encontra-se a média de 5 pessoas por domicílio.

Tabela 53 – Domicílios ocupados e não ocupados por setor censitário da área de estudo

Setor	**Domicílios ocupados**	**Domicílios não ocupados**	**Total**
A - 130260305090008	166	26	**192**
B - 130260305090179	143	0	**143**
C - 130260305090048	130	9	**139**
D - 130260305090208	103	6	**109**
E - 130260305090104	204	12	**216**
F- 130260305090080	173	9	**182**
G - 130260305090191	135	14	**149**
H - 130260305090081	94	5	**99**
Total em 2010	**1.148**	**81**	**1.229**

Fonte: Elaborada pela autora baseada em IBGE (2010)

f) Número de domicílios

O que é: É a quantidade de domicílios ocupados na área de estudo no ano futuro.

Cálculo: Para calcular o número de domicílios futuros utilizou-se a Fórmula H.5.

$$N_d = \frac{P_f}{P_d} \tag{H.5}$$

Em que:

N_d – Número de domicílios futuros (domicílio);

P_f – População futura (hab);

P_d – Pessoas por domicílio (hab/domicílio).

Fonte: Sinopse por setores do IBGE.

Estudo de caso: Para a população futura de 7.665 habitantes e 5 pessoas por domicílio, tem-se 1.533 domicílios ocupados no ano futuro. No entanto, foi utilizado o número total de domicílios existentes (1.229) para as simulações tendo em vista que o Corpo Técnico relatou não haver mais áreas para expansão horizontal, principalmente pela proteção das áreas verdes inseridas na APA Floresta Manaós.

g) Renda per capita

O que é: A renda per capita baseou-se no PIB dividido pelo número de seus habitantes, expresso em reais por habitante por ano (R$ /hab/ano).

Cálculo:

$$PIB_i = \frac{PIB}{P_i} \tag{H.6}$$

Em que:

PIB_i – Produto Interno Bruto per capita no ano i (R$ /hab/ano);

PIB – Produto Interno Bruto (R$ /ano);

P_i – População referente ao PIB no ano i (hab).

Fonte: IBGE e DATASUS.

Estudo de caso: O PIB per capita fornecido pelo DATASUS (2002 a 2009) e pelo IBGE (2010 a 2019) está detalhado na Tabela 54, com um PIB per capita médio anual de R$ 25.394,29 (vinte e cinco mil trezentos e noventa e quatro reais e vinte e nove centavos).

Tabela 54 – PIB per capita da cidade de Manaus-AM de 2002 a 2021

Ano	PIB per capita	Fonte
2001	R$ 10.466,36	DATASUS
2002	R$ 11.941,08	DATASUS
2003	R$ 13.486,00	DATASUS
2004	R$ 16.265,46	DATASUS
2005	R$ 16.731,34	DATASUS
2006	R$ 18.834,08	DATASUS
2007	R$ 19.852,72	DATASUS
2008	R$ 22.252,03	DATASUS
2009	R$ 23.284,17	DATASUS
2010	R$ 27.832,52	IBGE
2011	R$ 30.303,38	IBGE
2012	R$ 29.837,10	IBGE
2013	R$ 32.201,90	IBGE
2014	R$ 33.370,72	IBGE
2015	R$ 32.597,83	IBGE
2016	R$ 33.534,48	IBGE
2017	R$ 34.373,88	IBGE
2018	R$ 36.445,75	IBGE
2019	R$ 38.880,73	IBGE

Fonte: Indicadas.

Para definir os valores de PIB per capita de 2020 e 2021 utilizou-se os dados de 2001 a 2019 para calcular a tendência linear de crescimento conforme Fórmula H.7 (R^2=0,9732), encontrando-se os valores de R$ 41.154,40/hab para 2020 e R$ 42.730,40/hab para 2021.

$$PIB_y = 1576 \cdot (y - 2000) + 9634,4 \tag{H.7}$$

Em que:

PIB_y – PIB per capita no ano futuro y (R$/hab/ano);

y – Ano futuro.

h) Temperatura e variação de temperatura

O que é: Temperatura do ar é uma grandeza física que mede a quantidade de calor que existe no ar. A variação de temperatura é a diferença entre a temperatura registrada e uma temperatura de referência.

Cálculo: Utilizou-se a Fórmula H.8 para o cálculo da variação de temperatura.

$$\Delta t = T_i - T_r \tag{H.8}$$

Em que:

Δt – Variação de temperatura (°C);

T_i – Temperatura registrada (°C);

T_r – Temperatura de referência (°C).

Fonte: INMET.

Estudo de caso: Foram utilizados os dados de temperatura do mês de setembro (mais quente do ano - ver Figura 34, pág. 97) de 2002 a 2021, registrados pela estação convencional 82331 (Latitude: -3.10333333 e Longitude: -60.01638888) do INMET para a cidade de Manaus-AM (Tabela 55). Para a variação de temperatura foi utilizado como referência o valor registrado em 2002.

Tabela 55 – Temperaturas médias anuais e variação de temperatura da cidade de Manaus-AM nos meses de setembro de 2002 a 2021

Ano	Temperatura média no mês de Setembro	Variação da temperatura em relação a 2002
2002	28,85	
2003	27,86	-0,99
2004	27,46	-1,39
2005	28,62	-0,23
2006	28,67	-0,17
2007	27,55	-1,30
2008	27,67	-1,18
2009	29,91	1,06
2010	29,50	0,65
2011	29,11	0,27
2012	29,05	0,20
2013	28,77	-0,08
2014	30,16	1,31
2015	31,64	2,79
2016	28,49	-0,36
2017	28,87	0,02
2018	29,65	0,81
2019	29,52	0,67
2020	29,50	0,66
2021	28,43	-0,42
Média	**28,963**	0,122
Mínima	**27,46**	-1,39
Máxima	**31,64**	2,79

Fonte: Elaborada pela autora baseada em INMET (2022).

Os valores de temperatura média, mínima e máxima registrados de janeiro de 2002 a dezembro de 2021 estão disponíveis na Tabela 56.

Tabela 56 – Temperaturas média, mínima e máxima de Manaus-AM

Temperatura	Simbologia	Valor
Média	T_0	27,723 °C
Mínima	T_1	22,78 °C
Máxima	T_2	37,11 °C

Fonte: INMET (2022), dados de janeiro de 2002 até dezembro de 2021.

i) Precipitação média

O que é: É a quantidade de chuva em uma unidade de tempo, expressa em mm/ano.

Cálculo: É medida pelo pluviômetro e/ou registrada pelo pluviógrafo, em intervalo de tempo horário, diário ou mensal. Assim, para se ter a precipitação anual deve-se somar as precipitações mensais do ano de referência.

Fonte: INMET.

Estudo de caso: Foram utilizados os dados de precipitação anual de 2002 a 2021, registrados pela estação convencional 82331 (Latitude: -3.10333333 e Longitude: -60.01638888) do INMET para a cidade de Manaus-AM (Tabela 57).

Tabela 57 – Precipitação acumulada na cidade de Manaus-AM de 2002 a 2021

Ano	**Precipitação acumulada**
2002	2.322,1
2003	1.954,9
2004	2.056,9
2005	2.208,1
2006	2.304,7
2007	2.406,2
2008	3.157,1
2009	1.958,5
2010	2.171,9
2011	2.780,0
2012	2.312,0
2013	2.723,0
2014	2.569,3
2015	1.772,2
2016	2.280,9
2017	2.649,0
2018	2.147,6
2019	2.651,5
2020	3.123,6
2021	2.160,5
Média	**2.385,50**
Mínima	**1.772,2**
Máxima	**3.157,1**

Fonte: Elaborada pela autora baseada em INMET (2022)

.

A precipitação média anual registrada de janeiro de 2002 a dezembro de 2021 pela estação convencional do INMET (2022) foi de 2.385,50 mm, enquanto o valor mínimo foi de 1.772,2 mm no ano de 2015 e o máximo de 3.157,1 mm em 2008.

H.2 Sistema de abastecimento de água

a) Cobertura do sistema de abastecimento de água atual

O que é: É a porcentagem da população atendida com o SAA. Para esta pesquisa foi considerada a população urbana.

Cálculo: Para determinar a cobertura do SAA pode-se utilizar o índice IN023 do SNIS (BRASIL, 2021b), conforme Fórmula H.9 ou a partir de informações locais.

$$C_{SAA} = \frac{P_{3,SAA}}{P_0} \cdot 100 \tag{H.9}$$

Em que:

C_{SAA} – Cobertura do sistema de abastecimento de água (%);

$P_{3,SAA}$ – População atendida com o SAA (hab);

P_0 – População total atual (hab).

Fonte: SNIS ou setor responsável pelo abastecimento de água da região.

Estudo de caso: Embora dados do SNIS (BRASIL, 2021b) informem que a cidade de Manaus possuía uma cobertura de abastecimento de água de 98% em 2020, para as simulações foi considerada que a cobertura do SAA é de 100%, tendo em vista que na área de estudo todos os indivíduos da comunidade entrevistados possuem atendimento de água potável.

b) Consumo per capita de água atual

O que é: É o volume de água consumido por pessoa em um dia, expresso em L/hab/dia.

Cálculo: O consumo de água em determinado setor pode ser medido pela leitura de hidrômetros, leitura no macromedidor do reservatório ou pela adoção de valores de consumo de setores com características semelhantes (TSUTIYA, 2014).

O SNIS calcula o coeficiente per capita efetivo pela relação entre o indicador AG010 – Volume de água consumido (L/ano) e AG001 – População total atendida com abastecimento de água (habitantes), dividido por 365 dias.

Fonte: SNIS ou setor responsável pelo abastecimento de água da região.

Estudo de caso: Foram consultados os dados a partir de 2017 (Tabela 58), pois segundo Brasil (2020b), até a coleta de dados referente a 2016, a empresa estava preenchendo de forma equivocada o volume de água consumido, ao somar o volume de serviço.

Tabela 58 – Consumo per capita em Manaus-AM de 2017 a 2020

Ano	**Consumo per capita (L/hab/dia)**
2017	77,87
2018	78,72
2019	82,39
2020	108,52
Média	**86,88**

Fonte: SNIS de 2017 a 2020.

Dessa forma, o consumo per capita adotado para as simulações é igual 108,52 L/hab/dia, correspondente ao da cidade de Manaus em 2020.

c) Parametrização do consumo de água

O que é: É a estimativa do consumo de água por aparelho sanitário em uma edificação para conhecer a distribuição de uso da água e contribuir para a sensibilização do usuário (SANTOS, 2016).

Cálculo: Para um cálculo preciso do consumo de água por aparelho sanitário (AS) deve-se:

1. Medir a vazão do AS (L/s);
2. Identificar a frequência de uso do AS;
3. Identificar o tempo de uso do AS (minutos);
4. Multiplica-se a vazão, a frequência e o tempo (em segundos) para obter o consumo por AS.
5. Para os aparelhos de uso coletivo e semanal divide-se o consumo pelo número de habitantes no domicílio e por sete dias.

Fonte: Rieke (2021).

Estudo de caso: Como a parametrização do consumo de água varia conforme os costumes da região e da capacidade de renda foi utilizada a pesquisa de Rieke (2021) para estimar o consumo por aparelho sanitário da área de estudo (Tabela 59).

Tabela 59 – Parametrização do consumo de água

Fonte	**LV**	**BS**	**CH**	**PIA**	**TQ**	**ML**	**TJ**	**Outros**
Mieli (2001)	6%	35%	27%	17%	4%	7%	3%	1%
Sólis (2002)	16%	36%	16%	7%		14%	8%	4%
DECA apud Gonçalves (2006)	12%	14%	47%	15%		8%	5%	
USP apud Gonçalves (2006)	6%	29%	28%	17%	6%	9%		5%
Cohim et al (2009)	10%	23%	21%	29%	17%			
Rieke (2021)	11%	25%	29%	14%	6%	9%	2%	1%
Média	10,17%	27,00%	28,00%	16,50%	8,25%	9,40%	4,50%	2,75%
Mediana	10,50%	27,00%	27,50%	16,00%	6,00%	9,00%	4,00%	2,50%
Desvio padrão (DP)	2,83%	6,33%	6,67%	4,50%	4,38%	1,84%	2,00%	1,75%
Média - DP	7%	21%	21%	12%	4%	8%	3%	1%
Média + DP	13%	33%	35%	21%	13%	11%	7%	5%
Adotado	**9,95%**	**22,23%**	**33,17%**	**15,48%**	**6,32%**	**8,42%**	**4,42%**	–

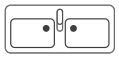
Legenda: LV - lavatório; BS - bacia sanitária; CH - chuveiro; PIA - pia de cozinha; TQ - tanque; ML - máquina de lavar roupas; TJ - torneira de jardim;

Fonte: Elaborada pela autora baseada em Rieke (2021).

Para o detalhamento das estimativas de consumo (Figura 57) utilizou-se a vazão dos aparelhos sanitários indicada por ABNT (1998). A frequência de uso e a duração do acionamento

foram adotadas buscando se aproximar com a realidade da região de modo que o consumo em cada aparelho sanitário (q_{AS}) seja coerente com a porcentagem apresentada na Tabela 59.

Figura 57 – Parametrização do consumo de água por aparelho sanitário

Aparelho sanitário	Lavatório	Bacia sanitária	Chuveiro	Pia	Tanque	Máquina de lavar roupa	Torneira de jardim
Desenho Aparelho							
Vazão do aparelho	0,1 L/s	0,15 L/s	0,1 L/s	0,1 L/s	0,25 L/s	80 L/uso	0,2 L/s
Frequência de uso	2 uso/hab/dia	4 uso/hab/dia	2 uso/hab/dia	1 uso/hab/dia	1 uso/semana	4 uso/semana	1 uso/semana
Duração do acionamento	0,6 min	0,67 min	3 min	14 min	16 min	-	14 min
Consumo (L/hab/dia)	10,80	24,12	36,00	16,80	6,86	9,14	4,80
Porcentagem de consumo	9,95%	22,23%	33,17%	15,48%	6,32%	8,42%	4,42%

Fonte: ABNT (1998) para vazão do aparelho; consumo calculado e demais valores adotados.

d) Índice de perdas na rede de distribuição

O que é: É a porcentagem de perdas na rede de distribuição de água (BRASIL, 2003).

Cálculo: O índice de perdas na rede de distribuição é igual a diferença entre o volume distribuído e o volume consumido dividido pelo volume distribuído vezes 100 (Fórmula H.10).

$$I_{RD} = \frac{V_{dist} - V_{cons}}{V_{dist}} \cdot 100 \tag{H.10}$$

Em que:

I_{RD} – Índice de perdas na rede de distribuição de água (%);

V_{dist} – Volume distribuído (m^3);

V_{cons} – Volume consumido (m^3).

Fonte: SNIS ou setor responsável pelo abastecimento de água da região.

Estudo de caso: Para as simulações foi utilizado o valor de 71,723% igual à média do índice de perdas na rede de distribuição de água na cidade de Manaus de 2017 a 2020 (Tabela 60), de acordo com dados do SNIS (BRASIL, 2020b), considerado um valor alto em comparação à média brasileira de 40,1%.

Tabela 60 – Índice de perdas na distribuição de água em Manaus-AM de 2017 a 2020

Ano	**Índice de perdas (%)**
2017	74,62
2018	74,95
2019	72,08
2020	65,24
Média	**71,723**

Fonte: SNIS de 2017 a 2020.

e) Índice de perdas na ETA

O que é: É a porcentagem de perdas na ETA durante o processo ou por vazamentos, podendo ser de 2 a 10% do volume de água captado (BRASIL, 2003).

Cálculo: O índice de perdas na ETA é igual a diferença entre o volume captado e o volume produzido dividido pelo volume captado vezes 100 (Fórmula H.11).

$$I_{ETA} = \frac{V_{cap} - V_{pro}}{V_{cap}} \cdot 100 \tag{H.11}$$

Em que:

I_{ETA} – Índice de perdas na estação de tratamento de água (%);

V_{cap} – Volume de captação (m^3);

V_{pro} – Volume de produção (m^3).

Fonte: Setor responsável pelo abastecimento de água da região.

Estudo de caso: Adotou-se o índice de 5% de perdas na ETA baseado na faixa apresentada em Brasil (2003).

f) Coeficiente do dia de maior consumo

O que é: O consumo diário de água varia em relação ao consumo médio diário anual, portanto é estabelecido o coeficiente do dia de maior consumo (K_1) para minimizar estas variações (TSUTIYA, 2014).

Cálculo: O valor de K_1 é obtido da relação entre o maior consumo diário e o consumo médio diário, medidos no período de um ano nas mesmas ligações, conforme Fórmula H.12 (TSUTIYA, 2014).

$$K_1 = \frac{q_b}{q_m} \tag{H.12}$$

K_1 – Coeficiente do dia de maior consumo;

q_b – Maior consumo diário no ano (L/hab/dia);

q_m – Consumo médio diário no ano (L/hab/dia).

Fonte: ABNT (1986b).

Estudo de caso: Foi adotado o valor de 1,2 para K_1, conforme ABNT (1986b) pela inexistência de dados locais comprovados oriundos de pesquisas.

H.3 Sistema de esgotamento sanitário

a) Cobertura do sistema de esgotamento sanitário atual

O que é: É a porcentagem da população atendida com o SES. Para esta pesquisa foi considerada a população urbana.

Cálculo: Para determinar a cobertura do SES foi utilizado o índice IN024 do SNIS (BRASIL, 2021b), conforme Fórmula H.13 ou a partir de informações locais.

$$C_{SES} = \frac{P_{3,SES}}{P_0} \cdot 100 \tag{H.13}$$

Em que:

C_{SES} – Cobertura do sistema de esgotamento sanitário (%);

$P_{3,SES}$ – População atendida com o SES (hab);

P_0 – População total atual (hab).

Fonte: SNIS ou setor responsável pelo esgotamento sanitário da região.

Estudo de caso: Embora dados do SNIS (BRASIL, 2021b) informem que a cidade de Manaus possuía atendimento de rede coletora de esgoto de 21,95% em 2020, para as simulações foi considerada que a cobertura do SES é de 33,3%, a partir das respostas dos entrevistados na área de estudo.

b) Coeficiente de retorno de esgoto doméstico

O que é: O coeficiente de retorno de esgoto (R) representa a porcentagem de água consumida que contribui para o SES.

Cálculo: O coeficiente de retorno de esgoto é calculado pela relação entre a vazão de contribuição para a rede de coletora de esgoto e o consumo per capita.

$$R = \frac{q_c}{q_e} \tag{H.14}$$

Em que:

R – Coeficiente de retorno de esgoto doméstico;

q_c – Vazão de contribuição de esgoto para o SES (L/hab/dia);

q_e – Consumo per capita de água (L/hab/dia).

Fonte: Estudos das características locais ou setor responsável pelo esgotamento sanitário da região.

Estudo de caso: Para a parametrização utilizada, o coeficiente de retorno é 0,96, considerando que apenas a torneira de jardim não contribui para o SES.

c) Carga de poluentes média

O que é: A carga de poluentes do esgoto doméstico é a quantidade de determinado poluente na vazão de esgoto, expressa em unidade de massa por tempo.

Cálculo: Para esta pesquisa a carga de poluente no SES é calculada por AS, como por exemplo, a carga de DBO no SES pela Fórmula H.15.

$$L_{DBO,SES,0} = 10^{-6} \cdot P_0 \cdot \sum_{i=1}^{n} (DBO_{ASi} \cdot q_{ASi}) \tag{H.15}$$

Em que:

$L_{DBO,SES,O}$ – Carga de DBO no SES atual (kg/dia);

P_0 – População atual (hab);

DBO_{ASi} – Concentração de DBO no aparelho sanitário i (mg/L);

q_{ASi} – Consumo do aparelho sanitário i (L/hab/dia).

Assim como calculada para a DBO, a carga pode ser calculada para demais poluentes, tais como fósforo (P), nitrogênio (N) e sólidos suspensos totais (SST). Para coliformes totais

(Ct) muda-se a conversão, pois a unidade de concentração do Ct é em NMP/100mL, conforme Fórmula H.16.

$$L_{Ct,SES,0} = 10 \cdot P_0 \cdot \sum_{i=1}^{n} (Ct_{ASi} \cdot q_{ASi}) \tag{H.16}$$

Em que:

$L_{Ct,SES,0}$ – Carga de coliformes totais no SES atual (NMP/dia);

Ct_{ASi} – Concentração de coliformes totais no aparelho sanitário i (NMP/100mL).

Fonte: Bazzarella (2005) e von Sperling (2014).

Estudo de caso: Na Tabela 61 estão detalhados os valores das concentrações de DBO dos AS que contribuem com vazão de esgoto da rede coletora.

Tabela 61 – Concentrações de DBO por aparelho sanitário

Aparelho sanitário (AS)	*DBO* (mg/L)	**Fonte**
Lavatório	265	Bazzarella (2005)
Bacia sanitário	300	von Sperling (2014)
Chuveiro	165	Bazzarella (2005)
Pia de cozinha	633	Bazzarella (2005)
Máquina de lavar roupas	184	Bazzarella (2005)
Tanque	570	Bazzarella (2005)

Fonte: Indicadas.

A partir da Fórmula H.15, foram calculadas as cargas de DBO nos AS apresentadas na Tabela 62. Os valores utilizados foram:

- P_0 – população atual de 5.877 habitantes (Tabela 52, pág. 185);
- Concentrações de poluentes – Tabela 61;
- q_{ASi} – consumo por aparelho sanitário conforme Figura 57 (pág. 194).

Para cálculo de cargas de poluentes futuras, muda-se de população atual para população futura. Estes valores de carga de poluentes no esgoto doméstico podem ser alterados conforme a medida adotada.

Tabela 62 – Cargas de DBO por aparelho sanitário e total

Aparelho sanitário (AS)	$L_{DBO,SES}$ (kg/dia)
Lavatório	16,82
Bacia sanitária	42,53
Chuveiro	34,91
Pia de cozinha	62,50
Máquina de lavar roupas	30,62
Tanque	7,42
Total	**194,81**

Fonte: A Autora (2022).

H.4 Sistema de drenagem urbana

a) Área de drenagem

O que é: É a área onde toda a água precipitada escoa para o mesmo ponto de referência (exutório).

Cálculo: Foi determinada por meio do *software QGis* como a área superficial delimitada.

Fonte: *Software QGis*.

Estudo de caso: A área de drenagem é equivalente à área de estudo tendo em vista que esta foi delimitada como uma bacia de drenagem. Com auxílio da calculadora de campo do *software QGis* a área de drenagem é igual a 1,506 km^2.

b) Comprimento do talvegue

O que é: É o comprimento do curso d'água principal da bacia.

Cálculo: Determinado como a distância que o curso d'água percorre do ponto mais distante até o exutório da bacia.

Fonte: *Software QGis*.

Estudo de caso: Com auxílio da função medir distância do *software QGis* o comprimento do talvegue é igual a 1.583,73 m ou 1,584 km.

c) Declividade do talvegue

O que é: A declividade do talvegue é a diferença entre o ponto mais alto e o ponto mais baixo (exutório) do talvegue dividido pelo comprimento do talvegue.

Cálculo: A declividade do talvegue foi calculada com o auxílio da Fórmula H.17.

$$S = \frac{H_1 - H_2}{L} \tag{H.17}$$

Em que:

S – Declividade do talvegue (m/m)

H_1 – Ponto mais alto do talvegue (m);

H_2 – Ponto mais baixo do talvegue (m);

L – Comprimento do talvegue (m).

Fonte: *Software QGis*.

Estudo de caso: Com auxílio do *software QGis* foram geradas as curvas de nível a cada metro, encontrando-se o nível de 66,25 m para o ponto mais alto e 27 m para o ponto mais baixo, bem como o comprimento do talvegue igual a 1.583,73 m. Assim, a declividade do talvegue é 0,025 m/m.

d) Coeficiente de permeabilidade do solo

O que é: O coeficiente de permeabilidade do solo (k) representa a velocidade em que a água infiltra no solo, portanto depende das características do solo (granulometria, saturação, nível do lençol freático, entre outras).

Cálculo: São realizados ensaios *in loco* para determinar a velocidade de infiltração da água no solo.

Fonte: Magalhães (2011).

Estudo de caso: Utilizou-se o valor de k igual a 1,36E-05 m/s, conforme ensaio de infiltração em uma área urbana de Manaus com características de solo semelhantes à da área de estudo (MAGALHÃES, 2011).

e) Período de retorno

O que é: Período de retorno é o intervalo de tempo, em anos, que uma dada chuva pode ocorrer ou ser superada.

Cálculo: Para sistemas de microdrenagem com características residenciais, comerciais e públicas é recomendado o intervalo de 2 a 5 anos para o período de retorno (SUDERHSA, 2002).

Fonte: SUDERHSA (2002).

Estudo de caso: Para a área de estudo foi adotado 5 anos para o período de retorno, considerando que a ferramenta é aplicável a sistemas de microdrenagem.

f) Tempo de precipitação

O que é: Tempo de precipitação é o intervalo de tempo de observação de uma chuva.

Cálculo: Como a ferramenta deve ser aplicada em bacias hidrográficas de até 2 km^2 considerando sistemas de microdrenagem, utiliza-se o Método Racional (DAEE, 2005). Portanto, o tempo de precipitação é igual ao tempo de concentração da bacia, que corresponde ao intervalo de tempo necessário para que toda a bacia hidrográfica contribua para a vazão no exutório durante a chuva observada (AZEVEDO NETTO, 2015). Assim, utilizou-se a Fórmula de Kirpich (Fórmula H.18) recomendada para determinar o tempo de concentração em pequenas bacias hidrográficas.

$$T_c = \frac{C_k \cdot L^{0,77}}{S^{0,385}} \tag{H.18}$$

Em que:

T_c – Tempo de concentração (min);

C_k – Fator de correção de unidades (0,0195 min/m^{0,77});

L – Comprimento do talvegue (m);

S – Declividade do talvegue (m/m).

Fonte: Akan e Houghtalen (2003).

Estudo de caso: Para comprimento do talvegue igual a 1.583,73 m e declividade igual a 0,025 m/m, sem necessidade de fator de correção em função do C, obteve-se um tempo de concentração igual a 23,47 minutos.

g) Intensidade pluviométrica crítica

O que é: É a relação entre a altura e a duração da chuva observada, dependente das características locais.

Cálculo: Utilizou-se a Fórmula H.19 de intensidade-duração-frequência para a cidade de Manaus-AM.

$$i_{max} = \frac{1102,276 \cdot T_r^{0,115066}}{(t+9,786324)^{0,724259}} \tag{H.19}$$

Fonte: Monteiro e Braga (2018).

Estudo de caso: Para o tempo de retorno (T_r) igual a 5 anos e o tempo de precipitação (t) igual ao tempo de concentração de 23,47 minutos para o cálculo de chuvas intensas, obteve-se uma intensidade pluviométrica de 104,83 mm/h.

h) Coeficiente de escoamento superficial (*C*)

O que é: É a relação entre a vazão de cheia de certa frequência e a intensidade média de chuva de igual frequência ou a relação entre o volume que escoa e o volume precipitado, dependente das características do terreno (AZEVEDO NETTO, 2015).

Cálculo: O coeficiente de escoamento superficial da bacia (C) foi calculado com o auxílio da Fórmula H.20 para o C ponderado.

$$C = \frac{\Sigma C_i \cdot A_i}{\Sigma A_i} \tag{H.20}$$

Em que:

C_i – Coeficiente de escoamento superficial correspondente à área A_i;

A_i – Área parcial i (m^2).

Fonte: Maidment (1993).

Estudo de caso: Os dados utilizados para o cálculo foram os valores de C_i propostos por Maidment (1993), conforme apresentado na Tabela 63 relacionados a solos do grupo B (OLIVEIRA; BRAGA, 2018), e os valores de A_i a partir da classificação de uso do solo na área de estudo, conforme Figura 44 (pág. 109).

Tabela 63 – Valores do coeficiente de escoamento superficial para a área de estudo

Tipo de uso do solo	**Valor do *C***
Edificações – residências	0,85
Edificações – grande comércio	0,92
Edificações – institucionais	0,92
Vias de tráfego	0,98
Parques e praças	0,69
Vegetação	0,55
Solo exposto	0,66
Estacionamentos	0,98

Fonte: Baseado em Maidment (1993).

Com a aplicação da Fórmula H.20 obteve-se o valor de C ponderado igual a 0,73.

i) Cargas de poluentes no escoamento superficial

O que é: A carga de poluentes no escoamento superficial é a quantidade de determinado poluente na vazão de escoamento superficial, expressa em unidade de massa por tempo.

Cálculo: A vazão de escoamento superficial é obtida a partir da precipitação média anual sobre a área de drenagem convertida em escoamento superficial. Assim, a Fórmula H.21 é um exemplo para obter a carga de DBO no escoamento superficial.

$$L_{SST,SDU} = 10^{-9} \cdot SST \cdot C \cdot I \cdot A \tag{H.21}$$

Em que:

$L_{SST,SDU}$ – Carga de SST no escoamento superficial (ton/ano);

SST – Concentração de SST no escoamento superficial (mg/L);

C – Coeficiente de escoamento superficial;

I – Precipitação média anual (mm/ano);

A – Área de drenagem (m^2).

Assim como calculada para a SST, a carga pode ser calculada para demais poluentes, tais como DBO, P e N. Para Ct muda-se a conversão, pois a unidade de concentração do Ct é em NMP/100mL, conforme Fórmula H.22.

$$L_{Ct,SDU} = 10 \cdot Ct \cdot C \cdot I \cdot A \tag{H.22}$$

Em que:

$L_{Ct,SDU}$ – Carga de coliformes totais no escoamento superficial (NMP/ano);

Ct – Concentração de coliformes termotolerantes no escoamento superficial (NMP/100mL).

Fonte: Brombach, Weiss e Fuchs (2005).

Estudo de caso: A concentração média de SST no escoamento superficial foi de 141 mg/L (BROMBACH; WEISS; FUCHS, 2005). A partir da Fórmula H.21 foi calculada a carga de SST no escoamento superficial igual a 368,62 ton/ano. Os valores utilizados foram: concentração de SST igual a 141 mg/L; coeficiente de escoamento superficial (C) igual a 0,73, conforme Fórmula H.20; precipitação média (I) de 2.385,50 mm/ano (Tabela 57, pág. 191); área de drenagem (A) igual a 1,506 km^2 (1.505.899,00 m^2).

Estes valores de carga de poluentes no escoamento superficial podem ser alterados conforme a medida adotada.

APÊNDICE I – MATERIAL DE APOIO À CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS



Manaus Verde e Azul

Construção de cenários

MATERIAL DE APOIO

Por Jacqueline Carril Ferreira

Manaus - 2022

Manaus Verde e Azul
Apresentação

Este material tem o objetivo de auxiliar o processo de construção de cenários fornecendo informações importantes sobre alguns fatores externos da cidade de Manaus-AM.

Faz parte da pesquisa de doutorado desenvolvida por Jacqueline Carril Ferreira sob orientação dos professores Daniel Costa dos Santos (Universidade Federal do Paraná) e Luiza Cintra Campos (*University College London*).

A pesquisa está sendo realizada no âmbito do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental (PPGERHA) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Conta com apoio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Manaus (SEMMAS), do Centro Universitário Luterano de Manaus (CEULM-ULBRA) e da *University College London* (*UCL*). Financiada pelo convênio entre a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Realização | Apoio | Financiamento

UFPR UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PPGERHA

Meio Ambiente e Sustentabilidade

ULBRA MANAUS

UCL

FAPEAM FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DO AMAZONAS CERTIFICADA PELA ISO 9001:2008

CAPES

Mais informações:

@manausverdeeazul

manausverdeeazul@gmail.com

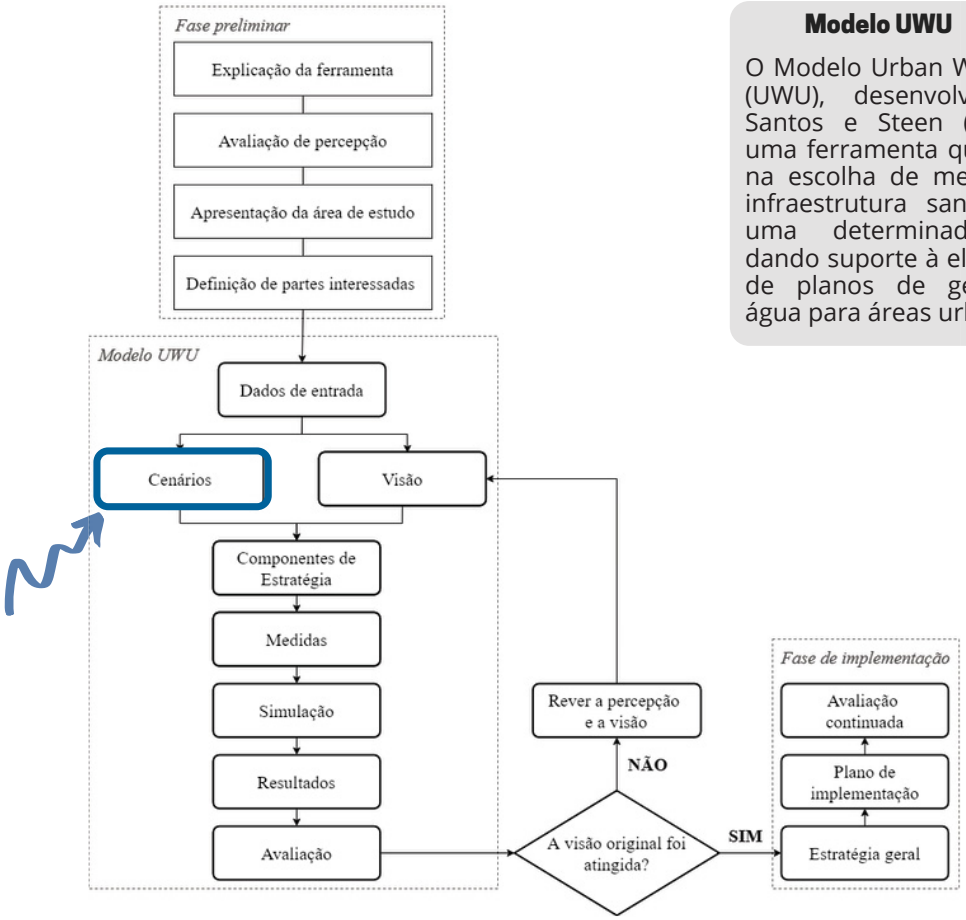
Manaus Verde e Azul
Sobre a pesquisa

Esta pesquisa busca estruturar uma ferramenta de gestão de água no meio urbano (Figura 1) com base nas filosofias da Gestão Integrada das Águas Urbanas e da Infraestrutura Verde e Azul, contribuindo para a revitalização de áreas urbanas.

Para isso, uma das etapas é a construção de cenários (em destaque na Figura 1) com objetivo de identificar fatores externos que possam ocorrer no futuro e que influenciarão as estratégias a serem adotadas.

Os fatores externos são variáveis impossíveis de controlar, tais como o crescimento populacional, desenvolvimento econômico e mudanças climáticas, mas que são consideradas nas simulações.

Figura 1 - Estrutura da ferramenta



Modelo UWU

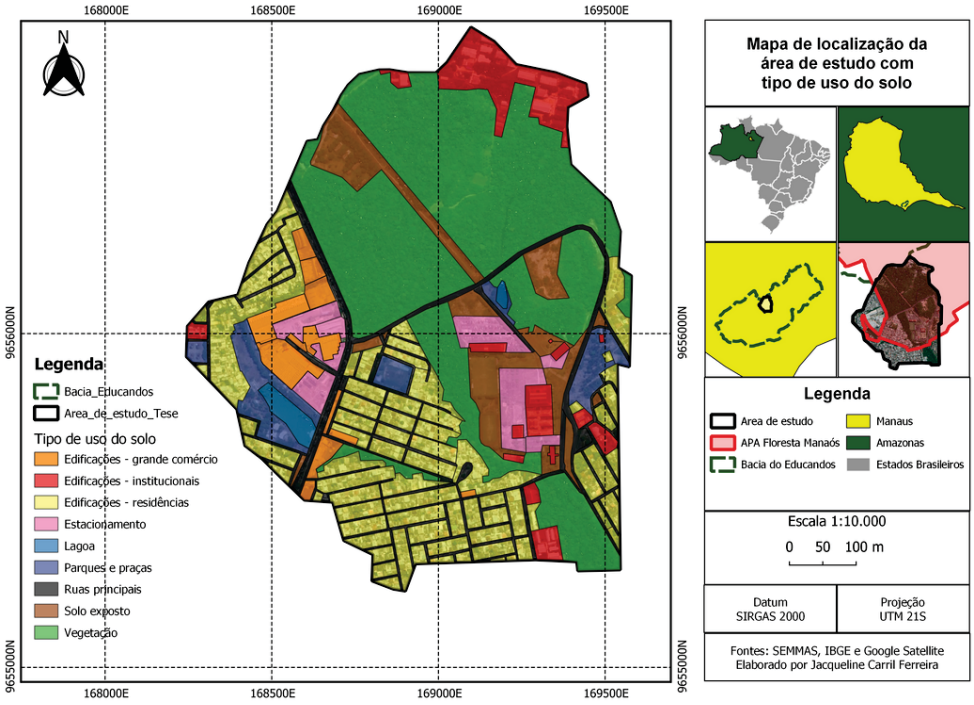
O Modelo Urban Water Use (UWU), desenvolvido por Santos e Steen (2011), é uma ferramenta que auxilia na escolha de medidas de infraestrutura sanitária de uma determinada área, dando suporte à elaboração de planos de gestão de água para áreas urbanas.

Fonte: Adaptado de Santos e Steen (2011) e Destro (2016).

Manaus Verde e Azul
Área de estudo e Participantes

A área de estudo é uma sub-bacia (Figura 2), localizada na cidade de Manaus-AM, dentro da bacia hidrográfica do Educandos e da Área de Proteção Ambiental Floresta Manaós.

Figura 2 - Área de estudo



Participantes da pesquisa



Os Indivíduos da comunidade são aquelas pessoas que residem na área de estudo ou no entorno e que se voluntariam a participar da pesquisa.
O Corpo Técnico é composto por indivíduos de diferentes expertises, desde que conhecedores das características da área de estudo.
Os facilitadores são profissionais treinados para aplicar a ferramenta.

Manaus Verde e Azul
Construção de cenários

<u>Instruções</u>
Cada fator externo possui uma carta, se for considerado importante para as simulações, utilizar a carta específica:

- **Carta A** - Crescimento populacional.
- **Carta B** - Renda per capita.
- **Carta C** - Intensidade pluviométrica.
- **Carta D** - Variação de temperatura.

A Carta E deve ser utilizada para registrar os valores dos fatores externos e construção dos cenários.



Manaus Verde e Azul

Carta A

Demografia

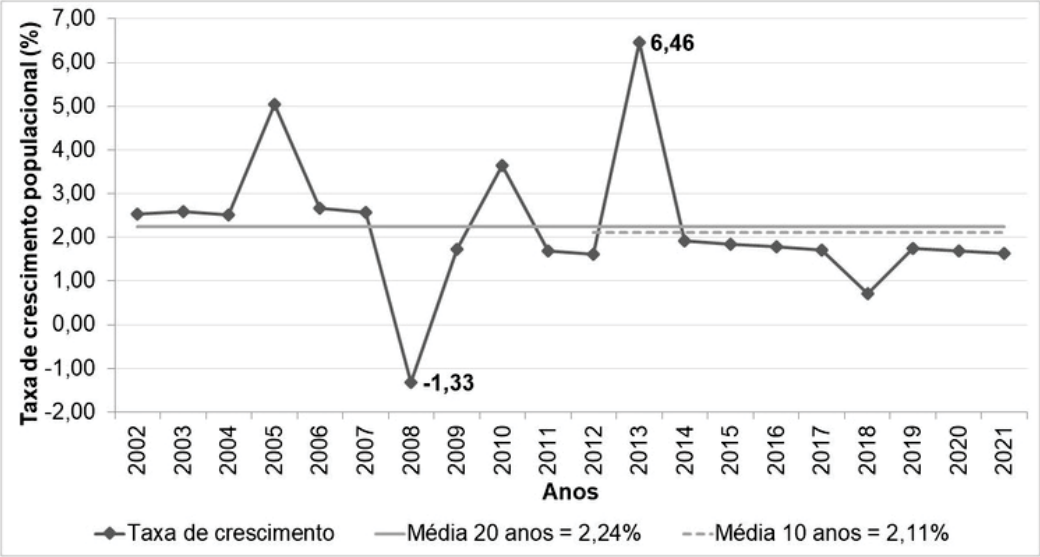
Crescimento populacional

Simbologia: λ
Unidade de medida: %a.a.

É o acréscimo ou decréscimo de pessoas em uma determinada área, expresso em taxa percentual ao ano (%a.a.).

Histórico:
Foram utilizados os dados do IBGE de 2002 a 2021 para determinar a taxa de crescimento populacional ao ano para a cidade de Manaus-AM.

Figura 3 - Taxa de crescimento populacional de Manaus-AM ao ano



Fonte: IBGE

Valor mínimo (%a.a.)	Valor médio (%a.a.)	Valor máximo (%a.a.)
-1,33 (em 2008)	**2,111** (de 2012 a 2021) **2,238** (de 2002 a 2021)	**6,46** (em 2013)

Instruções:

1. Explorar possíveis cenários de **crescimento populacional**.
2. Definir até quatro valores futuros.
3. Justificar a escolha dos valores.

Manaus Verde e Azul

Carta B

Desenvolvimento econômico

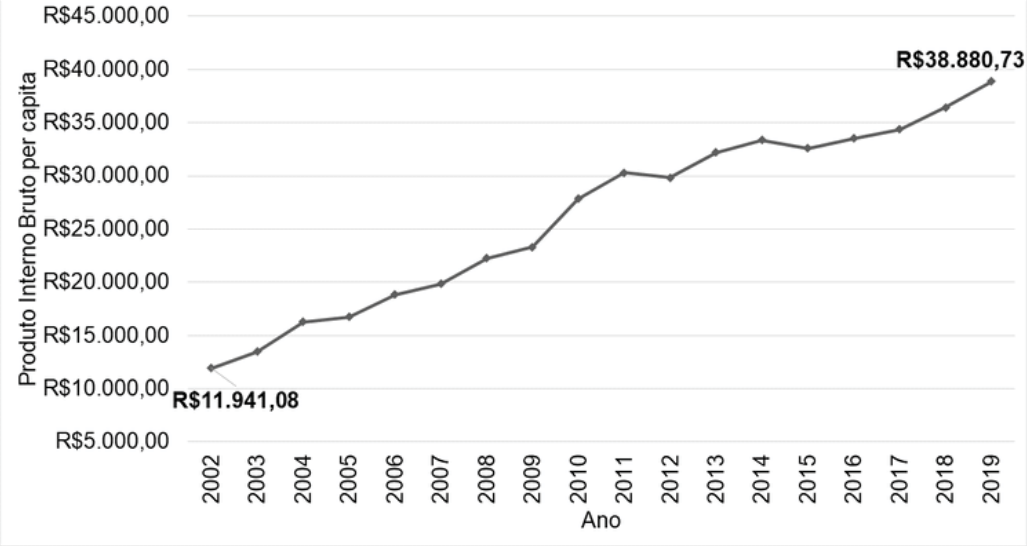
Renda per capita

Simbologia: PIB
Unidade de medida: R$/ano

É a relação do Produto Interno Bruto (PIB) e o número de habitantes em um ano, expresso em reais por ano (R$/ano).

Histórico:
Foram utilizados os dados do Produto Interno Bruto de 2002 a 2018, disponibilizados pelo IBGE e DATASUS para a cidade de Manaus-AM.

Figura 4 - Produto Interno Bruto per capita de Manaus-AM ao ano



Fonte: IBGE e DATASUS

Valor mínimo (R$/ano)	Valor médio (R$/ano)	Valor máximo (R$/ano)
11.941,08 (em 2002)	**26.277,51** (de 2002 a 2018)	**38.880,73** (em 2019)

Instruções:

1. Explorar possíveis cenários de **renda per capita**.
2. Definir até quatro valores futuros.
3. Justificar a escolha dos valores.

Manaus Verde e Azul

Carta C

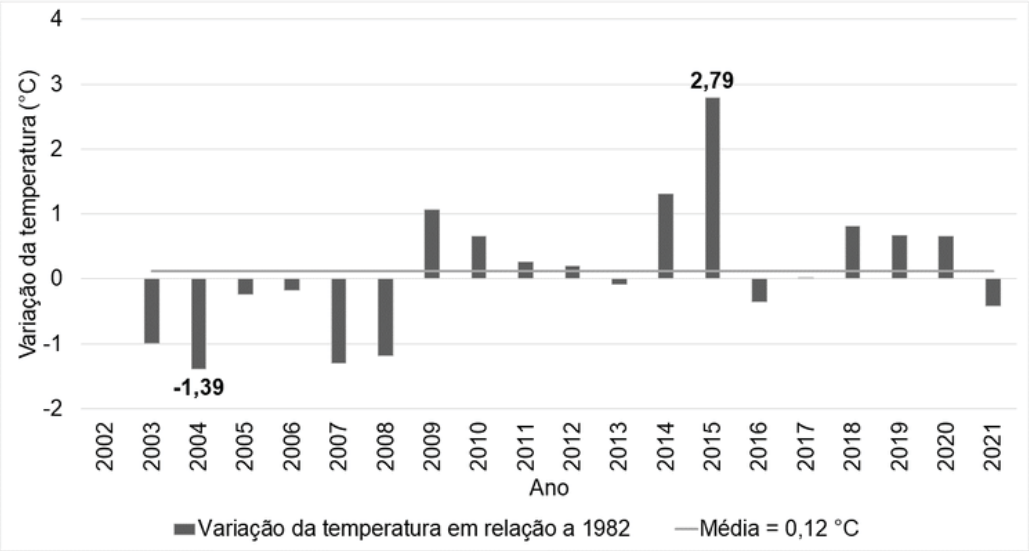
Mudanças climáticas

Variação de temperatura

Simbologia: ΔT
Unidade de medida: °C
É a diferença entre a temperatura registrada e uma temperatura de referência.

Histórico:
Foram utilizados os dados de temperatura do mês de setembro (mais quente do ano) de 2002 a 2021, disponibilizados pelo INMET para a cidade de Manaus-AM. A temperatura de referência foi a de 2002.

Figura 5 - Variação da temperatura em relação a 1982 em Manaus-AM



Fonte: INMET

Valor mínimo (°C)	Valor médio (°C)	Valor máximo (°C)
-1,39 (em 2004)	**0,122** (de 2002 a 2021)	**2,79** (em 2015)

Instruções:

1. Explorar possíveis cenários de **variação de temperatura**.
2. Definir até quatro valores futuros.
3. Justificar a escolha dos valores.

Manaus Verde e Azul

Carta D

Mudanças climáticas

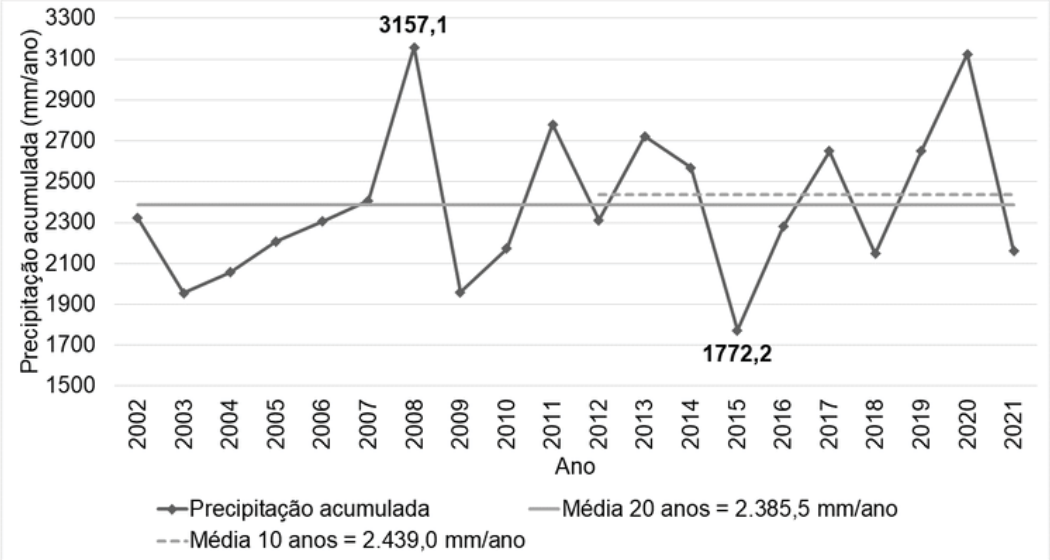
Intensidade pluviométrica

Simbologia: I
Unidade de medida: mm/ano

É a quantidade de chuva em uma unidade de tempo.

Histórico:
Foram utilizados os dados de precipitação anual de 2002 a 2021, disponibilizados pelo INMET para a cidade de Manaus-AM.

Figura 6 - Precipitação acumulada em Manaus-AM ao ano



Fonte: INMET

Valor mínimo (mm/ano)	Valor médio (mm/ano)	Valor máximo (mm/ano)
1.772,2 (em 2015)	**2.385,5** (de 2002 a 2021) **2.439,0** (de 2012 a 2021)	**3.157,1** (em 2008)

Instruções:

1. Explorar possíveis cenários de **intensidade pluviométrica**.
2. Definir até quatro valores futuros.
3. Justificar a escolha dos valores.

Manaus Verde e Azul

Carta E

Resumo dos valores
Construção dos cenários

Objetivo:

Horizonte (anos):

Valores dos fatores externos

Demografia
Crescimento populacional
λ - %a.a.

Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4

Desenvolvimento econômico
Renda per capita
PIB - R$/ano

Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4

Mudanças climáticas
Intensidade pluviométrica
I - mm/ano

Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4

Mudanças climáticas
Variação de temperatura
ΔT - °C

Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4

Construção dos cenários

Fatores externos	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
λ				
PIB				
I				
ΔT				

APÊNDICE J – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS



Manaus Verde e Azul

Questionário de avaliação

1. Você acha que os fatores externos sugeridos são relevantes para avaliar os cenários futuros?

	Discordo fortemente	Discordo	Neutro(a)	Concordo	Concordo fortemente	Não sei
a) Crescimento populacional	☐	☐	☐	☐	☐	☐
b) Renda per capita	☐	☐	☐	☐	☐	☐
c) Intensidade pluviométrica	☐	☐	☐	☐	☐	☐
d) Variação de temperatura	☐	☐	☐	☐	☐	☐

2. Você conhece outro(s) fator(es) externo(s) relevante(s) que deveria(m) ser acrescentado(s) aos cenários futuros? ☐ Sim ☐ Não

Se a resposta é "sim", favor especificar:

3. Você acha que quatro cenários é uma quantidade adequada para avaliar as medidas e os indicadores? ☐ Sim ☐ Não

Se a resposta é "não", especificar a quantidade ideal:

4. Você acha que o material disponibilizado foi adequado para a construção de cenários?

☐ Sim ☐ Não. Motivo:

5. Você acha que o tempo da atividade foi adequado para a construção de cenários?

☐ Sim ☐ Não. Tempo ideal:

6. Você tem algum comentário, sugestão e/ou modificação sobre a atividade de construção de cenários?

7. Caso queira se identificar (opcional):

Fonte: A Autora (2022).

APÊNDICE K – CARTILHA DE MEDIDAS DE INFRAESTRUTURA VERDE E AZUL

A Cartilha de medidas de Infraestrutura Verde e Azul (IVA) foi elaborada com o objetivo de fornecer mais informações e facilitar o processo de tomada de decisão. O layout de página para impressão é tamanho A5 (148 x 210 mm).

Cartilha de medidas

INFRAESTRUTURA VERDE E AZUL

Por Jacqueline Carril Ferreira

Apresentação

Esta cartilha tem o objetivo de fornecer informações importantes sobre algumas medidas de infraestrutura verde e azul que podem ser implementadas na cidade de Manaus-AM.

Faz parte da pesquisa de doutorado desenvolvida por Jacqueline Carril Ferreira sob orientação dos professores Daniel Costa dos Santos (Universidade Federal do Paraná) e Luiza Cintra Campos (*University College London*).

A pesquisa foi realizada no âmbito do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental (PPGERHA) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Contou com apoio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Manaus (SEMMAS), do Centro Universitário Luterano de Manaus (CEULM-ULBRA) e da *University College London* (*UCL*). Financiada pelo convênio entre a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Sumário

Manaus Verde e Azul	02	Medida 7 - Arborização de ruas	13
Medidas de infraestrutura verde e azul	03	Medida 8 - Parques urbanos	14
Classificação das medidas	04	Medida 9 - Cursos de água urbanos	15
Classificação em escala espacial	05	Medida 10 - Lagoas de água da chuva	16
Classificação em grau de benefícios	06	Medida 11 - Pavimento permeável	17
Medida 1 - Consumo eficiente da água	07	Medida 12 - Valas de infiltração	18
Medida 2 - Coleta de água da chuva	08	Medida 13 - Valas de biorretenção	19
Medida 3 - Uso de água cinza	09	Medida 14 - Wetlands construídos	20
Medida 4 - Telhado verde	10	Quadro resumo	21
Medida 5 - Jardins privados	11	Glossário	22
Medida 6 - Agricultura urbana	12	Referências	23

Manaus Verde e Azul

O que é?

Manaus Verde e Azul é um projeto que faz parte de uma pesquisa de doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental.

Onde vamos fazer?

O projeto foi pensado para ser aplicado na cidade de Manaus. Para representar as comunidades manauaras foi selecionada uma área no bairro Japiim.

Por que fazemos?

O principal objetivo do projeto é entregar uma ferramenta que auxilie à população e às instituições a decidirem medidas eficientes de saneamento que podem ser implementadas na comunidade.

Como vamos fazer?

Para aplicar a pesquisa vamos identificar as principais necessidades da comunidade, por meio de entrevistas e questionários. Depois vamos realizar um encontro com a Comunidade para apresentar os resultados obtidos e tomar decisões sobre as medidas de saneamento.

Quem somos nós?



Profª. MSc. Jacqueline Carril Ferreira



Prof. Dr. Daniel Costa dos Santos



Profª. Drª. Luiza Cintra Campos

Medidas de infraestrutura verde e azul

As medidas de infraestrutura verde e azul (IVA) integram a infraestrutura verde com a gestão da água, em escala espacial, de forma a propor medidas estruturais e não estruturais que aproximem o ambiente urbano do natural.

Na Figura 1 observamos algumas medidas de IVA que podem ser utilizadas em Manaus. Ver glossário

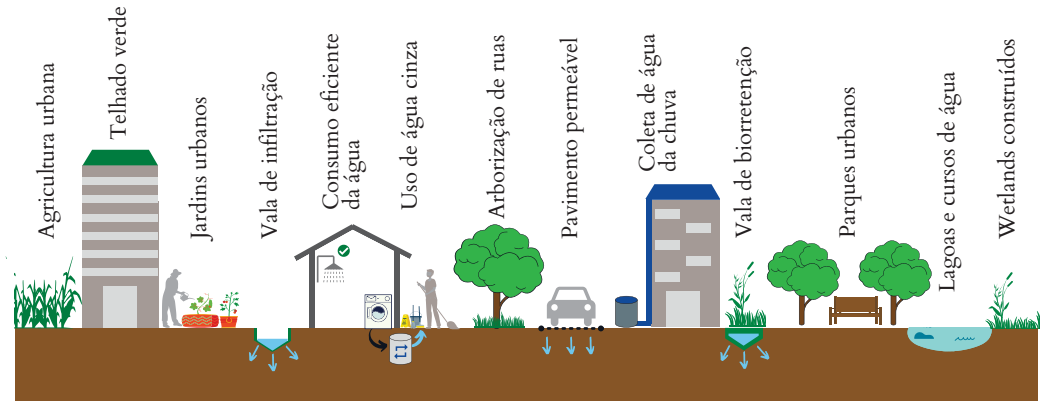


Figura 1 – Medidas de infraestrutura verde e azul
Adaptado de Elliot et al (2020)

Classificação das medidas

As medidas de IVA foram classificadas em escala espacial para garantir, ao usuário, diferentes níveis de interesse na implementação das medidas de IVA, como abordam Voskamp e Ven (2015). A classificação destas escalas se baseia em critérios semelhantes ao proposto por Shaw, Colley e Connell (2007):



Cada medida foi avaliada quanto aos benefícios relacionados à água potável, ao esgoto, aos rios, às enchentes e às áreas verdes. A classificação destes benefícios em graus alto, médio, baixo ou até não existir para as medidas foi inspirada no trabalho de Derkzen, Teeffelen e Verburg (2017).



A seguir estão detalhadas as classificações das medidas.

Classificação em escala espacial



Lote



Vizinhança



Bacia

Escala espacial

Lote - Medidas desenvolvidas em moradias individuais, blocos de apartamentos ou edifícios comerciais, podendo estar no interior ou no entorno destas edificações.
Vizinhança - Medidas desenvolvidas em grupos de edificações, podendo abranger diferentes usos e dimensões.
Bacia - Medidas que abrangem a bacia hidrográfica ou microbacia, as quais relacionadas principalmente ao uso do solo.

Ver glossário

Classificação em grau de benefícios

Grau do benefício	Água potável	Esgoto	Rios	Enchentes	Áreas verdes
Nenhum					
Baixo					
Médio					
Alto					

Grau do benefício

Nenhum - Não possui benefício.
Baixo - Possui baixo benefício.
Médio - Possui médio benefício.
Alto - Possui alto benefício.

Tipo de benefício

Água potável - aumento da oferta de água potável nas residências.
Esgoto - aumento da coleta e tratamento de esgoto doméstico.
Rios - aumento da qualidade da água dos rios e igarapés.
Enchentes - retenção de água da chuva evitando enchentes e inundações.
Áreas verdes - aumento de área verde por pessoa melhorando o bem-estar.

Medida 1 - Consumo eficiente da água

O que é?
Redução do tempo de uso de água para economizar água potável.



Onde?
Residências unifamiliares e multifamiliares, edifícios comerciais e institucionais.

Por que?
A quantidade de água potável desperdiçada pode ser utilizada para abastecer áreas que não possuem o abastecimento com água potável.

Como?
Sensibilização da quantidade de água que é utilizada durante o dia e redução do tempo de uso de alguns aparelhos sanitários não deixando de ter conforto.

Escala espacial



Benefícios



Medida 2 - Coleta de água da chuva

O que é?
Aproveitar água da chuva para regar jardim ou lavagem de piso.



Onde?
Residências unifamiliares e multifamiliares, edifícios comerciais e institucionais.

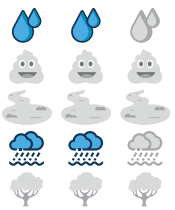
Por que?
A água da chuva pode ser aproveitada nas edificações para usos não potáveis, além de contribuir para a retenção de água que iria para a drenagem urbana, diminuindo a ocorrência de enchentes.

Como?
A água da chuva é coletada diretamente dos telhados através de tubulações, passa por um tratamento prévio e é armazenada para usos não potáveis.

Escala espacial



Benefícios



Medida 3 - Uso de água cinza

O que é?
Aproveitar água da máquina de lavar roupas para regar jardim ou lavagem de piso.



Onde?
Residências unifamiliares e multifamiliares, edifícios comerciais e institucionais.

Por que?
A água cinza pode ser utilizada nas edificações para usos não potáveis, além de reduzir a carga de poluentes no esgoto doméstico que iria para o sistema de esgoto.

Como?
A água cinza é coletada das máquinas de lavar roupas através de tubulações, passa por um tratamento prévio e é armazenada para usos não potáveis.

Escala espacial



Benefícios



Medida 4 - Telhado verde

O que é?
Vegetação sobre o telhado da edificação para amenizar a temperatura e reter água de chuva.



Onde?
Residências unifamiliares e multifamiliares, edifícios comerciais e institucionais.

Por que?
Reduzem a temperatura da edificação melhorando o conforto térmico e diminuindo os custos com energia elétrica. Melhoram a qualidade do ar e contribuem para a biodiversidade. Diminuem a ocorrência de enchentes ao reter água da chuva no solo.

Como?
A edificação deve ter estrutura suficiente para instalação do telhado verde. Os tipos de telhado verde dependem da vegetação escolhida e da manutenção desejada.

Escala espacial



Benefícios



Medida 5 - Jardins privados

O que é?
Áreas verdes dentro de lotes particulares.



Onde?
Residências unifamiliares e multifamiliares, edifícios comerciais e institucionais.

Por que?
As plantas fornecem conforto ambiental e produtos frescos. Melhoram a qualidade do ar e contribuem para a biodiversidade. Reduzem o estresse ao praticar a jardinagem. Diminuem a ocorrência de enchentes ao reter água da chuva no solo.

Como?
Definir a área onde o jardim será instalado considerando o tipo de solo, incidência do sol e o tipo de plantas que serão utilizadas.

Escala espacial



Benefícios



Medida 6 - Agricultura urbana

O que é?
Cultivo de hortaliças, plantas medicinais, espécies frutíferas e flores.



Onde?
Pequenas áreas urbanas, terrenos baldios ou áreas subutilizadas.

Por que?
As plantas fornecem conforto ambiental e produtos frescos. Melhoram a qualidade do ar e contribuem para a biodiversidade. Diminuem a ocorrência de enchentes ao reter água da chuva no solo. Possui importância social e econômica para a região.

Como?
Definir a área a ser utilizada para o plantio considerando o tipo de solo, incidência do sol e o tipo de plantas que serão utilizadas. No Amazonas, a Lei N.º 5.033 de 4 de dezembro de 2019 dispõe sobre a Política Estadual de Apoio à Agricultura Urbana.

Escala espacial



Benefícios



Medida 7 - Arborização de ruas

O que é?
Árvore localizada ao longo de uma rua pública ou privada.



Onde?
As árvores podem ser plantadas ao longo das calçadas ou canteiros centrais, obedecendo a legislação municipal sobre o plantio.

Por que?
As árvores fornecem conforto ambiental e sombra. Melhoram a qualidade do ar e contribuem para a biodiversidade. Diminuem a ocorrência de enchentes ao reter água da chuva no solo. Possui importância social e econômica para a região.

Como?
A cidade de Manaus possui a Resolução COMDEMA Nº 087 de 01 de dezembro de 2016 que dá instruções para o plantio de árvores.

Escala espacial

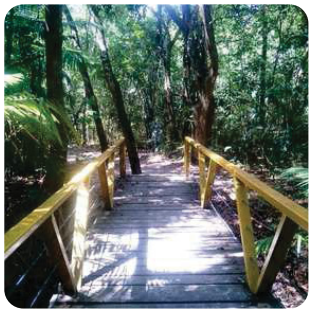


Benefícios



Medida 8 - Parques urbanos

O que é?
Parques na cidade com áreas verdes e espaço para lazer.



Onde?
Os parques ocupam áreas destinadas ao lazer da população com vegetação e espaço para animais.

Por que?
Os parques oferecem conforto ambiental e espaço de lazer. Melhoram a qualidade do ar e contribuem para a biodiversidade. Diminuem a ocorrência de enchentes ao reter água da chuva no solo. Possui importância social e econômica para a região.

Como?
Os parques são implementados obedecendo o Plano Diretor da cidade, possuem áreas verdes com espaço para lazer como pista de caminhadas, *playground*, piquenique, esportes, entre outros.

Escala espacial



Benefícios



Medida 9 - Cursos de água urbanos

O que é?
Cursos d'água ao longo da cidade.



Onde?
Os cursos d'água são estabelecidos naturalmente, porém alguns podem se encontrar enterrados ou canalizados.

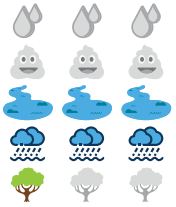
Por que?
Diminuem a ocorrência de enchentes ao reter água da chuva no curso d'água. Conforto ambiental ao melhorar o microclima urbano. Os espaços no entorno podem ser utilizados para lazer e contemplação da natureza.

Como?
Identificar os cursos d'água antigos que foram enterrados e/ou recuperar o leito natural de cursos d'água canalizados.

Escala espacial



Benefícios



Medida 10 - Lagoas de água da chuva

O que é?
Lagoas que recebem e armazenam a água da chuva.



Onde?
As lagoas podem ser estabelecidas naturalmente ou construídas em espaços amplos.

Por que?
Diminuem a ocorrência de enchentes ao reter água da chuva na lagoa. Conforto ambiental ao melhorar o microclima urbano. Os espaços no entorno podem ser utilizados para lazer e contemplação da natureza.

Como?
Identificar os locais onde podem ser implementadas lagoas de água de chuva e/ou recuperar lagoas existentes.

Escala espacial



Benefícios



Medida 11 - Pavimento permeável

O que é?
Permite a passagem de água da superfície para o solo.



Onde?
Podem ser implantados ao longo das calçadas ou canteiros centrais, em estacionamentos e ruas de baixo tráfego de veículos.

Por que?
Diminuem a ocorrência de enchentes ao reter água da chuva na superfície abaixo do pavimento. Tratam e abastecem água para o lençol freático. Diminuem a carga de poluentes que escoa na superfície.

Como?
Implantação e/ou substituição do pavimento existente por pavimentos que permitam a infiltração de água no solo.

Escala espacial



Benefícios



Medida 12 - Valas de infiltração

O que é?
Valas que permitem a infiltração da água em períodos de chuva.



Onde?
Ao longo das ruas, em estacionamentos e áreas próximas aos cursos d'água.

Por que?
Diminuem a ocorrência de enchentes ao reter água da chuva no solo. Tratam e abastecem água para o lençol freático. Diminuem a carga de poluentes que escoa na superfície. Controlam a erosão do solo.

Como?
Definir a área onde a vala será implantada considerando o tipo de solo, a intensidade de chuva e a facilidade de manutenção.

Escala espacial



Benefícios



Medida 13 - Valas de biorretenção

O que é?
Áreas de vegetação para retenção e tratamento de água.

Ver glossário



Onde?
Ao longo das ruas, em estacionamentos e áreas próximas aos cursos d'água.

Por que?
Diminuem a ocorrência de enchentes ao reter água da chuva no solo. Tratam e abastecem água para o lençol freático. Diminuem a carga de poluentes que escoa na superfície. Controlam a erosão do solo.

Como?
Definir a área onde a vala será implantada considerando o tipo de solo, a intensidade de chuva e a facilidade de manutenção.

Escala espacial



Benefícios



Medida 14 - Wetlands construídos

O que é?
Áreas de vegetação para detenção e tratamento de água.

Ver glossário



Onde?
Ao longo das ruas, em estacionamentos e áreas próximas aos cursos d'água.

Por que?
Diminuem a ocorrência de enchentes ao deter água da chuva no solo. Tratam e abastecem água para o lençol freático. Diminuem a carga de poluentes que escoa na superfície. Controlam a erosão do solo.

Como?
Definir a área onde o wetland será implantado considerando o tipo de solo, a intensidade de chuva e a facilidade de manutenção.

Escala espacial



Benefícios



Quadro resumo

Medidas	Escala espacial			Benefícios				
	Lote	Vizinhança	Bacia	Água potável	Esgoto	Rios	Enchentes	Áreas verdes
1 - Consumo eficiente da água	✓			Alto	Médio	-	-	-
2 - Coleta de água da chuva	✓			Médio	-	-	Médio	-
3 - Uso de água cinza	✓			Médio	Médio	Médio	-	-
4 - Telhado verde	✓			-	-	Médio	Médio	Médio
5 - Jardins privados	✓			-	-	-	Médio	Médio
6 - Agricultura urbana		✓	✓	-	-	Médio	Alto	Alto
7 - Arborização de ruas		✓	✓	-	-	-	Médio	Alto
8 - Parques urbanos		✓	✓	-	-	Médio	Médio	Alto
9 - Canais de água urbanos		✓	✓	-	-	Alto	Alto	Baixo
10 - Lagoas de água da chuva		✓	✓	-	-	Alto	Alto	-
11 - Pavimento permeável		✓	✓	-	-	Médio	Médio	-
12 - Valas de infiltração		✓	✓	-	-	Médio	Alto	Baixo
13 - Valas de biorretenção		✓	✓	-	-	Alto	Alto	Médio
14 - Wetlands construídos	✓	✓	✓	-	Médio	Alto	Alto	Médio

Glossário

Água cinza
Água que foi utilizada no chuveiro, lavatório, lavagem de louças e roupas.

Bacia hidrográfica
Área com um curso de água principal em que todas as águas escoam para o mesmo ponto de referência.

Detenção
Ação de deter temporariamente a água da chuva e liberar aos poucos após a chuva.

Infraestrutura verde
Elementos construídos com a vegetação para aproximar do ambiente natural e minimizar os impactos causados ao ciclo da água.

Medidas estruturais
Obras para deter, reter ou melhorar o escoamento da água sob a superfície do solo.

Medidas não estruturais
Ações de educação ambiental, sensibilização e políticas públicas que regulem o uso e ocupação do solo para melhoria do escoamento superficial da água.

Retenção
Ação de reter a água da chuva e manter esta água no local.

Referências

DERKZEN, M. L.; VAN TEEFFELEN, A. J. A.; VERBURG, P. H. Green infrastructure for urban climate adaptation: How do residents' views on climate impacts and green infrastructure shape adaptation preferences?. **Landscape and urban planning**, v. 157, p. 106-130, 2017.

ELLIOTT, R. M.; MOTZNY, E.; MAJD, S.; CHAVEZ, F. J. V.; LAIMER, D.; ORLOVE, B. S.; CULLIGAN, P. J. Identifying linkages between urban green infrastructure and ecosystem services using an expert opinion methodology. **Ambio**, v. 49, n. 2, p. 569-583, 2020.

SHAW, R.; COLLEY, M.; CONNELL, R. **Climate change adaptation by design**: a guide for sustainable communities. London: Town and Country Planning Association, 2007.

VOSKAMP, I. M.; VEN, F. H. Van de. Planning support system for climate adaptation: Composing effective sets of blue-green measures to reduce urban vulnerability to extreme weather events. **Building and Environment**, Elsevier, v. 83, p. 159–167, 2015.



Realização

UFPR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PPGERHA

Apoio

Meio Ambiente e Sustentabilidade

ULBRA MANAUS

UCL

Financiamento

FAPEAM
FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DO AMAZONAS

CAPES

Mais informações:

@manausverdeeazul

manausverdeeazul@gmail.com



APÊNDICE L – COMPOSIÇÃO DO CONSELHO DA APA FLORESTA MANAÓS

Na Tabela 64 tem-se um resumo da composição do Conselho Consultivo da APA Floresta Manaós desde sua criação.

Tabela 64 – Composição do Conselho da APA Floresta Manaós, nos três mandatos existentes

Órgão/Entidade	Tipo	2013	2015	2017	Mandatos
SEMMAS (Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade)	Órgão municipal	X	X	X	3
UFAM (Universidade Federal do Amazonas)	Órgão federal	X	X	X	3
INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia)	Órgão federal	X	X	X	3
CEULM/ULBRA (Centro Universitário Luterano de Manaus)	Entidades/ Associações	X	X	X	3
Conjunto Acariquara	Entidades/ Associações	X	X	X	3
Movimento Educar para a Cidadania	Entidades/ Associações	X	X	X	3
MANAUSCULT (Diretoria Municipal de Cultura e Artes)	Órgão municipal	X	—	—	1
MANAUSTRANS (Instituto Municipal de Engenharia e Fiscalização do Trânsito)	Órgão municipal	X	—	—	1
SEMDEJ (Secretaria Municipal de Desporto e Lazer)	Órgão municipal	X	—	—	1
SINDUSCON-AM (Sindicato da Indústria da Construção Civil do Amazonas)	Entidades/ Associações	X	—	—	1
IMPLURB (Instituto Municipal de Planejamento Urbano)	Órgão municipal	—	X	X	2
SEDUC (Secretaria de Estado de Educação e Qualidade de Ensino)	Órgão estadual	—	X	X	2
ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade)	Órgão federal	—	X	X	2
SEMINF (Secretaria Municipal de Infraestrutura)	Órgão municipal	—	X	—	1
Instituto Amazônico de Cidadania	Entidades/ Associações	—	X	—	1
ADUA (Associação dos Docentes da Universidade Federal do Amazonas)	Entidades/ Associações	—	X	—	1
SEMED (Secretaria Municipal de Educação)	Órgão municipal	—	—	X	1

Fonte: Adaptado de Manaus (2013), Manaus (2015) e Manaus (2017).

APÊNDICE M – PRIMEIRAS POSTAGENS NA REDE SOCIAL DO PROJETO

As primeiras postagens na rede social (Figura 58) seguiram a lógica da ferramenta administrativa *5W2H* (*What, Why, Who, Where, When, How e How much* — O que, Por que, Quem, Onde, Quando, Como e Quanto, em tradução própria), intercaladas com frases de diferentes autores.

Figura 58 – Primeiras postagens na rede social do projeto



Fonte: https://www.instagram.com/manausverdeeazul/

APÊNDICE N – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE PERCEPÇÃO DOS MEMBROS DA APA

Foi planejada a avaliação de percepção dos membros do Conselho da APA Floresta Manaós através da elaboração de um questionário *online* na plataforma *Google Forms*.

Foi realizada a pesquisa documental aos mandatos do Conselho da APA para identificar sua composição e, assim, elaborar as perguntas de caracterização.

A princípio, a aplicação do questionário seria de forma presencial, no entanto, à época dos levantamentos de campo, o contato social foi limitado devido à pandemia do SARS-CoV-2.

- **Pré-teste**

Antes de entregar o questionário ao público-alvo, foi realizado um pré-teste, sendo convidadas 25 pessoas a responder o questionário e avaliar se as perguntas estavam claras e objetivas. Obtiveram-se 60% de retorno no pré-teste e as considerações resultaram em quatro seções e 12 perguntas no questionário final aplicado.

- **Estrutura do questionário**

A página inicial do questionário apresentou o TCLE com uma pergunta sobre a concordância em participar da pesquisa nos termos deste. As páginas seguintes foram divididas em quatro seções, com o total de doze perguntas e tempo médio de resposta de quatro minutos:

I) Informações Gerais – avaliar o tipo e o tempo de representação dos respondentes;

II) Participação – avaliar a opinião dos respondentes quanto à participação de diferentes representações (sua própria, a de órgãos e empresas, e da comunidade) nas atividades propostas pelo Conselho na APA Floresta Manaós;

III) Percepção – avaliar a percepção dos respondentes quanto às maiores necessidades da APA Floresta Manaós.

IV) Sobre você – identificar o perfil sociodemográfico dos respondentes.

A primeira seção possuía duas perguntas. Uma primeira pergunta, do tipo múltipla escolha semiaberta, sobre a classificação da participação do(a) respondente no Conselho da APA

Floresta Manaós tinha como opções: "Representante de Órgão público (municipal, estadual ou federal)", "Representante de Entidades/Associações" ou "Outro". As opções foram baseadas na categoria de representação percebidas no conselho, com a opção de acrescentar outra representatividade que não estivesse vinculada oficialmente ao Conselho, mas que colabora em suas ações. Outra pergunta sobre o tempo de representação do(a) respondente no Conselho da APA foi do tipo aberta.

Na segunda seção com três perguntas sobre a participação de diferentes representações nas atividades do Conselho da APA, foi utilizada a escala de opinião do tipo Likert. As opções de resposta foram:

a) Nunca participa – Não participa em nenhuma das atividades propostas pelo Conselho;

b) Participa poucas vezes – Tem menos de 50% de participação;

c) Participa muitas vezes – Tem mais de 50% de participação;

d) Sempre participa – Participa em todas as atividades propostas pelo Conselho;

e) Não sei responder – Não sabe responder ou não tem certeza.

Para auxiliar os respondentes foi elaborada uma imagem com estas informações, disponível no questionário. Cada pergunta pedia para classificar a participação:

a) do(a) respondente;

b) de Órgãos e Empresas (públicos, privados, governamentais, não governamentais, entre outros);

c) da Comunidade (pessoas residentes em domicílios na APA).

A terceira seção, continha três perguntas, uma do tipo aberta sobre as necessidades que o(a) respondente observa na APA Floresta Manaós, pedindo para citar três principais. As outras duas perguntas foram do tipo múltipla escolha, uma perguntava se o(a) respondente já conhecia as necessidades da APA antes de fazer parte do conselho e a outra perguntava se possui domicílio na APA.

A quarta e última seção, continha quatro perguntas, três do tipo múltipla escolha sobre idade, gênero e nível de escolaridade. A última pergunta era do tipo aberta e opcional, pois deixava espaço para identificação.

- **Aplicação do questionário**

A forma de abordagem dos participantes para responderem ao questionário ocorreu de duas formas: *e-mail* e aplicativo de mensagem. Em ambas as formas foi enviado um convite com o objetivo e o link para participação (APÊNDICE O) e informando o tempo médio de 4 minutos para preenchimento.

- **Análise das respostas do questionário**

Para as perguntas de múltipla escolha foi realizada a sistematização, tabulação cruzada e análise crítica dos dados primários obtidos através das respostas do questionário online.

Para a pergunta aberta sobre as três necessidades principais da APA Floresta Manaós foi realizada a análise de conteúdo das respostas obtidas, utilizando código para manter o sigilo das respondentes.

Consulta ao Conselho Consultivo da APA Floresta Manaós

Este questionário tem o objetivo de fazer uma consulta aos membros do Conselho Consultivo da APA Floresta Manaós.

As perguntas fazem parte da pesquisa de doutorado de Jacqueline Carril Ferreira, com orientação dos professores Daniel Costa dos Santos (UFPR-Brasil) e Luiza Cintra Campos (UCL-Inglaterra).

A pesquisa cumpre as exigências éticas, com aprovação pelos Comitês de Ética do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná - SCS/UFPR (CAAE: 22814819.5.0000.0102) e do Centro Universitário Luterano de Manaus - CEULM-ULBRA (CAAE: 22814819.5.3001.5014).
*Obrigatório

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pode ser acessado no link: https://bit.ly/2NKBoe4

1. Ao clicar no botão abaixo, você concorda em participar da pesquisa nos termos deste TCLE. Caso não concorde em participar, apenas feche essa página no seu navegador. *

   Marcar apenas uma oval.

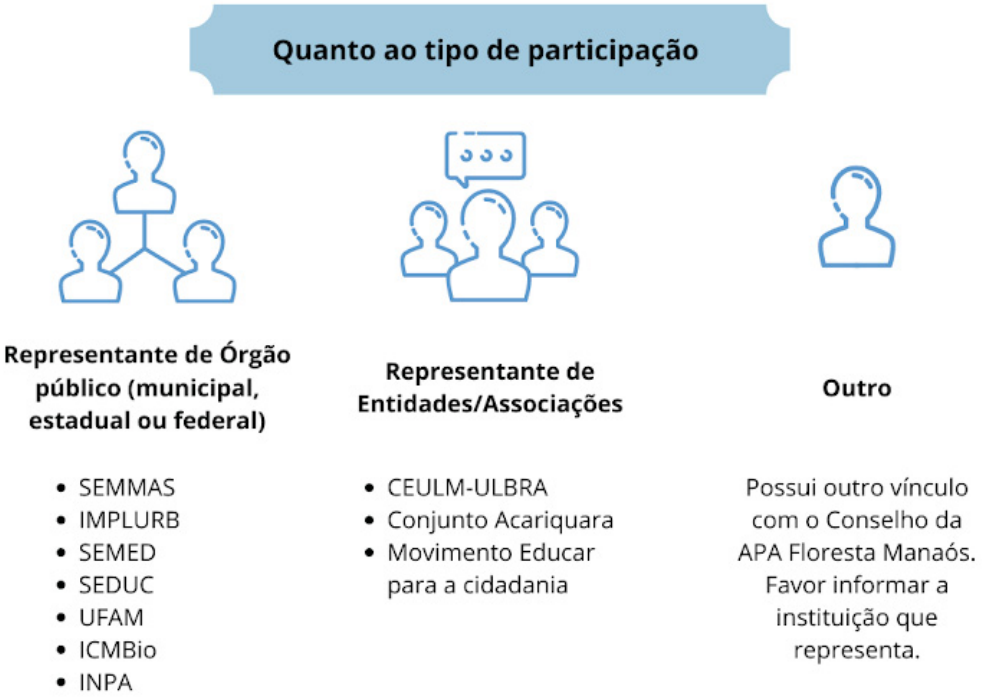
   ◯ Li e concordo em participar da pesquisa.

1 - Informações gerais

Sua identificação não será divulgada.

As informações solicitadas são para classificar o tipo de representação e o tempo em que fazes parte do Conselho da APA Floresta Manaós (anteriormente denominada APA UFAM-Acariquara).

2. 1. A sua participação no Conselho da APA Floresta Manaós é classificada como: *



Marcar apenas uma oval.

- ◯ Representante de Órgão público (municipal, estadual ou federal)
- ◯ Representante de Entidades/Associações
- ◯ Outro: _____

3. 2. Há quanto tempo você faz parte do Conselho da APA Floresta Manaós? (Pode ser em meses ou anos). *

_____

2 - Participação

Esta etapa é para você informar sua percepção quanto à participação nas atividades (reuniões, ações na comunidade, entre outras) propostas pelo Conselho da APA Floresta Manaós.

A imagem abaixo auxilia em caso de dúvidas ao responder as perguntas 3 a 5.



4. 3. Como você classificaria a SUA PARTICIPAÇÃO na APA Floresta Manaós: *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Nunca participa
- ◯ Participa poucas vezes
- ◯ Participa muitas vezes
- ◯ Sempre participa
- ◯ Não sei responder

5. 4. Como você classificaria a participação de ÓRGÃOS e EMPRESAS (públicos, privados, governamentais, não-governamentais, e outros) na APA Floresta Manaós: *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Nunca participa
- ◯ Participa poucas vezes
- ◯ Participa muitas vezes
- ◯ Sempre participa
- ◯ Não sei responder

6. 5. Como você classificaria a participação da COMUNIDADE (pessoas residentes em domicílios dentro da APA ou entorno) na APA Floresta Manaós: *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Nunca participa
- ◯ Participa poucas vezes
- ◯ Participa muitas vezes
- ◯ Sempre participa
- ◯ Não sei responder

3 - Percepção

Nesta etapa você pode informar sua percepção com relação às maiores necessidades dentro da APA Floresta Manaós.

7. 6. Dentre as necessidades que você observa dentro da APA Floresta Manaós, cite três principais: *

8. 7. Você já conhecia as necessidades da APA antes de fazer parte do Conselho? *

   Marcar apenas uma oval.

   - ◯ Sim
   - ◯ Não
   - ◯ Prefiro não responder

9. 8. Você possui domicílio dentro da APA? *

   Marcar apenas uma oval.

   - ◯ Sim
   - ◯ Não
   - ◯ Prefiro não responder

4 - Sobre você

Nesta última etapa faremos perguntas sobre sua idade, gênero e escolaridade.

Caso você não queira ou não se sinta a vontade em responder estas perguntas, assinale a opção "Prefiro não responder".

10. 9. Qual o grupo corresponde a sua idade? *

    Marcar apenas uma oval.

    - ◯ 18 a 29 anos
    - ◯ 30 a 39 anos
    - ◯ 40 a 49 anos
    - ◯ 50 a 59 anos
    - ◯ 60 a 69 anos
    - ◯ 70 a 79 anos
    - ◯ Acima de 80 anos
    - ◯ Prefiro não responder

11. 10. Qual gênero você se identifica? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Feminino
- ◯ Masculino
- ◯ Prefiro não responder
- ◯ Outro: _____

12. 11. Qual o maior nível de escolaridade que você completou? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Não frequentei a escola
- ◯ Ensino Infantil
- ◯ Ensino Fundamental
- ◯ Ensino Médio (antigo 2º grau)
- ◯ Ensino Superior
- ◯ Especialização
- ◯ Mestrado
- ◯ Doutorado
- ◯ Prefiro não responder

13. 12. Caso queira se identificar, utilize o espaço abaixo (Opcional):

_____

_____

_____

_____

_____

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

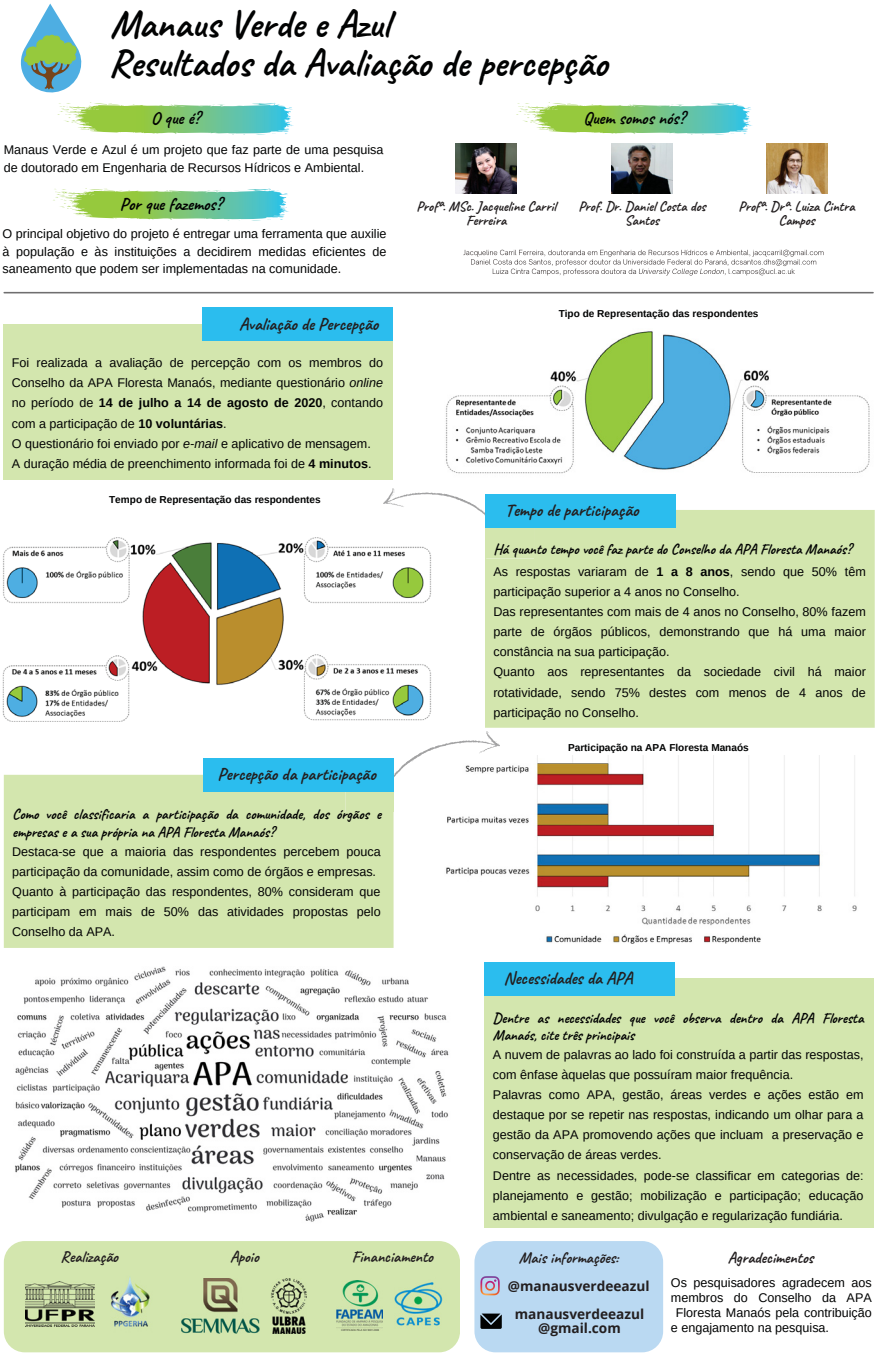
Google Formulários

APÊNDICE O – CONVITE PARA AVALIAÇÃO DE PERCEPÇÃO DOS MEMBROS DA APA FLORESTA MANAÓS



Fonte: A Autora (2020).

APÊNDICE P – FOLHETO DE RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE PERCEPÇÃO DOS MEMBROS DA APA FLORESTA MANAÓS



Fonte: A Autora (2022).

APÊNDICE Q – CADASTRO DE PARTICIPANTE

Manaus Verde e Azul

Cadastro participante

1. Tipo de participante*	2. Nome completo	3. Telefone	4. E-mail	5. Endereço	6. Outras observações

*Preencher: IC - Indivíduo da comunidade; CT - Corpo Técnico; Outro - especificar

Fonte: A Autora (2022).

APÊNDICE R – CÁLCULOS E DEFINIÇÕES DOS INDICADORES

Cálculos utilizados para determinar os indicadores sob influência dos fatores externos

Fator externo: variação de temperatura e PIB per capita.
Influência sobre os indicadores:

- Cobertura do sistema de abastecimento de água;
- Carga de DBO do esgoto doméstico;

Os fatores externos de variação de temperatura e PIB per capita influenciam diretamente no consumo per capita de água dos cenários ($q_{e,sc}$). Com o intuito de definir uma equação para $q_{e,sc}$ foi utilizada regressão através da função análise de dados do *software* Excel com os dados de variação de temperatura e do PIB_3 per capita da cidade de Manaus de 2017 a 2020, obtendo-se a seguinte equação com R^2=0,73:

$$q_{e,sc} = 0{,}004522741 \cdot PIB_3 + 3{,}145750585 \cdot \Delta T - 84{,}48967003$$

Esta equação foi utilizada para determinar o consumo per capita em função dos fatores externos, porém deve-se considerar que a medida selecionada também pode afetar o consumo. Neste caso determina-se o consumo per capita em função da medida ($q_{e,ms}$) e a economia de água potável (Δq) ao utilizar a medida. Com estes cálculos é possível determinar o consumo per capita (q_e) a utilizar nas simulações fazendo a proporção decorrente do nível de aceitação da medida (a). A marcha de cálculo para determinar q_e é:

Descrição	Cálculo	Unidade
Temperatura média adotada	T_3 – dado de entrada (Corpo Técnico).	°C
Temperatura média de referência	T_0 – dado de entrada.	°C
Variação da temperatura	$\Delta T = T_3 - T_0$	°C
PIB per capita	PIB_3 – dado de entrada (Corpo Técnico).	R$/hab/ano
Consumo per capita de água decorrente dos fatores externos (R^2=0,73)	$q_{e,sc} = 0{,}004522741 \cdot PIB_3 + +3{,}145750585 \cdot \Delta T - 84{,}48967003$	L/hab/dia
Consumo per capita de água decorrente da medida	$q_{e,ms}$ – depende da medida.	L/hab/dia
Economia com a medida	$\Delta q = q_{e,sc} - q_{e,ms}$	L/hab/dia
Aceitação da medida	a – depende do nível de interesse dos usuários	%
Consumo per capita de água decorrente da medida	$q_e = q_{e,sc} - \Delta q \cdot \frac{a}{100}$	L/hab/dia

Com o cálculo do q_e procede-se o cálculo dos indicadores C_{SAA} e $L_{DBO,SES}$ indicados na marcha de cálculo do fator externo de crescimento populacional.

Fator externo: Crescimento populacional.

Influência sobre os indicadores:

- Cobertura do sistema de abastecimento de água;
- Carga de DBO do esgoto doméstico;
- Cobertura de área verde.

O crescimento populacional influencia no cálculo da população futura que depende da taxa de crescimento do cenário (λ_3), da população atual (P_0) e do horizonte de projeto (Δt). Por sua vez, a população futura influencia no cálculo dos indicadores supracitados. A marcha de cálculo para o indicador C_{SAA} sob influência do crescimento populacional é:

Descrição	**Cálculo**	**Unidade**
População atual	P_0 – dado de entrada.	Hab
Taxa de crescimento populacional	λ_3 – dado de entrada (Corpo Técnico).	%a.a.
Horizonte de projeto	Δt – dado de entrada (Corpo Técnico).	anos
População futura	$P_f = P_0 \cdot \left(1 + \frac{\lambda_3}{100}\right)^{\Delta t}$	hab
Consumo per capita de água	q_e – depende da parametrização, da medida, da temperatura e do PIB per capita.	L/hab/dia
Índice de perdas na rede de distribuição	I_{RD} – dado de entrada.	%
Coeficiente do dia de maior consumo	K_1 – dado de entrada.	–
Índice de perdas na ETA	I_{ETA} – dado de entrada.	%
Vazão distribuída	$q_t = \frac{q_e}{1 - \frac{I_{RD}}{100}}$	L/hab/dia
Vazão da adutora de água tratada	$Q_1 = P_f \cdot \frac{K_1 \cdot q_t}{86.400}$	L/s
Vazão de adução demandada	$Q'_1 = \frac{Q_1}{1 - \frac{I_{ETA}}{100}}$	L/s
Vazão de adução ofertada	$Q"_1$ – oferta no início do plano.	L/s
População atendida com o SAA	$P_{3,SAA} = P_f \cdot \frac{Q"_1}{Q'_1}$	hab
Cobertura do sistema de abastecimento de água	$\boldsymbol{C_{SAA} = \frac{P_{3,SAA} \cdot 100}{P_f}}$	**%**

Assim como a marcha de cálculo para o indicador $L_{DBO,SES}$ sob influência do crescimento populacional é:

Descrição	**Cálculo**	**Unidade**
População futura	$P_f = P_0 \cdot \left(1 + \frac{\lambda_3}{100}\right)^{\Delta t}$	hab
Consumo per capita de água	q_e – depende da parametrização, da medida, da temperatura e do PIB per capita.	L/hab/dia
Coeficiente de retorno do esgoto	R – depende da medida.	–
Contribuição de esgoto para o SES	$q_{c,in} = \mathrm{R} \cdot q_e$	L/hab/dia
Vazão de esgoto doméstico	$Q_{SES} = P_f \cdot \frac{q_{c,in}}{86.400}$	L/s
Consumo per capita de água por aparelho sanitário	q_{ASi} – depende da parametrização.	L/hab/dia
Concentração de DBO por aparelho sanitário	DBO_{ASi} – dado de entrada.	mg/L
Carga de DBO por aparelho sanitário	$L_{DBO,AS} = DBO_{ASi} \cdot q_{ASi}$	mg/hab/dia
Carga de DBO do esgoto doméstico (sem tratamento)	$\boldsymbol{L_{DBO,SES,0} = 10^{-6} \cdot P_f \cdot \sum L_{DBO,AS}}$	**kg/dia**
Com tratamento:		
Concentração de DBO do SES	$DBO_{SES,0} = \frac{L_{DBO,SES,0}}{Q_{SES}}$	mg/L
Eficiência do tratamento	E – dado de entrada.	%
Concentração de DBO do SES após tratamento	$DBO_{SES} = DBO_{SES,0} \cdot \left(1 - \frac{E}{100}\right)$	mg/L
Carga de DBO do esgoto doméstico (após tratamento)	$\boldsymbol{L_{DBO,SES} = 0,0864 \cdot DBO_{SES} \cdot Q_{SES}}$	**kg/dia**

O indicador C_{AV} é definido em função da área verde e da população futura. A área verde depende da medida a ser implementada. Assim, a marcha de cálculo para o indicador C_{AV} sob influência do crescimento populacional é:

Descrição	**Cálculo**	**Unidade**
População futura	$P_f = P_0 \cdot \left(1 + \frac{\lambda_3}{100}\right)^{\Delta t}$	hab
Área verde	AV – depende da medida.	km²
Cobertura de área verde	$\boldsymbol{C_{AV} = \frac{AV \cdot 10^6}{P_f}}$	**m²/hab**

Fator externo: Pluviosidade média anual.

Influência sobre os indicadores:

- Carga de SST do escoamento superficial.

O fator externo de pluviosidade anual influencia somente na determinação da carga de sólidos suspensos totais anual. A marcha de cálculo para o indicador $L_{SST,SDU}$ sob influência da pluviosidade média anual é:

Descrição	**Cálculo**	**Unidade**
Pluviosidade média anual adotada	T_3 – dado de entrada (Corpo Técnico).	mm/ano
Coeficiente de escoamento superficial	C – depende da medida.	–
Área da sub-bacia	A – dado de entrada.	m²
Concentração de SST do escoamento superficial	SST – dado de entrada.	mg/L
Carga de SST do escoamento superficial (sem tratamento)	$\boldsymbol{L_{SST,SDU} = 10^{-9} \cdot C \cdot I \cdot A \cdot SST_{SDU}}$	**ton/ano**

Cálculos utilizados para determinar os indicadores sob influência das medidas de IVA

Medida 1: consumo eficiente da água.

Influência sobre os indicadores:

- Cobertura do sistema de abastecimento de água;
- Carga de DBO do esgoto doméstico.

Definições	Estudo de caso
Nível de aceitação da medida	89% – nível de interesse dos indivíduos da comunidade.
Redução do tempo de acionamento do(s) aparelho(s) sanitário(s) selecionados	20% no lavatório e chuveiro; 30% na pia de cozinha, no tanque e na torneira de jardim.

Medida 2: Coleta de água da chuva.

Influência sobre os indicadores:

- Cobertura do sistema de abastecimento de água;
- Vazão de drenagem a jusante.

Definições	Estudo de caso
Nível de aceitação da medida	67% – nível de interesse dos indivíduos da comunidade.
Aparelho(s) sanitário (destino) onde será utilizada a água de chuva	Torneira de jardim (TJ).
Contribuição dos aparelhos sanitários que receberão água de chuva	Consumo da TJ – depende do cenário.
Consumo per capita de água potável	Consumo dos aparelhos sanitários, exceto da TJ – depende do cenário.
Coeficiente de retorno de esgoto	R=1 (relação do consumo de água potável e da contribuição para o SES).
Quantidade de domicílios	Foi utilizada a mesma quantidade de domicílios da situação atual por considerar que as áreas de possível expansão são protegidas.
Área de aproveitamento de água da chuva por edificação	180 m² – correspondente a 82% de área construída do lote.
Nível de redução da vazão de pico	40% – Destro (2016).

Medida 8: Parques urbanos.

Influência sobre os indicadores:

- Carga de SST do escoamento superficial;
- Vazão de drenagem a jusante;
- Cobertura de área verde.

Definições	Estudo de caso
Área total do parque (${A_{cm}}^{AV}$)	0,0037 km² – Praça do Polly; 0,0657 km² – Demais parques.
Área verde do parque (${A_m}^{AV}$)	70% da área total do parque.
Área construída do parque	30% da área total do parque.
Coeficiente de escoamento superficial anterior (C_b)	0,98 – Praça do Polly; 0,69 – Demais parques.
Coeficiente de escoamento superficial da área verde (C_{AV})	0,55 – todas as áreas verdes.
Coeficiente de escoamento superficial ponderado do parque	0,679 – Praça do Polly; 0,592 – Demais parques.
Vazão armazenada pela área verde do parque	${Q_{sm}}^{PQ} = 0{,}278 \cdot (1 - C_{AV}) \cdot i \cdot {A_m}^{AV}$
Vazão amortecida pelo parque urbano	${Q_{im}}^{PQ} = {Q_{sm}}^{PQ} - 0{,}278 \cdot (1 - C_b) \cdot i \cdot {A_m}^{AV}$

Medida 10: Lagoas de água da chuva.

Influência sobre os indicadores:

- Carga de SST do escoamento superficial;
- Vazão de drenagem a jusante.

Definições	Estudo de caso
Área de contribuição da lagoa (${A_{cm}}^{LG}$)	0,0523 km² – Igual a área do buffer de 30m da lagoa.
Área da lagoa (${A_m}^{LG}$)	0,0149 km² – Igual a área da lagoa.
Profundidade da lagoa (D_{LG})	0,50 m – adotado.
Coeficiente de escoamento superficial do entorno da lagoa (C)	0,73
Tempo de duração da chuva (t)	Igual ao tempo de concentração da sub-bacia, calculada pela Fórmula de Kirpich.
Constante para chuvas intensas (M)	0,80 – Destro (2016).
Tempo de precipitação para dimensionamento da lagoa	$${td_m}^{LG} = \frac{t}{(2 \cdot M - 1)}$$
Volume de armazenamento da lagoa	${V_{sm}}^{LG} = ({A_m}^{LG} \cdot 10^6) \cdot D_{LG}$
Vazão armazenada pela lagoa	$${Q_{sm}}^{LG} = \frac{{V_{sm}}^{LG}}{({td_m}^{LG} \cdot 60)}$$
Vazão de entrada na lagoa	${Q_{im}}^{LG} = 0{,}278 \cdot i \cdot (C \cdot {A_{cm}}^{LG} + {A_m}^{LG})$

Medida 11: Pavimento permeável.

Influência sobre os indicadores:

- Carga de SST do escoamento superficial;
- Vazão de drenagem a jusante.

Definições	**Estudo de caso**
Área de contribuição do pavimento permeável (${A_{cm}}^{PP}$)	0,070 km² – área total dos estacionamentos.
Área de implementação do pavimento permeável (A_m^{PP})	0,060 km² – área de implementação do pavimento permeável.
Perímetro do pavimento permeável (P_m^{PP})	3.879,499 m – determinado pela calculadora de campo do QGis.
Profundidade do pavimento permeável (D_m^{PP})	0,50 m – adotado.
Coeficiente de segurança	$\alpha = 0{,}10$
Coeficiente de permeabilidade do solo	$k = 0{,}0000136\ m/s$ – Magalhães (2011).
Vazão armazenada pelo pavimento permeável m	$Q_{sm}^{PP} = \alpha \cdot k \cdot (A_m^{PP} + P_m^{PP} \cdot D_m^{PP})$
Volume armazenado pelo pavimento permeável m	$V_{sm}^{PP} = Q_{sm}^{PP} \cdot t$
Vazão de entrada no pavimento permeável m	$Q_{im}^{PP} = \frac{C_b \cdot i_{max} \cdot A_m^{PP} \cdot 10^{-6}}{3{,}6}$
Volume de entrada no pavimento permeável m	$V_{im}^{PP} = Q_{im}^{PP} \cdot t$
Volume de escoamento no pavimento permeável m	$Q_{fm}^{PP} = Q_{im}^{PP} - Q_{sm}^{PP}$
Volume de escoamento superficial no pavimento permeável m	$V_{fm}^{PP} = V_{im}^{PP} - V_{sm}^{PP}$
Coeficiente de escoamento superficial do pavimento permeável	$C_{PP} = \frac{\sum_{m=1}^{n} V_{fm}^{PP}}{\sum_{m=1}^{n} V_{im}^{PP}}$
Coeficiente de escoamento superficial após o pavimento permeável	$C_n = \frac{C_{PP} \cdot A_m^{PP} + C_b \cdot (A_{cm}^{PP} - A_m^{PP})}{A_{cm}^{PP}}$

APÊNDICE S – RESULTADOS DA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE – FATORES EXTERNOS

Modelo Urban Water Use - Análise de sensibilidade
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Tipo de análise: a) Valores dos fatores externos

Método: variar um fator externo e manter os demais com mesmos valores para os quatro cenários.

Parâmetro alterado: λ3

Mudança esperada: Quanto maior a taxa de crescimento populacional, menor a CSAA, maior a LDBO,SES e menor a CAV.

1. Duração do projeto 12 anos

2. Cenários

ID	λ_3	T_3	I_3	PIB_3
1	2,00	28,00	2.000	57.467,64
2	3,00	28,00	2.000	57.467,64
3	4,00	28,00	2.000	57.467,64
4	5,00	28,00	2.000	57.467,64

3. Visão - indicadores e pesos

Tema	Indicador	Peso indicador
Água potável em casa	CSAA	**0,24**
Coleta e tratamento de esgoto	LDBO,SES	**0,19**
Rios mais limpos	LSST,SDU	**0,22**
Menos enchentes	QSDU	**0,14**
Mais áreas verdes	CAV	**0,21**
		1,00

4. Medidas

GM0 - Sem medidas
M1 - Consumo eficiente da água
M2 - Coleta de água da chuva
M8 - Parques urbanos
M10 - Lagoas de água da chuva
M11 - Pavimento permeável
GM1 - M1+M2+M8
GM2 - M1+M2+M10
GM3 - M1+M2+M11
GM4 - M1+M2+M8+M10+M11

Nível de aceitação de medidas isoladas

M1	**89 %**
M2	**67 %**

Nível de aceitação de medidas integradas

M1	**33 %**
M2	**11 %**
M1 + M2	**56 %**

Obs: foi utilizada a menor porcentagem das medidas integradas.

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
GM0	CSAA	100,00	49,65	44,17	39,33	35,06	**100,00**	0,24	0	**0,87**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	441,21	495,49	555,79	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,14	0		
	CAV	99,23	78,25	69,61	61,98	55,26	**84,35**	0,21	0		
M1	CSAA	100,00	58,18	51,75	46,08	41,09	**100,00**	0,24	0	**0,87**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	336,39	378,13	424,66	476,33	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,14	0		
	CAV	99,23	78,25	69,61	61,98	55,26	**84,35**	0,21	0		
M2	CSAA	100,00	51,17	45,51	40,52	36,13	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	441,21	495,49	555,79	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,20	30,20	30,20	30,20	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	69,61	61,98	55,26	**84,35**	0,21	0		
M8	CSAA	100,00	49,65	44,17	39,33	35,06	**100,00**	0,24	0	**1,64**	Razoável Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	441,21	495,49	555,79	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,69	31,69	31,69	31,69	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	75,41	67,15	59,86	**84,35**	0,21	1		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
M10	CSAA	100,00	49,65	44,17	39,33	35,06	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	441,21	495,49	555,79	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,37	30,37	30,37	30,37	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	69,61	61,98	55,26	**84,35**	0,21	0		
M11	CSAA	100,00	49,65	44,17	39,33	35,06	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	441,21	495,49	555,79	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,86	31,86	31,86	31,86	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	69,61	61,98	55,26	**84,35**	0,21	0		
GM1	CSAA	100,00	59,73	53,13	47,31	42,18	**100,00**	0,24	0	**1,64**	Razoável Negativo
	LDBO,SES	194,81	336,39	378,13	424,66	476,33	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	29,97	29,97	29,97	29,97	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	75,41	67,15	59,86	**84,35**	0,21	1		
GM2	CSAA	100,00	59,73	53,13	47,31	42,18	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,39	378,13	424,66	476,33	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	28,65	28,65	28,65	28,65	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	69,61	61,98	55,26	**84,35**	0,21	0		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Medidas	Indicadores	Referência	Cenários 1	2	3	4	Indicador: Valor previsto	Peso (W)	Cenários atendidos (N)	IE	Análise
GM3	CSAA	100,00	59,73	53,13	47,31	42,18	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente
	LDBO,SES	194,81	336,39	378,13	424,66	476,33	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,14	30,14	30,14	30,14	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	69,61	61,98	55,26	**84,35**	0,21	0		
GM4	CSAA	100,00	59,73	53,13	47,31	42,18	**100,00**	0,24	0	**1,64**	Razoável
	LDBO,SES	194,81	336,39	378,13	424,66	476,33	**194,76**	0,19	0		Negativo
	LSST,SDU	368,62	295,96	295,96	295,96	295,96	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	28,38	28,38	28,38	28,38	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	75,41	67,15	59,86	**84,35**	0,21	1		

Legenda:

C_{SAA} : Cobertura do Sistema de Abastecimento de Água (%)

$L_{DBO,SES}$: Carga da Demanda Bioquímica de Oxigênio do esgoto sanitário (kg/dia)

$L_{SST,SDU}$: Carga de sólidos suspensos totais no escoamento superficial (ton/ano)

Q_{SDU} : Vazão crítica de drenagem (m³/s)

C_{AV} : Cobertura de área verde por habitante (m²/hab)

Cores dos resultados:

Atingiu o valor previsto

Não atingiu o valor previsto

Classificação do Índice de Efetividade (IE)

3,21 a 4,00	Excelente
2,41 a 3,20	Bom
1,61 a 2,40	Razoável
0,81 a 1,60	Insuficiente
0,00 a 0,80	Ruim

Negativo	*Positivo*
3,21 a 3,60	3,61 a 4,00
2,41 a 2,80	2,81 a 3,20
1,61 a 2,00	2,01 a 2,40
0,81 a 1,20	1,21 a 1,60
0,00 a 0,40	0,41 a 0,80

Modelo Urban Water Use - Análise de sensibilidade
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Tipo de análise: a) Valores dos fatores externos

Método: variar um fator externo e manter os demais com mesmos valores para os quatro cenários.

Parâmetro alterado: T3

Mudança esperada: Quanto maior a temperatura, menor a CSAA e maior a LDBO,SES.

1. Duração do projeto 12 anos

2. Cenários

ID	λ_3	T_3	I_3	PIB_3
1	2,00	27,00	2.000	57.467,64
2	2,00	28,00	2.000	57.467,64
3	2,00	29,00	2.000	57.467,64
4	2,00	30,00	2.000	57.467,64

3. Visão - indicadores e pesos

Tema	Indicador	Peso indicador
Água potável em casa	CSAA	**0,24**
Coleta e tratamento de esgoto	LDBO,SES	**0,19**
Rios mais limpos	LSST,SDU	**0,22**
Menos enchentes	QSDU	**0,14**
Mais áreas verdes	CAV	**0,21**
		1,00

4. Medidas

GM0 - Sem medidas
M1 - Consumo eficiente da água
M2 - Coleta de água da chuva
M8 - Parques urbanos
M10 - Lagoas de água da chuva
M11 - Pavimento permeável
GM1 - M1+M2+M8
GM2 - M1+M2+M10
GM3 - M1+M2+M11
GM4 - M1+M2+M8+M10+M11

Nível de aceitação de medidas isoladas

M1	**89 %**
M2	**67 %**

Nível de aceitação de medidas integradas

M1	**33 %**
M2	**11 %**
M1 + M2	**56 %**

Obs: foi utilizada a menor porcentagem das medidas integradas.

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				Análise
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	
GM0	CSAA	100,00	50,58	49,65	48,75	47,91	**100,00**	0,24	0	**0,87**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	385,31	392,50	399,67	406,77	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,14	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M1	CSAA	100,00	59,26	58,18	57,12	56,13	**100,00**	0,24	0	**0,87**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	330,26	336,39	342,53	348,63	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,14	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M2	CSAA	100,00	52,11	51,17	50,24	49,37	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	385,31	392,50	399,67	406,77	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,20	30,20	30,20	30,20	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M8	CSAA	100,00	50,58	49,65	48,75	47,91	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável Positivo
	LDBO,SES	194,81	385,31	392,50	399,67	406,77	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,69	31,69	31,69	31,69	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
M10	CSAA	100,00	50,58	49,65	48,75	47,91	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente
	LDBO,SES	194,81	385,31	392,50	399,67	406,77	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,37	30,37	30,37	30,37	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M11	CSAA	100,00	50,58	49,65	48,75	47,91	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente
	LDBO,SES	194,81	385,31	392,50	399,67	406,77	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,86	31,86	31,86	31,86	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
GM1	CSAA	100,00	60,83	59,73	58,65	57,62	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável
	LDBO,SES	194,81	330,26	336,39	342,53	348,63	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	29,97	29,97	29,97	29,97	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		
GM2	CSAA	100,00	60,83	59,73	58,65	57,62	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente
	LDBO,SES	194,81	330,26	336,39	342,53	348,63	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	28,65	28,65	28,65	28,65	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Medidas	Indicadores	Referência	Cenários 1	2	3	4	Indicador: Valor previsto	Peso (W)	Cenários atendidos (N)	IE	Análise
GM3	CSAA	100,00	60,83	59,73	58,65	57,62	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente
	LDBO,SES	194,81	330,26	336,39	342,53	348,63	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,14	30,14	30,14	30,14	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
GM4	CSAA	100,00	60,83	59,73	58,65	57,62	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável
	LDBO,SES	194,81	330,26	336,39	342,53	348,63	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	295,96	295,96	295,96	295,96	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	28,38	28,38	28,38	28,38	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		

Legenda:

C_{SAA} : Cobertura do Sistema de Abastecimento de Água (%)

$L_{DBO,SES}$: Carga da Demanda Bioquímica de Oxigênio do esgoto sanitário (kg/dia)

$L_{SST,SDU}$: Carga de sólidos suspensos totais no escoamento superficial (ton/ano)

Q_{SDU} : Vazão crítica de drenagem (m³/s)

C_{AV} : Cobertura de área verde por habitante (m²/hab)

Cores dos resultados:

Atingiu o valor previsto

Não atingiu o valor previsto

Classificação do Índice de Efetividade (IE)

3,21 a 4,00	Excelente
2,41 a 3,20	Bom
1,61 a 2,40	Razoável
0,81 a 1,60	Insuficiente
0,00 a 0,80	Ruim

Negativo	*Positivo*
3,21 a 3,60	3,61 a 4,00
2,41 a 2,80	2,81 a 3,20
1,61 a 2,00	2,01 a 2,40
0,81 a 1,20	1,21 a 1,60
0,00 a 0,40	0,41 a 0,80

Modelo Urban Water Use - Análise de sensibilidade
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Tipo de análise: a) Valores dos fatores externos

Método: variar um fator externo e manter os demais com mesmos valores para os quatro cenários.

Parâmetro alterado: I3

Mudança esperada: Quanto maior a pluviosidade anual, maior a LSST,SDU.

1. Duração do projeto 12 anos

2. Cenários

ID	λ_3	T_3	I_3	PIB_3
1	2,00	28,00	1.500	57.467,64
2	2,00	28,00	2.000	57.467,64
3	2,00	28,00	2.500	57.467,64
4	2,00	28,00	3.000	57.467,64

3. Visão - indicadores e pesos

Tema	Indicador	Peso indicador
Água potável em casa	CSAA	**0,24**
Coleta e tratamento de esgoto	LDBO,SES	**0,19**
Rios mais limpos	LSST,SDU	**0,22**
Menos enchentes	QSDU	**0,14**
Mais áreas verdes	CAV	**0,21**
		1,00

4. Medidas

GM0 - Sem medidas
M1 - Consumo eficiente da água
M2 - Coleta de água da chuva
M8 - Parques urbanos
M10 - Lagoas de água da chuva
M11 - Pavimento permeável
GM1 - M1+M2+M8
GM2 - M1+M2+M10
GM3 - M1+M2+M11
GM4 - M1+M2+M8+M10+M11

Nível de aceitação de medidas isoladas

M1	**89 %**
M2	**67 %**

Nível de aceitação de medidas integradas

M1	**33 %**
M2	**11 %**
M1 + M2	**56 %**

Obs: foi utilizada a menor porcentagem das medidas integradas.

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
GM0	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**0,44**	Ruim Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	231,79	309,05	386,31	463,58	**368,57**	0,22	2		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,14	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M1	CSAA	100,00	58,18	58,18	58,18	58,18	**100,00**	0,24	0	**0,44**	Ruim Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,39	336,39	336,39	336,39	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	231,79	309,05	386,31	463,58	**368,57**	0,22	2		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,14	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M2	CSAA	100,00	51,17	51,17	51,17	51,17	**100,00**	0,24	0	**0,99**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	231,79	309,05	386,31	463,58	**368,57**	0,22	2		
	QSDU	31,91	30,20	30,20	30,20	30,20	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M8	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**1,84**	Razoável Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	230,19	306,92	383,65	460,38	**368,57**	0,22	2		
	QSDU	31,91	31,69	31,69	31,69	31,69	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
M10	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**0,99**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	223,94	298,59	373,24	447,88	**368,57**	0,22	2		
	QSDU	31,91	30,37	30,37	30,37	30,37	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M11	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**0,99**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	231,42	308,55	385,69	462,83	**368,57**	0,22	2		
	QSDU	31,91	31,86	31,86	31,86	31,86	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
GM1	CSAA	100,00	59,73	59,73	59,73	59,73	**100,00**	0,24	0	**1,84**	Razoável Negativo
	LDBO,SES	194,81	336,39	336,39	336,39	336,39	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	230,19	306,92	383,65	460,38	**368,57**	0,22	2		
	QSDU	31,91	29,97	29,97	29,97	29,97	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		
GM2	CSAA	100,00	59,73	59,73	59,73	59,73	**100,00**	0,24	0	**0,99**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	336,39	336,39	336,39	336,39	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	223,94	298,59	373,24	447,88	**368,57**	0,22	2		
	QSDU	31,91	28,65	28,65	28,65	28,65	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Medidas	Indicadores	Referência	Cenários 1	2	3	4	Indicador: Valor previsto	Peso (W)	Cenários atendidos (N)	IE	Análise
GM3	CSAA	100,00	59,73	59,73	59,73	59,73	**100,00**	0,24	0	**0,99**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	336,39	336,39	336,39	336,39	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	231,42	308,55	385,69	462,83	**368,57**	0,22	2		
	QSDU	31,91	30,14	30,14	30,14	30,14	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
GM4	CSAA	100,00	59,73	59,73	59,73	59,73	**100,00**	0,24	0	**1,84**	Razoável Negativo
	LDBO,SES	194,81	336,39	336,39	336,39	336,39	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	221,97	295,96	369,95	443,94	**368,57**	0,22	2		
	QSDU	31,91	28,38	28,38	28,38	28,38	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		

Legenda:

C_{SAA} : Cobertura do Sistema de Abastecimento de Água (%)

$L_{DBO,SES}$: Carga da Demanda Bioquímica de Oxigênio do esgoto sanitário (kg/dia)

$L_{SST,SDU}$: Carga de sólidos suspensos totais no escoamento superficial (ton/ano)

Q_{SDU} : Vazão crítica de drenagem (m³/s)

C_{AV} : Cobertura de área verde por habitante (m²/hab)

Cores dos resultados:

Atingiu o valor previsto

Não atingiu o valor previsto

Classificação do Índice de Efetividade (IE)

3,21 a 4,00	Excelente
2,41 a 3,20	Bom
1,61 a 2,40	Razoável
0,81 a 1,60	Insuficiente
0,00 a 0,80	Ruim

Negativo	*Positivo*
3,21 a 3,60	3,61 a 4,00
2,41 a 2,80	2,81 a 3,20
1,61 a 2,00	2,01 a 2,40
0,81 a 1,20	1,21 a 1,60
0,00 a 0,40	0,41 a 0,80

Modelo Urban Water Use - Análise de sensibilidade
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Tipo de análise: a) Valores dos fatores externos

Método: variar um fator externo e manter os demais com mesmos valores para os quatro cenários.

Parâmetro alterado: PIB3

Mudança esperada: Quanto maior o PIB per capita, menor a CSAA e maior a LDBO,SES.

1. Duração do projeto 12 anos

2. Cenários

ID	λ_3	T_3	I_3	PIB_3
1	2,00	28,00	2.000	56.000,00
2	2,00	28,00	2.000	57.000,00
3	2,00	28,00	2.000	58.000,00
4	2,00	28,00	2.000	59.000,00

3. Visão - indicadores e pesos

Tema	Indicador	Peso indicador
Água potável em casa	CSAA	**0,24**
Coleta e tratamento de esgoto	LDBO,SES	**0,19**
Rios mais limpos	LSST,SDU	**0,22**
Menos enchentes	QSDU	**0,14**
Mais áreas verdes	CAV	**0,21**
		1,00

4. Medidas

GM0 - Sem medidas
M1 - Consumo eficiente da água
M2 - Coleta de água da chuva
M8 - Parques urbanos
M10 - Lagoas de água da chuva
M11 - Pavimento permeável
GM1 - M1+M2+M8
GM2 - M1+M2+M10
GM3 - M1+M2+M11
GM4 - M1+M2+M8+M10+M11

Nível de aceitação de medidas isoladas

M1	**89 %**
M2	**67 %**

Nível de aceitação de medidas integradas

M1	**33 %**
M2	**11 %**
M1 + M2	**56 %**

Obs: foi utilizada a menor porcentagem das medidas integradas.

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
GM0	CSAA	100,00	51,64	50,27	48,95	47,72	**100,00**	0,24	0	**0,87**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	377,37	387,67	397,96	408,27	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,14	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M1	CSAA	100,00	60,50	58,89	57,38	55,93	**100,00**	0,24	0	**0,87**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	323,41	332,25	341,06	349,89	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,14	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M2	CSAA	100,00	53,21	51,80	50,46	49,18	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	377,37	387,67	397,96	408,27	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,20	30,20	30,20	30,20	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M8	CSAA	100,00	51,64	50,27	48,95	47,72	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável Positivo
	LDBO,SES	194,81	377,37	387,67	397,96	408,27	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,69	31,69	31,69	31,69	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Medidas	Indicadores	Referência	Cenários 1	2	3	4	Indicador: Valor previsto	Peso (W)	Cenários atendidos (N)	IE	Análise
M10	CSAA	100,00	51,64	50,27	48,95	47,72	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	377,37	387,67	397,96	408,27	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,37	30,37	30,37	30,37	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M11	CSAA	100,00	51,64	50,27	48,95	47,72	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	377,37	387,67	397,96	408,27	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,86	31,86	31,86	31,86	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
GM1	CSAA	100,00	62,13	60,46	58,89	57,42	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável Positivo
	LDBO,SES	194,81	323,41	332,25	341,06	349,89	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	29,97	29,97	29,97	29,97	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		
GM2	CSAA	100,00	62,13	60,46	58,89	57,42	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	323,41	332,25	341,06	349,89	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	28,65	28,65	28,65	28,65	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Medidas	Indicadores	Referência	Cenários 1	2	3	4	Indicador: Valor previsto	Peso (W)	Cenários atendidos (N)	IE	Análise
GM3	CSAA	100,00	62,13	60,46	58,89	57,42	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente
	LDBO,SES	194,81	323,41	332,25	341,06	349,89	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,14	30,14	30,14	30,14	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
GM4	CSAA	100,00	62,13	60,46	58,89	57,42	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável
	LDBO,SES	194,81	323,41	332,25	341,06	349,89	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	295,96	295,96	295,96	295,96	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	28,38	28,38	28,38	28,38	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		

Legenda:

C_{SAA} : Cobertura do Sistema de Abastecimento de Água (%)

$L_{DBO,SES}$: Carga da Demanda Bioquímica de Oxigênio do esgoto sanitário (kg/dia)

$L_{SST,SDU}$: Carga de sólidos suspensos totais no escoamento superficial (ton/ano)

Q_{SDU} : Vazão crítica de drenagem (m³/s)

C_{AV} : Cobertura de área verde por habitante (m²/hab)

Cores dos resultados:

Atingiu o valor previsto

Não atingiu o valor previsto

Classificação do Índice de Efetividade (IE)

3,21 a 4,00	Excelente
2,41 a 3,20	Bom
1,61 a 2,40	Razoável
0,81 a 1,60	Insuficiente
0,00 a 0,80	Ruim

Negativo	*Positivo*
3,21 a 3,60	3,61 a 4,00
2,41 a 2,80	2,81 a 3,20
1,61 a 2,00	2,01 a 2,40
0,81 a 1,20	1,21 a 1,60
0,00 a 0,40	0,41 a 0,80

APÊNDICE T – RESULTADOS DA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE – HORIZONTE DE PROJETO

Modelo Urban Water Use - Análise de sensibilidade
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Tipo de análise: b) Horizonte de projeto

Método: variar o horizonte de projeto.

Parâmetro alterado: 1. Duração do projeto

Mudança esperada: Quanto menor o horizonte do projeto, maior a CSAA e menor a LDBO,SES.

1. Duração do projeto 4 anos

2. Cenários

ID	λ_3	T_3	I_3	PIB_3
1	2,00	28,00	2.000	47.166,37
2	2,00	28,00	2.000	47.166,37
3	2,00	28,00	2.000	47.166,37
4	2,00	28,00	2.000	47.166,37

Obs: o valor do PIB varia em função do horizonte de projeto.

3. Visão - indicadores e pesos

Tema	Indicador	Peso indicador
Água potável em casa	CSAA	**0,24**
Coleta e tratamento de esgoto	LDBO,SES	**0,19**
Rios mais limpos	LSST,SDU	**0,22**
Menos enchentes	QSDU	**0,14**
Mais áreas verdes	CAV	**0,21**
		1,00

4. Medidas

GM0 - Sem medidas
M1 - Consumo eficiente da água
M2 - Coleta de água da chuva
M8 - Parques urbanos
M10 - Lagoas de água da chuva
M11 - Pavimento permeável
GM1 - M1+M2+M8
GM2 - M1+M2+M10
GM3 - M1+M2+M11
GM4 - M1+M2+M8+M10+M11

Nível de aceitação de medidas isoladas

M1	**89 %**
M2	**67 %**

Nível de aceitação de medidas integradas

M1	**33 %**
M2	**11 %**
M1 + M2	**56 %**

Obs: foi utilizada a menor porcentagem das medidas integradas.

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
GM0	CSAA	100,00	68,04	68,04	68,04	68,04	**100,00**	0,24	0	**0,87**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	286,41	286,41	286,41	286,41	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,14	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M1	CSAA	100,00	79,70	79,70	79,70	79,70	**100,00**	0,24	0	**0,87**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	245,47	245,47	245,47	245,47	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,14	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M2	CSAA	100,00	70,10	70,10	70,10	70,10	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	286,41	286,41	286,41	286,41	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,20	30,20	30,20	30,20	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M8	CSAA	100,00	68,04	68,04	68,04	68,04	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável Positivo
	LDBO,SES	194,81	286,41	286,41	286,41	286,41	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,69	31,69	31,69	31,69	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
M10	CSAA	100,00	68,04	68,04	68,04	68,04	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	286,41	286,41	286,41	286,41	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,37	30,37	30,37	30,37	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M11	CSAA	100,00	68,04	68,04	68,04	68,04	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	286,41	286,41	286,41	286,41	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,86	31,86	31,86	31,86	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
GM1	CSAA	100,00	81,82	81,82	81,82	81,82	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável Positivo
	LDBO,SES	194,81	245,47	245,47	245,47	245,47	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	29,97	29,97	29,97	29,97	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		
GM2	CSAA	100,00	81,82	81,82	81,82	81,82	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	245,47	245,47	245,47	245,47	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	28,65	28,65	28,65	28,65	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Medidas	Indicadores	Referência	Cenários 1	Cenários 2	Cenários 3	Cenários 4	Indicador: Valor previsto	Indicador: Peso (W)	Cenários atendidos (N)	IE	Análise
GM3	CSAA	100,00	81,82	81,82	81,82	81,82	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente
	LDBO,SES	194,81	245,47	245,47	245,47	245,47	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,14	30,14	30,14	30,14	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
GM4	CSAA	100,00	81,82	81,82	81,82	81,82	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável
	LDBO,SES	194,81	245,47	245,47	245,47	245,47	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	295,96	295,96	295,96	295,96	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	28,38	28,38	28,38	28,38	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		

Legenda:

C_{SAA} : Cobertura do Sistema de Abastecimento de Água (%)

$L_{DBO,SES}$: Carga da Demanda Bioquímica de Oxigênio do esgoto sanitário (kg/dia)

$L_{SST,SDU}$: Carga de sólidos suspensos totais no escoamento superficial (ton/ano)

Q_{SDU} : Vazão crítica de drenagem (m³/s)

C_{AV} : Cobertura de área verde por habitante (m²/hab)

Cores dos resultados:

Atingiu o valor previsto

Não atingiu o valor previsto

Classificação do Índice de Efetividade (IE)

3,21 a 4,00	Excelente
2,41 a 3,20	Bom
1,61 a 2,40	Razoável
0,81 a 1,60	Insuficiente
0,00 a 0,80	Ruim

Negativo	*Positivo*
3,21 a 3,60	3,61 a 4,00
2,41 a 2,80	2,81 a 3,20
1,61 a 2,00	2,01 a 2,40
0,81 a 1,20	1,21 a 1,60
0,00 a 0,40	0,41 a 0,80

Modelo Urban Water Use - Análise de sensibilidade
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Tipo de análise: b) Horizonte de projeto

Método: variar o horizonte de projeto.

Parâmetro alterado: 1. Duração do projeto

Mudança esperada: Quanto maior o horizonte do projeto, menor a CSAA e maior a LDBO,SES.

1. Duração do projeto 20 anos

2. Cenários

ID	λ_3	T_3	I_3	PIB_3
1	2,00	28,00	2.000	70.018,74
2	2,00	28,00	2.000	70.018,74
3	2,00	28,00	2.000	70.018,74
4	2,00	28,00	2.000	70.018,74

Obs: o valor do PIB varia em função do horizonte de projeto.

3. Visão - indicadores e pesos

Tema	Indicador	Peso indicador
Água potável em casa	CSAA	**0,24**
Coleta e tratamento de esgoto	LDBO,SES	**0,19**
Rios mais limpos	LSST,SDU	**0,22**
Menos enchentes	QSDU	**0,14**
Mais áreas verdes	CAV	**0,21**
		1,00

4. Medidas

GM0 - Sem medidas
M1 - Consumo eficiente da água
M2 - Coleta de água da chuva
M8 - Parques urbanos
M10 - Lagoas de água da chuva
M11 - Pavimento permeável
GM1 - M1+M2+M8
GM2 - M1+M2+M10
GM3 - M1+M2+M11
GM4 - M1+M2+M8+M10+M11

Nível de aceitação de medidas isoladas

M1	**89 %**
M2	**67 %**

Nível de aceitação de medidas integradas

M1	**33 %**
M2	**11 %**
M1 + M2	**56 %**

Obs: foi utilizada a menor porcentagem das medidas integradas.

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
GM0	CSAA	100,00	37,35	37,35	37,35	37,35	**100,00**	0,24	0	**0,87**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	521,73	521,73	521,73	521,73	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,14	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M1	CSAA	100,00	43,76	43,76	43,76	43,76	**100,00**	0,24	0	**0,87**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	447,12	447,12	447,12	447,12	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,14	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M2	CSAA	100,00	38,48	38,48	38,48	38,48	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	521,73	521,73	521,73	521,73	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,20	30,20	30,20	30,20	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M8	CSAA	100,00	37,35	37,35	37,35	37,35	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável Positivo
	LDBO,SES	194,81	521,73	521,73	521,73	521,73	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,69	31,69	31,69	31,69	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
M10	CSAA	100,00	37,35	37,35	37,35	37,35	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	521,73	521,73	521,73	521,73	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,37	30,37	30,37	30,37	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M11	CSAA	100,00	37,35	37,35	37,35	37,35	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	521,73	521,73	521,73	521,73	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,86	31,86	31,86	31,86	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
GM1	CSAA	100,00	44,93	44,93	44,93	44,93	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável Positivo
	LDBO,SES	194,81	447,12	447,12	447,12	447,12	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	29,97	29,97	29,97	29,97	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		
GM2	CSAA	100,00	44,93	44,93	44,93	44,93	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	447,12	447,12	447,12	447,12	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	28,65	28,65	28,65	28,65	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Medidas	Indicadores	Referência	Cenários 1	2	3	4	Indicador: Valor previsto	Peso (W)	Cenários atendidos (N)	IE	Análise
GM3	CSAA	100,00	44,93	44,93	44,93	44,93	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente
	LDBO,SES	194,81	447,12	447,12	447,12	447,12	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,14	30,14	30,14	30,14	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
GM4	CSAA	100,00	44,93	44,93	44,93	44,93	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável
	LDBO,SES	194,81	447,12	447,12	447,12	447,12	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	295,96	295,96	295,96	295,96	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	28,38	28,38	28,38	28,38	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		

Legenda:

C_{SAA} : Cobertura do Sistema de Abastecimento de Água (%)

$L_{DBO,SES}$: Carga da Demanda Bioquímica de Oxigênio do esgoto sanitário (kg/dia)

$L_{SST,SDU}$: Carga de sólidos suspensos totais no escoamento superficial (ton/ano)

Q_{SDU} : Vazão crítica de drenagem (m³/s)

C_{AV} : Cobertura de área verde por habitante (m²/hab)

Cores dos resultados:

Atingiu o valor previsto

Não atingiu o valor previsto

Classificação do Índice de Efetividade (IE)

3,21 a 4,00	Excelente
2,41 a 3,20	Bom
1,61 a 2,40	Razoável
0,81 a 1,60	Insuficiente
0,00 a 0,80	Ruim

Negativo	*Positivo*
3,21 a 3,60	3,61 a 4,00
2,41 a 2,80	2,81 a 3,20
1,61 a 2,00	2,01 a 2,40
0,81 a 1,20	1,21 a 1,60
0,00 a 0,40	0,41 a 0,80

APÊNDICE U – RESULTADOS DA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE – PESOS DOS INDICADORES

Modelo Urban Water Use - Análise de sensibilidade
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Tipo de análise: c) Pesos dos indicadores

Método: todos os pesos iguais.

Parâmetro alterado: Peso indicador

Mudança esperada: Simulações de referência para as alterações individuais dos pesos dos indicadores.

1. Duração do projeto 12 anos

2. Cenários

ID	λ_3	T_3	I_3	PIB_3
1	2,00	28,00	2.000	57.467,64
2	2,00	28,00	2.000	57.467,64
3	2,00	28,00	2.000	57.467,64
4	2,00	28,00	2.000	57.467,64

3. Visão - indicadores e pesos

Tema	Indicador	Peso indicador
Água potável em casa	CSAA	**0,20**
Coleta e tratamento de esgoto	LDBO,SES	**0,20**
Rios mais limpos	LSST,SDU	**0,20**
Menos enchentes	QSDU	**0,20**
Mais áreas verdes	CAV	**0,20**
		1,00

4. Medidas

GM0 - Sem medidas
M1 - Consumo eficiente da água
M2 - Coleta de água da chuva
M8 - Parques urbanos
M10 - Lagoas de água da chuva
M11 - Pavimento permeável
GM1 - M1+M2+M8
GM2 - M1+M2+M10
GM3 - M1+M2+M11
GM4 - M1+M2+M8+M10+M11

Nível de aceitação de medidas isoladas

M1	**89**	**%**
M2	**67**	**%**

Nível de aceitação de medidas integradas

M1	**33**	**%**
M2	**11**	**%**
M1 + M2	**56**	**%**

Obs: foi utilizada a menor porcentagem das medidas integradas.

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
GM0	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,20	0	**0,80**	Ruim
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,20	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,20	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,20	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,20	0		
M1	CSAA	100,00	58,20	58,20	58,20	58,20	**100,00**	0,20	0	**0,80**	Ruim
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,20	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,20	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,20	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,20	0		
M2	CSAA	100,00	51,17	51,17	51,17	51,17	**100,00**	0,20	0	**1,60**	Insuficiente
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,20	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,20	4		
	QSDU	31,91	30,19	30,19	30,19	30,19	**31,86**	0,20	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,20	0		
M8	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,20	0	**2,40**	Razoável
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,20	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,20	4		
	QSDU	31,91	31,69	31,69	31,69	31,69	**31,86**	0,20	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,20	4		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
M10	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,20	0	**1,60**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,20	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,20	4		
	QSDU	31,91	30,37	30,37	30,37	30,37	**31,86**	0,20	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,20	0		
M11	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,20	0	**1,60**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,20	0		
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,20	4		
	QSDU	31,91	31,86	31,86	31,86	31,86	**31,86**	0,20	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,20	0		
GM1	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,20	0	**2,40**	Razoável Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,20	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,20	4		
	QSDU	31,91	29,97	29,97	29,97	29,97	**31,86**	0,20	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,20	4		
GM2	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,20	0	**1,60**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,20	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,20	4		
	QSDU	31,91	28,64	28,64	28,64	28,64	**31,86**	0,20	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,20	0		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Medidas	Indicadores	Referência	Cenários 1	Cenários 2	Cenários 3	Cenários 4	Indicador: Valor previsto	Indicador: Peso (W)	Cenários atendidos (N)	IE	Análise
GM3	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,20	0	**1,60**	Insuficiente
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,20	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,20	4		
	QSDU	31,91	30,14	30,14	30,14	30,14	**31,86**	0,20	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,20	0		
GM4	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,20	0	**2,40**	Razoável
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,20	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	295,96	295,96	295,96	295,96	**368,57**	0,20	4		
	QSDU	31,91	28,37	28,37	28,37	28,37	**31,86**	0,20	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,20	4		

Legenda:

C_{SAA} : Cobertura do Sistema de Abastecimento de Água (%)

$L_{DBO,SES}$: Carga da Demanda Bioquímica de Oxigênio do esgoto sanitário (kg/dia)

$L_{SST,SDU}$: Carga de sólidos suspensos totais no escoamento superficial (ton/ano)

Q_{SDU} : Vazão crítica de drenagem (m³/s)

C_{AV} : Cobertura de área verde por habitante (m²/hab)

Cores dos resultados:

Atingiu o valor previsto

Não atingiu o valor previsto

Classificação do Índice de Efetividade (IE)

3,21 a 4,00	Excelente
2,41 a 3,20	Bom
1,61 a 2,40	Razoável
0,81 a 1,60	Insuficiente
0,00 a 0,80	Ruim

Negativo	*Positivo*
3,21 a 3,60	3,61 a 4,00
2,41 a 2,80	2,81 a 3,20
1,61 a 2,00	2,01 a 2,40
0,81 a 1,20	1,21 a 1,60
0,00 a 0,40	0,41 a 0,80

Modelo Urban Water Use - Análise de sensibilidade
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Tipo de análise: c) Pesos dos indicadores

Método: alterar o peso do indicador CSAA para 0,52 e manter os demais pesos iguais a 0,12.

Parâmetro alterado: Peso do indicador CSAA

Mudança esperada: o valor do IE vai diminuir tendo em vista que nenhum cenário foi atendido para o CSAA.

1. Duração do projeto 12 anos

2. Cenários

ID	λ_3	T_3	I_3	PIB_3
1	2,00	28,00	2.000	57.467,64
2	2,00	28,00	2.000	57.467,64
3	2,00	28,00	2.000	57.467,64
4	2,00	28,00	2.000	57.467,64

3. Visão - indicadores e pesos

Tema	Indicador	Peso indicador
Água potável em casa	CSAA	**0,52**
Coleta e tratamento de esgoto	LDBO,SES	**0,12**
Rios mais limpos	LSST,SDU	**0,12**
Menos enchentes	QSDU	**0,12**
Mais áreas verdes	CAV	**0,12**
		1,00

4. Medidas

GM0 - Sem medidas
M1 - Consumo eficiente da água
M2 - Coleta de água da chuva
M8 - Parques urbanos
M10 - Lagoas de água da chuva
M11 - Pavimento permeável
GM1 - M1+M2+M8
GM2 - M1+M2+M10
GM3 - M1+M2+M11
GM4 - M1+M2+M8+M10+M11

Nível de aceitação de medidas isoladas

M1	**89 %**
M2	**67 %**

Nível de aceitação de medidas integradas

M1	**33 %**
M2	**11 %**
M1 + M2	**56 %**

Obs: foi utilizada a menor porcentagem das medidas integradas.

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
GM0	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,52	0	**0,48**	Ruim Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,12	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
M1	CSAA	100,00	58,20	58,20	58,20	58,20	**100,00**	0,52	0	**0,48**	Ruim Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,12	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
M2	CSAA	100,00	51,17	51,17	51,17	51,17	**100,00**	0,52	0	**0,96**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	30,19	30,19	30,19	30,19	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
M8	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,52	0	**1,44**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	31,69	31,69	31,69	31,69	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,12	4		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
M10	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,52	0	**0,96**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	30,37	30,37	30,37	30,37	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
M11	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,52	0	**0,96**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	31,86	31,86	31,86	31,86	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
GM1	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,52	0	**1,44**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	29,97	29,97	29,97	29,97	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,12	4		
GM2	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,52	0	**0,96**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	28,64	28,64	28,64	28,64	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Medidas	Indicadores	Referência	Cenários 1	Cenários 2	Cenários 3	Cenários 4	Indicador: Valor previsto	Indicador: Peso (W)	Cenários atendidos (N)	IE	Análise
GM3	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,52	0	**0,96**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	30,14	30,14	30,14	30,14	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
GM4	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,52	0	**1,44**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	295,96	295,96	295,96	295,96	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	28,37	28,37	28,37	28,37	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,12	4		

Legenda:

C_{SAA} : Cobertura do Sistema de Abastecimento de Água (%)

$L_{DBO,SES}$: Carga da Demanda Bioquímica de Oxigênio do esgoto sanitário (kg/dia)

$L_{SST,SDU}$: Carga de sólidos suspensos totais no escoamento superficial (ton/ano)

Q_{SDU} : Vazão crítica de drenagem (m³/s)

C_{AV} : Cobertura de área verde por habitante (m²/hab)

Cores dos resultados:

Atingiu o valor previsto

Não atingiu o valor previsto

Classificação do Índice de Efetividade (IE)

3,21 a 4,00	Excelente
2,41 a 3,20	Bom
1,61 a 2,40	Razoável
0,81 a 1,60	Insuficiente
0,00 a 0,80	Ruim

Negativo	*Positivo*
3,21 a 3,60	3,61 a 4,00
2,41 a 2,80	2,81 a 3,20
1,61 a 2,00	2,01 a 2,40
0,81 a 1,20	1,21 a 1,60
0,00 a 0,40	0,41 a 0,80

Modelo Urban Water Use - Análise de sensibilidade
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Tipo de análise: c) Pesos dos indicadores

Método: alterar o peso do indicador LDBO,SES para 0,52 e manter os demais pesos iguais a 0,12.

Parâmetro alterado: Peso do indicador LDBO,SES

Mudança esperada: o valor do IE vai diminuir tendo em vista que nenhum cenário foi atendido para o LDBO,SES.

1. Duração do projeto 12 anos

2. Cenários

ID	λ_3	T_3	I_3	PIB_3
1	2,00	28,00	2.000	57.467,64
2	2,00	28,00	2.000	57.467,64
3	2,00	28,00	2.000	57.467,64
4	2,00	28,00	2.000	57.467,64

3. Visão - indicadores e pesos

Tema	Indicador	Peso indicador
Água potável em casa	CSAA	**0,12**
Coleta e tratamento de esgoto	LDBO,SES	**0,52**
Rios mais limpos	LSST,SDU	**0,12**
Menos enchentes	QSDU	**0,12**
Mais áreas verdes	CAV	**0,12**
		1,00

4. Medidas

GM0 - Sem medidas
M1 - Consumo eficiente da água
M2 - Coleta de água da chuva
M8 - Parques urbanos
M10 - Lagoas de água da chuva
M11 - Pavimento permeável
GM1 - M1+M2+M8
GM2 - M1+M2+M10
GM3 - M1+M2+M11
GM4 - M1+M2+M8+M10+M11

Nível de aceitação de medidas isoladas

M1	**89 %**
M2	**67 %**

Nível de aceitação de medidas integradas

M1	**33 %**
M2	**11 %**
M1 + M2	**56 %**

Obs: foi utilizada a menor porcentagem das medidas integradas.

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
GM0	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,12	0	**0,48**	Ruim Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,52	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,12	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
M1	CSAA	100,00	58,20	58,20	58,20	58,20	**100,00**	0,12	0	**0,48**	Ruim Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,52	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,12	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
M2	CSAA	100,00	51,17	51,17	51,17	51,17	**100,00**	0,12	0	**0,96**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,52	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	30,19	30,19	30,19	30,19	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
M8	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,12	0	**1,44**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,52	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	31,69	31,69	31,69	31,69	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,12	4		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
M10	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,12	0	**0,96**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,52	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	30,37	30,37	30,37	30,37	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
M11	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,12	0	**0,96**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,52	0		
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	31,86	31,86	31,86	31,86	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
GM1	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,12	0	**1,44**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,52	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	29,97	29,97	29,97	29,97	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,12	4		
GM2	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,12	0	**0,96**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,52	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	28,64	28,64	28,64	28,64	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Medidas	Indicadores	Referência	Cenários 1	Cenários 2	Cenários 3	Cenários 4	Indicador: Valor previsto	Indicador: Peso (W)	Cenários atendidos (N)	IE	Análise
GM3	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,12	0	**0,96**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,52	0		
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	30,14	30,14	30,14	30,14	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
GM4	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,12	0	**1,44**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,52	0		
	LSST,SDU	368,62	295,96	295,96	295,96	295,96	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	28,37	28,37	28,37	28,37	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,12	4		

Legenda:

C_{SAA} : Cobertura do Sistema de Abastecimento de Água (%)

$L_{DBO,SES}$: Carga da Demanda Bioquímica de Oxigênio do esgoto sanitário (kg/dia)

$L_{SST,SDU}$: Carga de sólidos suspensos totais no escoamento superficial (ton/ano)

Q_{SDU} : Vazão crítica de drenagem (m³/s)

C_{AV} : Cobertura de área verde por habitante (m²/hab)

Cores dos resultados:

Atingiu o valor previsto

Não atingiu o valor previsto

Classificação do Índice de Efetividade (IE)

3,21 a 4,00	Excelente
2,41 a 3,20	Bom
1,61 a 2,40	Razoável
0,81 a 1,60	Insuficiente
0,00 a 0,80	Ruim

Negativo	*Positivo*
3,21 a 3,60	3,61 a 4,00
2,41 a 2,80	2,81 a 3,20
1,61 a 2,00	2,01 a 2,40
0,81 a 1,20	1,21 a 1,60
0,00 a 0,40	0,41 a 0,80

Modelo Urban Water Use - Análise de sensibilidade
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Tipo de análise: c) Pesos dos indicadores

Método: alterar o peso do indicador LSST,SDU para 0,52 e manter os demais pesos iguais a 0,12.

Parâmetro alterado: Peso do indicador LSST,SDU

Mudança esperada: o valor do IE vai aumentar tendo em vista que até no GM0 todos os cenários foram atendidos para o LSST,SDU.

1. Duração do projeto 12 anos

2. Cenários

ID	λ_3	T_3	I_3	PIB_3
1	2,00	28,00	2.000	57.467,64
2	2,00	28,00	2.000	57.467,64
3	2,00	28,00	2.000	57.467,64
4	2,00	28,00	2.000	57.467,64

3. Visão - indicadores e pesos

Tema	Indicador	Peso indicador
Água potável em casa	CSAA	**0,12**
Coleta e tratamento de esgoto	LDBO,SES	**0,12**
Rios mais limpos	LSST,SDU	**0,52**
Menos enchentes	QSDU	**0,12**
Mais áreas verdes	CAV	**0,12**
		1,00

4. Medidas

GM0 - Sem medidas
M1 - Consumo eficiente da água
M2 - Coleta de água da chuva
M8 - Parques urbanos
M10 - Lagoas de água da chuva
M11 - Pavimento permeável
GM1 - M1+M2+M8
GM2 - M1+M2+M10
GM3 - M1+M2+M11
GM4 - M1+M2+M8+M10+M11

Nível de aceitação de medidas isoladas

M1	**89**	**%**
M2	**67**	**%**

Nível de aceitação de medidas integradas

M1	**33**	**%**
M2	**11**	**%**
M1 + M2	**56**	**%**

Obs: foi utilizada a menor porcentagem das medidas integradas.

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
GM0	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,12	0	**2,08**	Razoável Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,52	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,12	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
M1	CSAA	100,00	58,20	58,20	58,20	58,20	**100,00**	0,12	0	**2,08**	Razoável Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,52	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,12	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
M2	CSAA	100,00	51,17	51,17	51,17	51,17	**100,00**	0,12	0	**2,56**	Bom Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,52	4		
	QSDU	31,91	30,19	30,19	30,19	30,19	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
M8	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,12	0	**3,04**	Bom Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,52	4		
	QSDU	31,91	31,69	31,69	31,69	31,69	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,12	4		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
M10	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,12	0	**2,56**	Bom Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,52	4		
	QSDU	31,91	30,37	30,37	30,37	30,37	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
M11	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,12	0	**2,56**	Bom Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,52	4		
	QSDU	31,91	31,86	31,86	31,86	31,86	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
GM1	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,12	0	**3,04**	Bom Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,52	4		
	QSDU	31,91	29,97	29,97	29,97	29,97	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,12	4		
GM2	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,12	0	**2,56**	Bom Negativo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,52	4		
	QSDU	31,91	28,64	28,64	28,64	28,64	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Medidas	Indicadores	Referência	Cenários 1	Cenários 2	Cenários 3	Cenários 4	Indicador: Valor previsto	Indicador: Peso (W)	Cenários atendidos (N)	IE	Análise
GM3	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,12	0	**2,56**	Bom Negativo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,52	4		
	QSDU	31,91	30,14	30,14	30,14	30,14	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
GM4	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,12	0	**3,04**	Bom Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	295,96	295,96	295,96	295,96	**368,57**	0,52	4		
	QSDU	31,91	28,37	28,37	28,37	28,37	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,12	4		

Legenda:

C_{SAA} : Cobertura do Sistema de Abastecimento de Água (%)

$L_{DBO,SES}$: Carga da Demanda Bioquímica de Oxigênio do esgoto sanitário (kg/dia)

$L_{SST,SDU}$: Carga de sólidos suspensos totais no escoamento superficial (ton/ano)

Q_{SDU} : Vazão crítica de drenagem (m³/s)

C_{AV} : Cobertura de área verde por habitante (m²/hab)

Cores dos resultados:

Atingiu o valor previsto

Não atingiu o valor previsto

Classificação do Índice de Efetividade (IE)

3,21 a 4,00	Excelente
2,41 a 3,20	Bom
1,61 a 2,40	Razoável
0,81 a 1,60	Insuficiente
0,00 a 0,80	Ruim

Negativo	*Positivo*
3,21 a 3,60	3,61 a 4,00
2,41 a 2,80	2,81 a 3,20
1,61 a 2,00	2,01 a 2,40
0,81 a 1,20	1,21 a 1,60
0,00 a 0,40	0,41 a 0,80

Modelo Urban Water Use - Análise de sensibilidade
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Tipo de análise: c) Pesos dos indicadores

Método: alterar o peso do indicador QSDU para 0,52 e manter os demais pesos iguais a 0,12.

Parâmetro alterado: Peso do indicador QSDU

Mudança esperada: o valor do IE vai diminuir para GM0 e M1 e vai aumentar para os demais grupos de medidas.

1. Duração do projeto 12 anos

2. Cenários

ID	λ_3	T_3	I_3	PIB_3
1	2,00	28,00	2.000	57.467,64
2	2,00	28,00	2.000	57.467,64
3	2,00	28,00	2.000	57.467,64
4	2,00	28,00	2.000	57.467,64

3. Visão - indicadores e pesos

Tema	Indicador	Peso indicador
Água potável em casa	CSAA	**0,12**
Coleta e tratamento de esgoto	LDBO,SES	**0,12**
Rios mais limpos	LSST,SDU	**0,12**
Menos enchentes	QSDU	**0,52**
Mais áreas verdes	CAV	**0,12**
		1,00

4. Medidas

GM0 - Sem medidas
M1 - Consumo eficiente da água
M2 - Coleta de água da chuva
M8 - Parques urbanos
M10 - Lagoas de água da chuva
M11 - Pavimento permeável
GM1 - M1+M2+M8
GM2 - M1+M2+M10
GM3 - M1+M2+M11
GM4 - M1+M2+M8+M10+M11

Nível de aceitação de medidas isoladas

M1	**89 %**
M2	**67 %**

Nível de aceitação de medidas integradas

M1	**33 %**
M2	**11 %**
M1 + M2	**56 %**

Obs: foi utilizada a menor porcentagem das medidas integradas.

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
GM0	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,12	0	**0,48**	Ruim Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,52	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
M1	CSAA	100,00	58,20	58,20	58,20	58,20	**100,00**	0,12	0	**0,48**	Ruim Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,52	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
M2	CSAA	100,00	51,17	51,17	51,17	51,17	**100,00**	0,12	0	**2,56**	Bom Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	30,19	30,19	30,19	30,19	**31,86**	0,52	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
M8	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,12	0	**3,04**	Bom Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	31,69	31,69	31,69	31,69	**31,86**	0,52	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,12	4		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
M10	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,12	0	**2,56**	Bom Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	30,37	30,37	30,37	30,37	**31,86**	0,52	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
M11	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,12	0	**2,56**	Bom Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	31,86	31,86	31,86	31,86	**31,86**	0,52	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
GM1	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,12	0	**3,04**	Bom Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	29,97	29,97	29,97	29,97	**31,86**	0,52	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,12	4		
GM2	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,12	0	**2,56**	Bom Negativo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	28,64	28,64	28,64	28,64	**31,86**	0,52	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Medidas	Indicadores	Referência	Cenários 1	Cenários 2	Cenários 3	Cenários 4	Indicador: Valor previsto	Indicador: Peso (W)	Cenários atendidos (N)	IE	Análise
GM3	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,12	0	**2,56**	Bom Negativo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	30,14	30,14	30,14	30,14	**31,86**	0,52	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,12	0		
GM4	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,12	0	**3,04**	Bom Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	295,96	295,96	295,96	295,96	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	28,37	28,37	28,37	28,37	**31,86**	0,52	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,12	4		

Legenda:

C_{SAA} : Cobertura do Sistema de Abastecimento de Água (%)

$L_{DBO,SES}$: Carga da Demanda Bioquímica de Oxigênio do esgoto sanitário (kg/dia)

$L_{SST,SDU}$: Carga de sólidos suspensos totais no escoamento superficial (ton/ano)

Q_{SDU} : Vazão crítica de drenagem (m³/s)

C_{AV} : Cobertura de área verde por habitante (m²/hab)

Cores dos resultados:

Atingiu o valor previsto

Não atingiu o valor previsto

Classificação do Índice de Efetividade (IE)

3,21 a 4,00	Excelente
2,41 a 3,20	Bom
1,61 a 2,40	Razoável
0,81 a 1,60	Insuficiente
0,00 a 0,80	Ruim

Negativo	*Positivo*
3,21 a 3,60	3,61 a 4,00
2,41 a 2,80	2,81 a 3,20
1,61 a 2,00	2,01 a 2,40
0,81 a 1,20	1,21 a 1,60
0,00 a 0,40	0,41 a 0,80

Modelo Urban Water Use - Análise de sensibilidade
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Tipo de análise: c) Pesos dos indicadores

Método: alterar o peso do indicador CAV para 0,52 e manter os demais pesos iguais a 0,12.

Parâmetro alterado: Peso do indicador CAV

Mudança esperada: o valor do IE vai aumentar para M8, GM1 e GM4, e vai diminuir para os demais grupos de medidas.

1. Duração do projeto 12 anos

2. Cenários

ID	λ_3	T_3	I_3	PIB_3
1	2,00	28,00	2.000	57.467,64
2	2,00	28,00	2.000	57.467,64
3	2,00	28,00	2.000	57.467,64
4	2,00	28,00	2.000	57.467,64

3. Visão - indicadores e pesos

Tema	Indicador	Peso indicador
Água potável em casa	CSAA	**0,12**
Coleta e tratamento de esgoto	LDBO,SES	**0,12**
Rios mais limpos	LSST,SDU	**0,12**
Menos enchentes	QSDU	**0,12**
Mais áreas verdes	CAV	**0,52**
		1,00

4. Medidas

GM0 - Sem medidas
M1 - Consumo eficiente da água
M2 - Coleta de água da chuva
M8 - Parques urbanos
M10 - Lagoas de água da chuva
M11 - Pavimento permeável
GM1 - M1+M2+M8
GM2 - M1+M2+M10
GM3 - M1+M2+M11
GM4 - M1+M2+M8+M10+M11

Nível de aceitação de medidas isoladas

M1	**89 %**
M2	**67 %**

Nível de aceitação de medidas integradas

M1	**33 %**
M2	**11 %**
M1 + M2	**56 %**

Obs: foi utilizada a menor porcentagem das medidas integradas.

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
GM0	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,12	0	**0,48**	Ruim Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,12	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,52	0		
M1	CSAA	100,00	58,20	58,20	58,20	58,20	**100,00**	0,12	0	**0,48**	Ruim Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,12	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,52	0		
M2	CSAA	100,00	51,17	51,17	51,17	51,17	**100,00**	0,12	0	**0,96**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	30,19	30,19	30,19	30,19	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,52	0		
M8	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,12	0	**3,04**	Bom Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	31,69	31,69	31,69	31,69	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,52	4		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
M10	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,12	0	**0,96**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	30,37	30,37	30,37	30,37	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,52	0		
M11	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,12	0	**0,96**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	31,86	31,86	31,86	31,86	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,52	0		
GM1	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,12	0	**3,04**	Bom Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	29,97	29,97	29,97	29,97	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,52	4		
GM2	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,12	0	**0,96**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	28,64	28,64	28,64	28,64	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,52	0		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Medidas	Indicadores	Referência	Cenários 1	Cenários 2	Cenários 3	Cenários 4	Indicador: Valor previsto	Indicador: Peso (W)	Cenários atendidos (N)	IE	Análise
GM3	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,12	0	**0,96**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	30,14	30,14	30,14	30,14	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,52	0		
GM4	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,12	0	**3,04**	Bom Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,12	0		
	LSST,SDU	368,62	295,96	295,96	295,96	295,96	**368,57**	0,12	4		
	QSDU	31,91	28,37	28,37	28,37	28,37	**31,86**	0,12	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,52	4		

Legenda:

C_{SAA} : Cobertura do Sistema de Abastecimento de Água (%)

$L_{DBO,SES}$: Carga da Demanda Bioquímica de Oxigênio do esgoto sanitário (kg/dia)

$L_{SST,SDU}$: Carga de sólidos suspensos totais no escoamento superficial (ton/ano)

Q_{SDU} : Vazão crítica de drenagem (m³/s)

C_{AV} : Cobertura de área verde por habitante (m²/hab)

Cores dos resultados:

Atingiu o valor previsto

Não atingiu o valor previsto

Classificação do Índice de Efetividade (IE)

3,21 a 4,00	Excelente
2,41 a 3,20	Bom
1,61 a 2,40	Razoável
0,81 a 1,60	Insuficiente
0,00 a 0,80	Ruim

Negativo	*Positivo*
3,21 a 3,60	3,61 a 4,00
2,41 a 2,80	2,81 a 3,20
1,61 a 2,00	2,01 a 2,40
0,81 a 1,20	1,21 a 1,60
0,00 a 0,40	0,41 a 0,80

APÊNDICE V – RESULTADOS DA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE – NÍVEL DE ACEITAÇÃO DAS MEDIDAS

Modelo Urban Water Use - Análise de sensibilidade
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Tipo de análise: d) Nível de aceitação das medidas

Método: alterar o nível de aceitação das medidas em escala de lote.

Parâmetro alterado: Nível de aceitação das medidas 1 e 2 para 0%.

Mudança esperada: Os resultados de CSAA para M1, M2 e os grupos de medidas integradas serão iguais aos de GM0, assim como os resultados de LDBO,SES para M1 e os grupos de medidas integradas e os resultados de QSDU de M2 serão iguais aos de GM0, tendo em vista que simulam a não aplicação de medidas. Os resultados de QSDU de GM1 será igual aos de M8, os de GM2 iguais aos de M10, os de GM3 iguais aos de M11 e os de GM4 serão maiores que qualquer outra simulação com nível de aceitação diferente.

1. Duração do projeto 12 anos

2. Cenários

ID	λ_3	T_3	I_3	PIB_3
1	2,00	28,00	2.000	57.467,64
2	2,00	28,00	2.000	57.467,64
3	2,00	28,00	2.000	57.467,64
4	2,00	28,00	2.000	57.467,64

3. Visão - indicadores e pesos

Tema	Indicador	Peso indicador
Água potável em casa	CSAA	**0,24**
Coleta e tratamento de esgoto	LDBO,SES	**0,19**
Rios mais limpos	LSST,SDU	**0,22**
Menos enchentes	QSDU	**0,14**
Mais áreas verdes	CAV	**0,21**
		1,00

4. Medidas

GM0 - Sem medidas
M1 - Consumo eficiente da água
M2 - Coleta de água da chuva
M8 - Parques urbanos
M10 - Lagoas de água da chuva
M11 - Pavimento permeável
GM1 - M1+M2+M8
GM2 - M1+M2+M10
GM3 - M1+M2+M11
GM4 - M1+M2+M8+M10+M11

Nível de aceitação de medidas isoladas

M1	**0 %**
M2	**0 %**

Nível de aceitação de medidas integradas

M1	**0 %**
M2	**0 %**
M1 + M2	**0 %**

Obs: foi utilizada a menor porcentagem das medidas integradas.

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
GM0	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**0,87**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,14	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M1	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**0,87**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,14	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M2	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**0,87**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,14	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M8	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,69	31,69	31,69	31,69	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				Análise
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	
M10	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,37	30,37	30,37	30,37	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M11	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,86	31,86	31,86	31,86	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
GM1	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,69	31,69	31,69	31,69	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		
GM2	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,37	30,37	30,37	30,37	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Medidas	Indicadores	Referência	Cenários 1	Cenários 2	Cenários 3	Cenários 4	Indicador: Valor previsto	Indicador: Peso (W)	Cenários atendidos (N)	IE	Análise
GM3	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,86	31,86	31,86	31,86	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
GM4	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	295,96	295,96	295,96	295,96	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,10	30,10	30,10	30,10	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		

Legenda:

C_{SAA} : Cobertura do Sistema de Abastecimento de Água (%)

$L_{DBO,SES}$: Carga da Demanda Bioquímica de Oxigênio do esgoto sanitário (kg/dia)

$L_{SST,SDU}$: Carga de sólidos suspensos totais no escoamento superficial (ton/ano)

Q_{SDU} : Vazão crítica de drenagem (m³/s)

C_{AV} : Cobertura de área verde por habitante (m²/hab)

Cores dos resultados:

Atingiu o valor previsto

Não atingiu o valor previsto

Classificação do Índice de Efetividade (IE)

3,21 a 4,00	Excelente
2,41 a 3,20	Bom
1,61 a 2,40	Razoável
0,81 a 1,60	Insuficiente
0,00 a 0,80	Ruim

Negativo	*Positivo*
3,21 a 3,60	3,61 a 4,00
2,41 a 2,80	2,81 a 3,20
1,61 a 2,00	2,01 a 2,40
0,81 a 1,20	1,21 a 1,60
0,00 a 0,40	0,41 a 0,80

Modelo Urban Water Use - Análise de sensibilidade
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Tipo de análise: d) Nível de aceitação das medidas

Método: alterar o nível de aceitação das medidas em escala de lote.

Parâmetro alterado: Nível de aceitação das medidas iguais a 89% para M1 e 67% para M2 (estudo de caso).
Mudança esperada: Resultados intermediários entre GM0 e 100% de aceitação em: CSAA para M1, M2 e os grupos de medidas integradas; LDBO,SES para M1 e os grupos de medidas integradas; QSDU para M2 e os grupos de medidas integradas.

1. Duração do projeto 12 anos

2. Cenários

ID	λ_3	T_3	I_3	PIB_3
1	2,00	28,00	2.000	57.467,64
2	2,00	28,00	2.000	57.467,64
3	2,00	28,00	2.000	57.467,64
4	2,00	28,00	2.000	57.467,64

3. Visão - indicadores e pesos

Tema	Indicador	Peso indicador
Água potável em casa	CSAA	**0,24**
Coleta e tratamento de esgoto	LDBO,SES	**0,19**
Rios mais limpos	LSST,SDU	**0,22**
Menos enchentes	QSDU	**0,14**
Mais áreas verdes	CAV	**0,21**
		1,00

4. Medidas

GM0 - Sem medidas
M1 - Consumo eficiente da água
M2 - Coleta de água da chuva
M8 - Parques urbanos
M10 - Lagoas de água da chuva
M11 - Pavimento permeável
GM1 - M1+M2+M8
GM2 - M1+M2+M10
GM3 - M1+M2+M11
GM4 - M1+M2+M8+M10+M11

Nível de aceitação de medidas isoladas

M1	**89**	**%**
M2	**67**	**%**

Nível de aceitação de medidas integradas

M1	**33**	**%**
M2	**11**	**%**
M1 + M2	**56**	**%**

Obs: foi utilizada a menor porcentagem das medidas integradas.

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
GM0	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**0,87**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,14	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M1	CSAA	100,00	58,20	58,20	58,20	58,20	**100,00**	0,24	0	**0,87**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,14	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M2	CSAA	100,00	51,17	51,17	51,17	51,17	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,19	30,19	30,19	30,19	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M8	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,69	31,69	31,69	31,69	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
M10	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,37	30,37	30,37	30,37	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M11	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,86	31,86	31,86	31,86	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
GM1	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	29,97	29,97	29,97	29,97	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		
GM2	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	28,64	28,64	28,64	28,64	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Medidas	Indicadores	Referência	Cenários 1	Cenários 2	Cenários 3	Cenários 4	Indicador: Valor previsto	Indicador: Peso (W)	Cenários atendidos (N)	IE	Análise
GM3	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,14	30,14	30,14	30,14	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
GM4	CSAA	100,00	59,74	59,74	59,74	59,74	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável
	LDBO,SES	194,81	336,32	336,32	336,32	336,32	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	295,96	295,96	295,96	295,96	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	28,37	28,37	28,37	28,37	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		

Legenda:

C_{SAA} : Cobertura do Sistema de Abastecimento de Água (%)

$L_{DBO,SES}$: Carga da Demanda Bioquímica de Oxigênio do esgoto sanitário (kg/dia)

$L_{SST,SDU}$: Carga de sólidos suspensos totais no escoamento superficial (ton/ano)

Q_{SDU} : Vazão crítica de drenagem (m³/s)

C_{AV} : Cobertura de área verde por habitante (m²/hab)

Cores dos resultados:

Atingiu o valor previsto

Não atingiu o valor previsto

Classificação do Índice de Efetividade (IE)

3,21 a 4,00	Excelente
2,41 a 3,20	Bom
1,61 a 2,40	Razoável
0,81 a 1,60	Insuficiente
0,00 a 0,80	Ruim

Negativo	*Positivo*
3,21 a 3,60	3,61 a 4,00
2,41 a 2,80	2,81 a 3,20
1,61 a 2,00	2,01 a 2,40
0,81 a 1,20	1,21 a 1,60
0,00 a 0,40	0,41 a 0,80

Modelo Urban Water Use - Análise de sensibilidade
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Tipo de análise: d) Nível de aceitação das medidas

Método: alterar o nível de aceitação das medidas em escala de lote.

Parâmetro alterado: Nível de aceitação das medidas para 100%.

Mudança esperada: Os resultados de CSAA para M1, M2 e os grupos de medidas integradas serão maiores que GM0, assim como os resultados de LDBO,SES para M1 e os grupos de medidas integradas serão menores que GM0. Os resultados de QSDU de M2 e os grupos de medidas integradas serão os menores resultados para esta simulação, visto que tem aceitação máxima.

1. Duração do projeto 12 anos

2. Cenários

ID	λ_3	T_3	I_3	PIB_3
1	2,00	28,00	2.000	57.467,64
2	2,00	28,00	2.000	57.467,64
3	2,00	28,00	2.000	57.467,64
4	2,00	28,00	2.000	57.467,64

3. Visão - indicadores e pesos

Tema	Indicador	Peso indicador
Água potável em casa	CSAA	**0,24**
Coleta e tratamento de esgoto	LDBO,SES	**0,19**
Rios mais limpos	LSST,SDU	**0,22**
Menos enchentes	QSDU	**0,14**
Mais áreas verdes	CAV	**0,21**
		1,00

4. Medidas

GM0 - Sem medidas
M1 - Consumo eficiente da água
M2 - Coleta de água da chuva
M8 - Parques urbanos
M10 - Lagoas de água da chuva
M11 - Pavimento permeável
GM1 - M1+M2+M8
GM2 - M1+M2+M10
GM3 - M1+M2+M11
GM4 - M1+M2+M8+M10+M11

Nível de aceitação de medidas isoladas

M1	**100 %**
M2	**100 %**

Nível de aceitação de medidas integradas

M1	**0 %**
M2	**0 %**
M1 + M2	**100 %**

Obs: foi utilizada a menor porcentagem das medidas integradas.

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
GM0	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**0,87**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,14	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M1	CSAA	100,00	59,46	59,46	59,46	59,46	**100,00**	0,24	0	**0,87**	Insuficiente Negativo
	LDBO,SES	194,81	329,37	329,37	329,37	329,37	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,91	31,91	31,91	31,91	**31,86**	0,14	0		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M2	CSAA	100,00	51,95	51,95	51,95	51,95	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	309,05	309,05	309,05	309,05	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	29,34	29,34	29,34	29,34	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M8	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,69	31,69	31,69	31,69	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

			Cenários				Indicador				
Medidas	**Indicadores**	**Referência**	***1***	***2***	***3***	***4***	**Valor previsto**	**Peso (W)**	**Cenários atendidos (N)**	**IE**	**Análise**
M10	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	30,37	30,37	30,37	30,37	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
M11	CSAA	100,00	49,65	49,65	49,65	49,65	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	392,50	392,50	392,50	392,50	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	31,86	31,86	31,86	31,86	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
GM1	CSAA	100,00	61,74	61,74	61,74	61,74	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável Positivo
	LDBO,SES	194,81	329,37	329,37	329,37	329,37	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	306,92	306,92	306,92	306,92	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	29,12	29,12	29,12	29,12	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		
GM2	CSAA	100,00	61,74	61,74	61,74	61,74	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente Positivo
	LDBO,SES	194,81	329,37	329,37	329,37	329,37	**194,76**	0,19	0		
	LSST,SDU	368,62	298,59	298,59	298,59	298,59	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	27,79	27,79	27,79	27,79	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		

Modelo Urban Water Use - Resultados
Área urbana de 1,506 km² - Manaus-AM

Medidas	Indicadores	Referência	Cenários 1	2	3	4	Indicador: Valor previsto	Peso (W)	Cenários atendidos (N)	IE	Análise
GM3	CSAA	100,00	61,74	61,74	61,74	61,74	**100,00**	0,24	0	**1,42**	Insuficiente
	LDBO,SES	194,81	329,37	329,37	329,37	329,37	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	308,55	308,55	308,55	308,55	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	29,28	29,28	29,28	29,28	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	78,25	78,25	78,25	78,25	**84,35**	0,21	0		
GM4	CSAA	100,00	61,74	61,74	61,74	61,74	**100,00**	0,24	0	**2,28**	Razoável
	LDBO,SES	194,81	329,37	329,37	329,37	329,37	**194,76**	0,19	0		Positivo
	LSST,SDU	368,62	295,96	295,96	295,96	295,96	**368,57**	0,22	4		
	QSDU	31,91	27,52	27,52	27,52	27,52	**31,86**	0,14	4		
	CAV	99,23	84,77	84,77	84,77	84,77	**84,35**	0,21	4		

Legenda:

C_{SAA} : Cobertura do Sistema de Abastecimento de Água (%)

$L_{DBO,SES}$: Carga da Demanda Bioquímica de Oxigênio do esgoto sanitário (kg/dia)

$L_{SST,SDU}$: Carga de sólidos suspensos totais no escoamento superficial (ton/ano)

Q_{SDU} : Vazão crítica de drenagem (m³/s)

C_{AV} : Cobertura de área verde por habitante (m²/hab)

Cores dos resultados:

Atingiu o valor previsto

Não atingiu o valor previsto

Classificação do Índice de Efetividade (IE)

3,21 a 4,00	Excelente
2,41 a 3,20	Bom
1,61 a 2,40	Razoável
0,81 a 1,60	Insuficiente
0,00 a 0,80	Ruim

Negativo	*Positivo*
3,21 a 3,60	3,61 a 4,00
2,41 a 2,80	2,81 a 3,20
1,61 a 2,00	2,01 a 2,40
0,81 a 1,20	1,21 a 1,60
0,00 a 0,40	0,41 a 0,80

APÊNDICE W – DOCUMENTO COM DIRETRIZES PARA IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS IVA

Diretrizes para implementação de medidas de IVA na cidade de Manaus-AM

Este documento tem como objetivo fornecer diretrizes técnicas, de educação ambiental, de avaliação continuada e de elaboração do Plano de Implementação de medidas de infraestrutura verde e azul (IVA), baseadas na aplicação da ferramenta em uma área urbana na cidade de Manaus-AM na fase preliminar e Modelo *Urban Water Use* (*UWU*), com o envolvimento das partes interessadas definidas como Indivíduos da comunidade e Corpo Técnico.

I. Diretrizes técnicas

A partir da seleção técnica preliminar foram selecionadas 14 medidas estruturais de IVA em escala de lote, de vizinhança e de bacia. Estas medidas foram apresentadas aos indivíduos da comunidade que indicaram seu interesse e com este resultado foram simuladas as seguintes medidas no modelo UWU:

- Medida 1 – Consumo eficiente da água;
- Medida 2 – Coleta de água da chuva;
- Medida 8 – Parques urbanos;
- Medida 10 – Lagoas de água da chuva;
- Medida 11 – Pavimento permeável.

Para a medida 1 recomenda-se que o uso racional da água seja difundido com instruções sobre a parametrização do consumo para que sejam identificados os aparelhos sanitários em que se pode aplicar o uso racional, uma vez que a redução do consumo não pode interferir no conforto do usuário e nem no desempenho dos sistemas de saneamento.

Para a medida 2 é necessária uma avaliação técnica da edificação que receberá a implementação do sistema de coleta de água da chuva. Deve-se avaliar a área de captação de água da chuva, os pontos de utilização, a instalação necessária para armazenamento da água e os riscos associados ao aproveitamento da água da chuva.

Para a medida 8 foram indicados os locais potenciais para a implementação de parques urbanos e que devem envolver além das partes interessadas, as secretarias municipais para identificar as necessidades específicas e a restrições associadas aos parques urbanos. Deve-se envolver uma equipe multidisciplinar tendo em vista as diversas atividades que podem ser

desenvolvidas nos parques urbanos, assim como atender a legislação municipal para implementação de equipamentos comunitários.

Para a medida 10 recomenda-se a adequação das lagoas de água de chuva existentes na sub-bacia para potencializar sua capacidade em armazenar água, além de revitalizar estas lagoas para garantir a sobrevivência da biota existente nestes ambientes.

Para a medida 11 deve ser avaliada a capacidade de infiltração do solo a fim de garantir a eficiência o pavimento permeável. Uma vez que a taxa de infiltração utilizada nas simulações possui baixa capacidade de infiltração e consequentemente baixa capacidade de amortecimento de chuvas intensas, deve ser avaliado qual o melhor tipo de implementação do pavimento permeável para a sub-bacia.

A seleção destas medidas não impede a implementação de outras medidas de IVA, no entanto, recomenda-se a realização de oficinas com a comunidade e distribuição de material didático para divulgação das vantagens, desvantagens e requisitos de implementação das medidas, uma vez que a participação dos usuários é fundamental para a implementação, manutenção e monitoramento das medidas de IVA.

II. Diretrizes de educação ambiental

Além das medidas estruturais, recomenda-se a implementação de medidas não estruturais que englobam políticas públicas, educação ambiental e sensibilização dos usuários.

Em nível nacional, a Resolução N.º 2, de 15 de junho de 2012 estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, assim é possível incluir nos conteúdos programáticos das escolas e universidades os temas relacionados à IVA. Em nível estadual, o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (Ipaam) possui atividades relacionadas à educação ambiental tais como: campanhas educativas, palestra, oficinas, audiências públicas e material educativo, que podem ser adaptados para inserção da IVA. Além de fazer parte da Comissão Interinstitucional de Educação Ambiental do Estado do Amazonas (CIEA-AM), instituída por meio do Decreto Estadual nº 25.043, de 01 de junho de 2005 com o objetivo de gerir e a implementar a política de Educação Ambiental no Estado do Amazonas. Em nível municipal, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS) possui a Divisão de Educação Ambiental que desenvolve suas atividades pautadas na educação ambiental não formal. Assim, a cidade de Manaus possui os instrumentos legais suficientes para divulgar a IVA e fortalecer sua implementação.

III. Diretrizes de avaliação continuada

A avaliação continuada é a última etapa da ferramenta proposta e deve ser definida entre as partes interessadas como será o seu desenvolvimento, sendo fundamental para a manutenção e monitoramentos das medidas de IVA. O horizonte de 12 anos de simulação das medidas estruturais de IVA devem ser etapalizadas a cada quatro anos para avaliar seu desempenho, bem como rever as medidas não estruturais.

IV. Diretrizes para elaboração do Plano de Implementação de medidas de IVA

Após a aplicação da ferramenta é necessária a elaboração de um Plano de Implementação de medidas de IVA, contendo no mínimo os seguintes requisitos por medida, baseados na metodologia 5W2H (O que? Por quê? Onde? Quando Quem? Como? e Quanto?) como apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Diretrizes para o Plano de Implementação de medidas de IVA

O que?	Medida			Escala	
	Vantagens			Desvantagens	
Por quê?	Objetivos				
	Usos potenciais				
Onde?	Local			Mapa de localização	
	Situação atual				
Quando?	Ação			Prazo	
				Curto	Médio	Longo
Como?	Diretrizes de implementação				
	Tipo de monitoramento				
	Indicadores de sustentabilidade				
Quem?	Comunidade	Especialistas	Setor público	Setor privado	Outros
Quanto?	Implementação		Operação		Monitoramento

ANEXO A – EXTRATO DO TERMO DE COMPROMISSO E AUTORIZAÇÃO – SEMMAS

SEMMAS
Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade

PREFEITURA DE MANAUS

PROGRAMA DE CONHECIMENTO

TERMO DE COMPROMISSO E AUTORIZAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DE PESQUISA Nº01/2019 – SEMMAS

1. DADOS DO REQUERENTE

Discente responsável: Jacqueline Carril Ferreira			**Cidade: Curitiba**
Registro CAAE/CEP:	Não possui no momento	**RG:** [redacted] SSP-AM	[redacted]
DDD/Telefone: [redacted]			**E-mail:** jacqcarril@gmail.com
Orientador responsável: Daniel Costa Dos Santos			**Instituição:** Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Curso: Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental da Universidade Federal do Paraná.		**Contato:** [redacted]	**E-mail:** [redacted]
Endereço: Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100, Bloco V - Jardim das Américas, Curitiba - PR, 81530-000			

2. DADOS DA SECRETARIA

Nome: Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMMAS	**Fone:** (92) 3236-9222
Setor Responsável: Departamento de Áreas Protegidas - DEAPR	**Fone:** (92) 3236-7420
Unidade de Conservação: APA FLORESTA MANAOS	

3. DESCRIÇÃO DA PESQUISA

TÍTULO:
ESTRUTURAÇÃO DE FERRAMENTA BASEADA NA ABORDAGEM DO *BLUE GREEN* PARA A REVITALIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DE ÁREAS URBANAS.

IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO:

Para a gestão de uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável como é o caso da APA FLORESTA MANAOS, é de grande pertinência a obtenção de indicadores socioambiental para o desenvolvimento de estratégias de conservação de seus atributos. Neste sentido, uma pesquisa que visa exatamente estruturar uma ferramenta de gestão de águas no meio urbano com base nas filosofias do *Integrated Urban Water Management (IUWM)* e do *Blue Green*, a fim de revitalizar parcialmente áreas urbanas com ocupação desordenada, é considerada de grande valia para a Unidade de Conservação em questão. É adequada aos objetivos desta categoria da área protegida e potencializa nova forma de protagonismo social em suas comunidades, porém, a fim de resguardar a sadia participação dos Conselheiros da mesma solicita-se a submissão do referido projeto ao respectivo Comitê de Ética.

[redacted]

SEMMAS
Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade

PREFEITURA DE MANAUS

grande valia para a Unidade de Conservação em questão. É adequada aos objetivos desta categoria da área protegida e potencializa nova forma de protagonismo social em suas comunidades, porém, a fim de resguardar a sadia participação dos Conselheiros da mesma solicita-se a submissão do referido projeto ao respectivo Comitê de Ética.

4. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES PARA O PERÍODO DE VIGÊNCIA DO TERMO

Metas	Etapas	Ano 1		Ano 2		Ano 3	
		1° Sem.	2° Sem.	3° Sem.	4° Sem.	5° Sem.	6° Sem.
1. Estruturar a Ferramenta	Levantamento de referências	X					
	Identificação das principais abordagens de saneamento	X					
	Definição de critérios para escolha de abordagens de saneamento	X					
	Escolha do modelo a ser utilizado		X				
	Estruturação da ferramenta		X				
2. Aplicar a ferramenta em um estudo de caso	Levantamento de dados secundários e de referenciais	X	X				
	Definição de critérios para delimitação da área de estudo	X	X				
	Identificação dos processos de gestão integrada e participativa na região		X				
	Identificação dos stakeholders		X				
	Oficina com os stakeholders - aplicação da ferramenta		X				
	Análise dos resultados obtidos		X				
3. Elaborar um plano de gestão das águas urbanas	Diagnóstico da área de estudo			X			
	Visitas de campo na área de estudo			X			
	Oficina com lideranças comunitárias			X			
	Versão preliminar do Plano de Gestão das águas urbanas				X		
	Plano de Gestão das águas urbanas					X	
4. Disseminar os resultados	Oficina com os stakeholders – apresentação de resultados			X			
	Oficina com a comunidade – apresentação de resultados				X		
	Apresentação de procedimentos metodológicos e resultados parciais em Qualificação do curso de pós-graduação	X		X		X	
	Apresentação de trabalhos em eventos científicos				X		X
	Elaboração de relatório técnico parcial		X		X		
	Elaboração de relatório técnico final						X

[redacted] [redacted]

SEMMAS
Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade

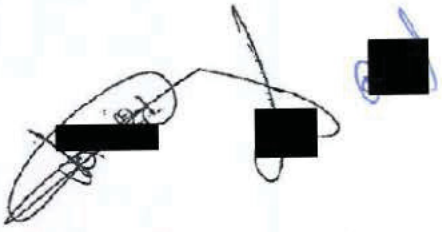
PREFEITURA DE MANAUS

5. CONDICIONANTES

- O docente responsável deverá ter ciência e dar cumprimento no Protocolo e na Resolução nº 002/2002 – COMDEMA (Regimento de Uso das Unidades de Conservação Municipais);
- Decreto nº 4515/2019, que cria a Área de Proteção Ambiental FLORESTA MANAÓS e dá outras providências;
- O responsável pela pesquisa deverá arcar com os materiais e demais recursos que se fizerem necessários à execução da pesquisa;
- Em caso de Entrevistas semiestruturadas com universitários, moradores e trabalhadores da comunidade deverá apresentar a solicitação e assinatura no Termo de Consentimento Livre Esclarecimento – TCLE (para pesquisadores devidamente autorizados pelo Conselho de Ética em Pesquisa - CEP);
- Esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a **apresentação do relatório de atividades a ser enviado para o Programa de Conhecimento (programadeconhecimento@pmm.am.gov.br)** no prazo de até 30 dias após a data do aniversário da emissão.
- Ao final da visita/pesquisa o responsável deve apresentar à SEMMAS, relatório descritivo e em PDF contendo registros fotográficos e textuais das atividades realizadas, bem como resultados alcançados para apreciação do Conselho da Unidade;
- Os resultados da pesquisa estarão à disposição desta SEMMAS;
- Esta autorização não dispensa a apresentação de outros documentos solicitados *a posteriori*, a exemplo da cópia de documento comprobatório de pedido de autorização ao Comitê de Ética para aplicação de pesquisa com humanos.

6. CONSIDERAÇÕES

A proposta ora apresentada "Estruturação de Ferramenta baseada na abordagem do *BLUE GREEN* para a Revitalização Socioambiental de áreas Urbanas", deve ter como parâmetros básicos: Cuidados com a metodologia utilizada (entrevistas semiestruturadas) a fim de preservar a integridade dos participantes de acordo com a orientação do Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição de Ensino evitando provocar impactos negativos de qualquer ordem em sua dignidade.



SEMMAS
Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade

PREFEITURA DE MANAUS

7. AUTORIZAÇÃO

Fica autorizada a realização da Pesquisa *Estruturação de Ferramenta baseada na abordagem do BLUE GREEN para a Revitalização Socioambiental de áreas Urbanas*, conforme solicitação do discente responsável.

Este documento tem validade para o período de **12 (doze) meses** a contar da data da assinatura deste **Termo**, prorrogável por igual período.

[redacted]

Márcio Bentes Lima
Diretor de Departamento de Mudanças Climáticas e Áreas Protegidas
DDP/SEMMAS

[redacted]

Angeline Ugarte Amorim
Presidente do Co.Cs. APA Floresta Manaós
DTAP/DMCAPSEMMAS/PMM

[redacted]

Responsável pela Pesquisa

Manaus, 30 de agosto de 2019.

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, Daniel Costa dos Santos (pesquisador responsável) e Jacqueline Corrêa Ferreira, (aluna de doutorado), da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando você a participar de um estudo intitulado "Estruturação de ferramenta baseada na abordagem do Blue Green para a revitalização socioambiental de áreas urbanas"

a) O objetivo desta pesquisa é estruturar uma ferramenta de gestão da água no meio urbano para revitalizar parcialmente áreas urbanas com ocupação informal. Para isso, será considerada uma área urbanizada em Manaus-AM, que foi escolhida principalmente devido à falta de sistema de esgoto sanitário e por inundações quando se tem fortes chuvas. Para ajudar a solucionar estes problemas serão utilizadas as filosofias da Gestão Integrada das Águas Urbanas (GIAU) e da Infraestrutura Verde e Azul. A GIAU é uma abordagem que integra o saneamento, o desenvolvimento urbano e a gestão de bacias hidrográficas, com objetivos econômicos, sociais e ambientais sustentáveis. Já a Infraestrutura Verde e Azul é uma abordagem que une a gestão da água e os espaços verdes para melhorar a qualidade e a quantidade de água na paisagem urbana. Estas duas abordagens necessitam da participação da sociedade para contribuir na escolha, na manutenção e na fiscalização das técnicas mais eficientes para a área de estudo. Com a contribuição dos usuários e do poder público, os benefícios destas técnicas poderão ser usufruídos pela sociedade.

b) Caso você participe da pesquisa, será necessário comparecer às oficinas estratégicas que terão como objetivos interagir os participantes e desenvolver estratégias de saneamento básico que melhorem a qualidade de vida dos indivíduos residentes na Comunidade 2 de Junho, bairro Japiim.

c) Para tanto você deverá comparecer no Centro Universitário Luterano de Manaus (CEULM-ULBRA), localizado à Avenida Carlos Drummond de Andrade, Conjunto Atílio Andreazza, 1460 - Japiim, Manaus - AM, 69077-730, para participar de oficinas estratégicas, o que levará aproximadamente de uma hora a duas horas de duração.

d) É possível que você experimente algum desconforto, principalmente relacionado à invasão de privacidade; tempo gasto ao responder ao questionário/entrevista; e, divulgação de imagem por meio de filmagens ou registros fotográficos.

e) Alguns riscos relacionados ao estudo podem ser invasão de privacidade; interferência em sua vida e rotina; embaraço de interagir com estranhos; medo de repercussões eventuais; e, divulgação de imagem por meio de filmagens ou registros fotográficos.

f) Caso algum ou alguns dos riscos citados acima venha a ocorrer, os pesquisadores responsáveis solucionarão ou minimizarão os desconfortos, garantindo local reservado e liberdade para não responder questões constrangedoras. Em casos de divulgação de imagem por meio de filmagens ou registros fotográficos, você terá liberdade para não aceitar que os registros sejam realizados.

g) Sua participação na pesquisa não terá nenhum custo e você não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados gastos e/ou danos provenientes desta pesquisa, você tem assegurado o direito ao ressarcimento. Este ressarcimento será realizado, em espécie, após a comprovação do gasto gerado (ex. Ex. cupons e/ou notas fiscais, por exemplo), mediante a assinatura de documento para comprovação do valor ressarcido.

h) Os benefícios esperados com essa pesquisa são compartilhar as informações e a decisão da medidas que beneficiarão a comunidade participante. Os participantes terão a oportunidade de: conhecer mais profundamente o meio em que residem; conhecer as alternativas de infraestrutura sanitária que contribuirá para a melhoria da qualidade de vida da população; serem mobilizados e sensibilizados, sendo uma conquista

Participante da Pesquisa e/ou Responsável Legal: _____
Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE: _____
Orientador: _____

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR (CEPSD)
Rua Padre Camargo, 285 | 1º andar | Alto da Glória - Curitiba/PR | CEP 80060-240 |
comitedesaude@ufpr.br - telefone (041) 3360-7259

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde/UFPR.
Registro CEP/SD-UFPR nº 2993.406
na data de 25/02/2020

para a gestão dessa área. Outro benefício será a disponibilização de uma ferramenta de tomada de decisão de medidas de saneamento a serem implementadas em áreas urbanas com fragilidades na infraestrutura sanitária. Além das informações sobre o saneamento das cidades e medidas possíveis que serão disponibilizadas em página da *web*. Será elaborado um Plano de Gestão das Águas Urbanas para o município de Manaus, que contribuirá para a gestão da APA Floresta Manaós e das bacias em que a mesma está inserida.

i) Os pesquisadores Daniel Costa dos Santos e Jacqueline Carril Ferreira, responsáveis por este estudo, poderão ser localizados à Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 210, bloco V no gabinete dos professores do Departamento de Hidráulica e Saneamento (DHS) ou na sala de estudos (PH-13) - Jardim das Américas, Curitiba – PR ou à Av. Carlos Drummond de Andrade, 1460, Conjunto Atílio Andreazza, Japiim, Manaus/AM, e-mail dcsantos.dhs@ufpr.br e jacqcarril@gmail.com, Telefone (41) 3361-3434, no horário de 09h às 18h para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

j) A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.

k) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a **sua identidade seja preservada e mantida sua confidencialidade.**

l) O material obtido – questionários, imagens e vídeos – será utilizado unicamente para essa pesquisa e será descartado em aterro sanitário ao término do estudo, dentro de 5 anos.

m) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

n) Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone (41) 3360-7259. **O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução nº 466/12 Conselho Nacional de Saúde).**

Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

Manaus, _____ de _____ de _____.

_____

[Assinatura do Participante de Pesquisa ou Responsável Legal]

_____

[Assinatura do Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE]

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde/UFPR.
Parecer CEP/SD-PB.nº 3933406
na data de 27/03/2020.

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD
Rua Padre Camargo, 285 | 1º andar | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 |
cometica.saude@ufpr.br - telefone (041) 3360-7259