

VARIABILIDADE DE AFLUÊNCIAS INDEVIDAS ÀS REDES DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS. CAUSAS E EFEITOS. ESTRATÉGIAS DE CONTROLO E REDUÇÃO.

SOFIA RAQUEL AMANDI SOUSA GONÇALVES DE MELO

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM HIDRÁULICA

Orientador: Professor Doutor Francisco Manuel de Oliveira Piqueiro

Coorientador(a): Engenheira Susana Barreto

JANEIRO DE 2025

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2024/2025

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

✉ m.ec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado em Engenharia Civil – 2024/2025 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2025*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus pais

Não basta termos um bom espírito, o mais importante é aplicá-lo bem
René Descartes

Agradecimentos

No momento de conclusão de uma etapa significativa da minha formação académica, desejo expressar um sincero agradecimento a algumas das pessoas mais importantes, cujo apoio foi fundamental para o meu sucesso.

Ao meu orientador, Professor Francisco Piqueiro, um especial agradecimento pela amizade, disponibilidade e apoio constantes ao longo de todo o percurso académico. Pelo privilégio da partilha do seu vasto conhecimento e experiência, bem como por ter contribuído para aprofundar o meu interesse e apreço pela hidráulica.

Expressa-se um sincero agradecimento às Águas de Gondomar, em particular à Engenheira Susana Barreto, pela receção calorosa, pela excelência na mentoria e pelo apoio inestimável na elaboração desta dissertação, bem como pela contínua disponibilidade na disponibilização de dados essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Expresso, também, a minha profunda gratidão à Engenheira Ana Paula Barros pela sua valiosa intermediação no estabelecimento dos contactos com a FEUP, bem como pelo apoio prestado no processo de acolhimento e na viabilização da realização deste trabalho.

Quero também deixar um agradecimento à Professora Cristina Santos, pela disponibilidade e pelo apoio prestado durante a elaboração desta dissertação.

Ao Ângelo, quero agradecer pelo apoio constante durante a realização do presente trabalho, assim como pelas horas intermináveis em que me ouviu e me ajudou a encarar esta etapa com determinação e otimismo, além do carinho e amor que sempre demonstrou.

Aos meus amigos. À Ana, que, apesar de estar longe, está sempre pronta para me incentivar e oferecer palavras de carinho e amor. Ao João, pelos momentos de cumplicidade e pelo orgulho que sempre me demonstrou. E, por fim, aos meus companheiros ao longo do meu percurso académico, desde os que estão comigo desde o primeiro dia até aos que se juntaram em fases mais avançadas, mas por quem nutro grande carinho: Ricardo, Joana, Vasco, Filipa, Lino, Chico, Alex e Filipe.

À minha família.

Aos meus avós, a quem tenho o privilégio de deixar orgulhosos, e a quem devo todo o amor e carinho que lhes dedico.

Ao meu irmão, pelo companheirismo e pelas brincadeiras que sempre tornaram os momentos mais leves e especiais.

Aos meus pais, que são a base de tudo o que sou e faço. Pelo amor incondicional, pela força e apoio constantes em cada passo da minha jornada. Pela paciência, pelos conselhos sábios, pelas risadas que sempre me contagiaram e por estarem sempre presentes, nos bons e maus momentos. Sem vocês, não teria chegado aqui. Esta conquista é, sem dúvida, tão vossa quanto minha.

Resumo

As redes de drenagem de águas residuais desempenham um papel essencial na recolha, transporte e encaminhamento de efluentes para tratamento nas ETAR, onde a água residual é tratada e devolvido ao meio hídrico com qualidade adequada.

As afluências indevidas, resultantes de infiltrações e ligações inadequadas, representam um desafio significativo nas redes de drenagem de águas residuais, uma vez que comprometem a eficiência das ETAR, diluindo os poluentes, reduzindo a eficácia do tratamento e aumentando os custos operacionais. Além disso, os excessos de caudal podem causar descargas não tratadas no meio hídrico, impactando negativamente o ambiente. Este fenómeno também sobrecarrega a infraestrutura, acelerando o desgaste e aumentando as necessidades de manutenção. Socialmente, reflete-se em tarifas mais altas e na perceção de ineficiência no sistema.

Apesar de os regulamentos permitirem considerar infiltrações no dimensionamento das redes, abordagens inadequadas podem levar a sistemas mal projetados. Para mitigar este problema, é crucial melhorar a impermeabilização e adotar redes mais separativas, equilibrando os custos com a sustentabilidade e eficiência do sistema.

A presente dissertação visa analisar uma bacia de drenagem, utilizando dados de cadastro, para identificar e caracterizar afluências indevidas nas redes de drenagem de águas residuais urbanas, com o objetivo de compreender e mitigar este problema. O desgaste natural dos sistemas de saneamento ao longo do tempo reduz a estanquidade, agravando os problemas de infiltração e exfiltração e acelerando a deterioração dos coletores. Este ciclo de degradação pode ser evitado ou retardado através de medidas adequadas nas fases de projeto e exploração.

O caso em estudo, centrado numa bacia de drenagem de Gondomar, no distrito do Porto, tem como objetivo identificar afluências indevidas por meio da análise de caudais, níveis e precipitação. O trabalho envolve a modelação matemática utilizando o software SWMM, permitindo avaliar o estado e o funcionamento da rede.

PALAVRAS-CHAVE: redes de drenagem de águas residuais, afluências indevidas, SWMM, simulação, calibração

Abstract

Wastewater drainage networks play a crucial role in the collection, transport, and conveyance of effluents to Wastewater Treatment Plants (WWTP's), where wastewater is treated and returned to the receiving water bodies with adequate quality.

Inflow and infiltration, resulting from leaks and improper connections, pose a significant challenge to wastewater drainage networks as they compromise the efficiency of WWTP's. These issues dilute pollutants, reduce treatment effectiveness, and increase operational costs.

Furthermore, excessive flows can lead to untreated discharges into the environment, causing negative environmental impacts. This phenomenon also overloads infrastructure, accelerating wear and tear, and increasing maintenance needs. Socially, it results in higher tariffs and a perception of system inefficiency.

Although regulations allow for the consideration of infiltration in the design of drainage networks, inadequate approaches can lead to poorly designed systems. To address this issue, it is essential to improve network impermeability and adopt more separative drainage systems, balancing costs with sustainability and system efficiency.

This dissertation aims to analyze a drainage basin using cadastral data to identify and characterize inflows and infiltrations in urban wastewater drainage networks, with the goal of understanding and mitigating this issue. Over time, the natural wear of sanitation systems reduces their watertightness, exacerbating infiltration and exfiltration problems and accelerating the deterioration of pipelines. This degradation cycle can be avoided or delayed through appropriate measures during the design and operational phases.

The case study focuses on a drainage basin in Gondomar, in the district of Porto, aiming to identify inflows and infiltrations through the analysis of flow rates, levels, and precipitation data. The work includes mathematical modelling using the Storm Water Management Model (SWMM), enabling an assessment of the network's condition and performance.

KEYWORDS: wastewater drainage networks, inflow and infiltration, SWMM, simulation, calibration

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
1. INTRODUÇÃO	1
1.1.APRESENTAÇÃO E ENQUADRAMENTO DO TEMA.....	1
1.2.ÂMBITOS E OBJETIVOS	3
1.3.ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	3
2. SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA	5
2.1.CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	5
2.2. SANEAMENTO EM PORTUGAL.....	5
2.2.1. RELAÇÃO ENTRE O CRESCIMENTO DEMOGRÁFICO E AS CONSEQUÊNCIAS SANITÁRIAS	6
2.3. ENQUADRAMENTO ESTRATÉGICO	6
2.3.1. PLANO ESTRATÉGICO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS E PLUVIAIS 2030 (PENSAARP 2030).....	6
2.4. ENQUADRAMENTO INSTITUCIONAL E LEGISLATIVO.....	8
2.4.1. ENQUADRAMENTO INSTITUCIONAL.....	8
2.4.1.1. ENTIDADES GESTORAS DE SERVIÇOS DE GESTÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS URBANAS.....	9
2.4.2. LEGISLAÇÃO MAIS RELEVANTE	13
3. INFILTRAÇÕES EM SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA	15
3.1.CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	15
3.2. TIPO DE AFLUÊNCIAS	15
3.2.1. DEFINIÇÃO DE INFILTRAÇÃO.....	16
3.2.2. INFILTRAÇÃO DIRETA.....	17
3.2.3. INFILTRAÇÃO INDIRETA	18
3.2.4. ORIENTAÇÕES PARA A MITIGAÇÃO DE INFILTRAÇÕES	19
3.3. IMPACTO DAS INFILTRAÇÕES NO DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM	19

3.3.1. IMPACTE AMBIENTAL E SAÚDE PÚBLICA	20
3.3.2. IMPACTO TÉCNICO / ESTRUTURAL	21
3.3.3. IMPACTE SOCIOECONÓMICO.....	22
3.4. QUANTIFICAÇÃO E CONTROLO DE VOLUMES INFILTRADOS.....	22
3.4.1. FASE DE PROJETO.....	23
3.4.2. MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DE AFLUÊNCIAS INDIRETAS	26
3.4.2.1. CAUDAL EM TEMPO SECO	26
3.4.2.2. CAUDAL MÍNIMO	27
3.4.3. MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DE AFLUÊNCIAS DIRETAS	28
3.4.3.1. RECOMENDAÇÕES DO IRAR / ERSAR	28
3.4.3.2. ÍNDICE API E ÍNDICE NAPI	29
3.4.4. MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DE AFLUÊNCIAS DIRETAS E INDIRETAS	30
3.4.4.1. MÉTODO DO TRIÂNGULO	30
3.4.4.2. MÉTODO DO MÍNIMO MÓVEL	31
3.4.4.3. MÉTODO DAS SÉRIES TEMPORAIS DE CARGAS POLUENTES	33
3.5. INDICADORES DE DESEMPENHO	33
3.6. MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DE INFILTRAÇÕES	36
3.6.1. TESTE COM MARCADORES	36
3.6.2. TESTE COM INJEÇÃO DE FUMO	37
3.6.3. INSPEÇÃO POR CIRCUITO FECHADO DE TELEVISÃO (CCTV)	38
3.6.4. JETTING	39
3.6.5. ISOLAMENTO DA REDE EM PEQUENOS TROÇOS.....	40
3.7. IMPACTO ECONÓMICO ASSOCIADO ÀS AFLUÊNCIAS INDEVIDAS	40
3.7.1. CUSTOS DE INVESTIMENTO	40
3.7.2. CUSTOS DE OPERAÇÃO	41
3.7.3. CUSTOS DE MANUTENÇÃO	41
 4. CASO DE ESTUDO.....	 43
4.1. CONCELHO DE GONDOMAR	43
4.1.1. RECURSOS HÍDRICOS, INFRAESTRUTURAS ASSOCIADAS E MEDIDAS DE GESTÃO IMPLEMENTADAS PELO MUNICÍPIO DE GONDOMAR	45
4.1.2. REDE DE ÁGUAS RESIDUAIS DE GONDOMAR	45
4.2. MODELAÇÃO HIDRÁULICA DA REDE.....	47
4.2.1. STORM WATER MANAGEMENT MODEL (SWMM).....	47

4.3. BACIA DE DRENAGEM NA FREGUESIA DE FÂNZERES.....	48
4.3.1. REDE DA BACIA DE DRENAGEM EM ESTUDO	48
4.4. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DE GIRASSÓIS.....	51
4.4.1. FASE INICIAL – VISITA AO LOCAL E INSTRUMENTAÇÃO UTILIZADA	51
4.4.2. OBTENÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS PARA MODELAÇÃO INICIAL DO SWMM	52
4.5. SIMULAÇÃO DE AFLUÊNCIAS INDEVIDAS.....	65
4.5.1. ESTUDO E PRÉ-TRATAMENTO DE DADOS	65
4.5.2. TRATAMENTO DE DADOS.....	67
4.5.3. INTRODUÇÃO DA PRECIPITAÇÃO NO SWMM.....	68
4.5.4. RDII.....	73
4.5.5. PERFIS LONGITUDINAIS	82
 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
5.1. CONCLUSÕES GERAIS	85
5.2. CONCLUSÕES RELATIVAS AO CASO DE ESTUDO	86
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
 ANEXOS.....	I
ANEXO A.1. VALORES DE CAUDAL – CONSUMOS POR RAMAL	II
ANEXO A.2. VALORES DE ESCOLHA PARA CALIBRAÇÃO – NÍVEL E CAUDAL	IV
ANEXO A.3. VALORES OBTIDOS NO SWMM PARA A SEMANA DE 19 A 23 DE AGOSTO – NÍVEL E CAUDAL	XXVI
ANEXO A.4. VALORES DE PRECIPITAÇÃO	XXXII
ANEXO A.5. VALORES DE CALIBRAÇÃO PARA PRECIPITAÇÃO (RDII) – NÍVEL E CAUDAL.....	XXXV

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição geográfica das entidades gestoras de serviços de gestão de águas residuais urbanas em alta. (RASARP, 2023).....	10
Figura 2 - Distribuição geográfica das entidades gestoras de serviços de gestão de águas residuais urbanas em baixa. (RASARP, 2023).....	11
Figura 3 - Indicadores gerais do serviço de gestão de águas residuais urbanas em alta, por submodelo de gestão. (RASARP, 2023).....	12
Figura 4 - Indicadores gerais do serviço de gestão de águas residuais urbanas em baixa, por submodelo de gestão. (RASARP, 2023).....	12
Figura 5 - Dimensões dos impactos das afluências indevidas (Adaptado de Amorim, 2007).	20
Figura 6 - Ciclo provocado pelas deficiências nos coletores (adaptado de Bonito, 2014).	22
Figura 7 - Método do triângulo aplicado à ETAR de Mirandela (Amorim, 2007).	31
Figura 8 - Hidrograma do Mínimo Móvel (Mortinho, 2011).	32
Figura 9 - Testes com marcadores. (Águas de Gondomar).....	36
Figura 10 - Esquema ilustrativo de um ensaio de injeção de fumos. [1].....	37
Figura 11 - Exemplo de uma inspeção com injeção de fumos, na zona de Gondomar, a 25 de outubro de 2024.....	38
Figura 12 - Exemplo de um dispositivo de Jetting, em funcionamento. [2].....	39
Figura 13 - Localização de Gondomar no mapa de Portugal Continental, assim como respetivas freguesias. [3]	44
Figura 14 - Subsistema associada ao caso de estudo (Bacia do Freixo).	46
Figura 15 - Bacia de Girassóis.	48
Figura 16 – Rede escolhida para a quantificação de afluências indevidas (Bacia de Girassóis)..	49
Figura 17 - Câmara de visita 1235114, com instalação de medidor de nível.	51
Figura 18 – Exemplos de sistemas DIP e de poço tradicional (estação elevatória DIP no esquema da esquerda e poço tradicional no esquema da direita).	52
Figura 19 - Valores do caudal, considerando um fator de afluência de 0,85.....	54
Figura 20 - Valores do caudal, considerando um fator de afluência de 0,90.....	54
Figura 21 - Inserção dos caudais em "tempo seco", no SWMM.	55
Figura 22 - Observação do Erro de Continuidade, no SWMM, em período seco.....	58
Figura 23 - Gráfico do caudal gerado pelo SWMM, semana de 7 a 11 de agosto de 2023.	59
Figura 24 -Gráfico do caudal gerado pelo SWMM, semana de 5 a 9 de agosto de 2024.	60
Figura 25- Gráfico do caudal gerado pelo SWMM, semana de 12 a 16 de agosto de 2024.	60
Figura 26 – Gráfico do caudal gerado pelo SWMM, semana de 19 a 23 de agosto de 2024.	61
Figura 27 - Intervalo de valores de Manning, n, e materiais correspondentes.	62

Figura 28 - Gráficos do caudal (eixo y) em função do tempo (eixo x), antes e após a calibração (lado esquerdo e direito, respetivamente).	63
Figura 29 - Gráficos de nível (eixo y) em função do tempo (eixo x), na câmara de visita 1235121, antes e após a calibração (lado esquerdo e direito, respetivamente).	63
Figura 30 – Gráfico relativo às variações no fluxo que são refletivas nos valores de caudal medidos pelo caudalímetro, na estação elevatória.	64
Figura 31 - Afluências indevidas identificadas na Rua dos Cravos, com recurso ao teste de fumos.	65
Figura 32 - Afluência indevida identificada na Rua das Hortênsias, com recurso ao teste de fumos.	66
Figura 33 - Afluência indevida identificada na Rua dos Girassóis, com recurso ao teste de fumos.	66
Figura 34 - Gráfico da precipitação (em mm) ao longo da semana de 5 a 9 de fevereiro de 2024.	67
Figura 35 - Gráfico da precipitação (em mm) ao longo da semana de 23 a 27 de setembro de 2024.	68
Figura 36 – Bacia de Girassóis, SWMM, com as sub-bacias associadas às possíveis afluências indevidas.	69
Figura 37 - Rede desenhada no Google Earth.	70
Figura 38 - Série temporal da semana de fevereiro, e respetivo gráfico da precipitação (SWMM).	71
Figura 39 - Série temporal da semana de setembro, com respetivo gráfico de precipitação (SWMM).	71
Figura 40 - Udómetro associado à bacia de drenagem em estudo.	72
Figura 41 - Valores iniciais da simulação, semana de 5 a 9 de fevereiro, do lado esquerdo correspondente ao caudal, e do lado direito correspondente ao nível.	72
Figura 42 - Valores iniciais da simulação, semana de 23 a 27 de setembro, do lado esquerdo correspondente ao caudal, e do lado direito correspondente ao nível.	73
Figura 43 - Exemplo de um hidrograma unitário. [4]	74
Figura 44 - Exemplo de um hidrograma unitário, utilizando o método RTK. [4].....	74
Figura 45 - Editor do hidrograma unitário, SWMM.	75
Figura 46 - Erros de continuidade da primeira simulação, associados ao RDII.	77
Figura 47 - Gráfico do caudal, associado à semana de fevereiro, valores obtidos vs. valores observados.	78
Figura 48 - Gráfico do caudal, associado à semana de setembro, valores obtidos vs. valores observados.	78
Figura 49 - Erros de continuidade, associados ao RDII final.	79
Figura 50 - Valores do caudal, associados à semana de fevereiro (calibração final).	80

Figura 51 - Valores do caudal, associados à semana de setembro (calibração final).....	80
Figura 52 - Análises comparativas dos valores de nível, em função do tempo, no mês de fevereiro.	81
Figura 53 - Análises comparativas dos valores de nível, em função do tempo, no mês de setembro.	81
Figura 54 - Troços para a realização do perfil longitudinal.	82
Figura 55 - Perfil longitudinal dos troços associados aos últimos coletores, na semana de fevereiro.	83
Figura 56 - Perfil longitudinal dos troços associados aos últimos coletores, na semana de 23 a 27 de setembro.	84

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Definições, tipos e origens de afluências indevidas (Rodrigues, 2013).	16
Tabela 2 - Resumo de alguns critérios aplicados em diferentes países (adaptado de Amorim, 2007; Cardoso et al., 2006).	24
Tabela 3 - Freguesias de Gondomar e respetivas características.....	44
Tabela 4 - Informações da rede de águas residuais.	45
Tabela 5 - Características dos Coletores.	50
Tabela 6 - Valores dos Caudais, relativos aos consumos por coletor.	53
Tabela 7 - Padrão Horário associado ao "Dry Weather".....	56
Tabela 8 - Distribuição dos Caudais por câmaras de visita.	56
Tabela 9 - Caudal distribuído pelas CV's, tendo em consideração o Fator de Afluência.	57
Tabela 10 - Características de cada sub-bacia.	69
Tabela 11 - Associação de cada área drenada, para modelagem do RDII.	76
Tabela 12 - Valores iniciais do RDII.	76
Tabela 13 - Valores do RDII finais.....	79

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

AdG – Águas de Gondomar

API – *Antecedent Precipitation Index*

APUSS – *Assessing Infiltration and Exfiltration on the Performance of Urban Sewer Systems*

Cap – Capitação

CCTV – Close Circuit Television

CQO – Carência Química de Oxigénio

CV – Câmara(s) de Visita

D – Diâmetro

DIP – Direct In-Line Pump System

DR – Decreto Regulamentar

EMAAC – Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas

EPA – Environmental Protection Agency

ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

F – Fator

FA – Fator de Afluência

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

hab – habitante

i – Número de dias antecedentes

IRAR – Instituto Regulador de Águas e Resíduos

k' – Constante de decaimento do solo

k – Coeficiente de Afluência

L_{coletor} – Comprimento do coletor

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

LPS – Liters per Second

M – Número de dias do último período contínuo de tempo seco

NAPI – Normalized Antecedent Precipitation Index

P – Altura da parede do coletor

$\bar{P}$ – Média pluviométrica dos dias antecedentes

PEAASAR – Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais

PENSAAR – Nova estratégia para o Setor de Abastecimento de Águas e de Saneamento de Águas Residuais

Pop – População

Pt – Precipitação durante o dia t

Qi – Caudal de infiltração

Q_{ind} – Caudal de Origem Industrial

Q_m – Caudal médio

Q_{min} – Caudal Mínimo

Q_{mts} – Caudal de Tempo Seco

RASARP – Relatório Annual dos Serviços de Água e Resíduos em Portugal

RDII – Rainfall Dependent Infiltration and Inflow

SSOAP – Sanitary Sewer Overflow Analysis and Planning

SWMM – Storm Water Management Model

UH – Unit Hydrograph (hidrograma unitário)

V_{n^T} - Volume total medido no ponto de medição j no dia de chuva n

V_{n^{jad}} - volume de águas residuais domésticas medido no ponto de medição j no dia de chuva n

V_{n^{jap}} - volume de águas pluviais medido no ponto de medição j no dia de chuva n

Vs - Versus

1

INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO E ENQUADRAMENTO DO TEMA

As redes de drenagem de águas residuais são estruturas responsáveis pela recolha, e consequente transporte, das águas residuais, quer domésticas, industriais ou pluviais, provenientes das edificações ou da via pública, a destino final adequado, as Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR). Nestas estações, as águas são tratadas, sendo posteriormente devolvidas ao meio hídrico recetor, com as condições de qualidade adequadas, minimizando assim o impacto no respetivo meio.

Em Portugal, ao longo das últimas décadas, observou-se um significativo esforço de investimento e capacitação técnica no setor da água. Esta iniciativa visou assegurar uma evolução adequada deste serviço, alinhando-se aos padrões exigidos pelos países desenvolvidos, particularmente pela União Europeia, no que concerne à cobertura dos serviços de abastecimento de água, à drenagem de águas residuais e ao seu tratamento correspondente. Posto isto, os sistemas de drenagem vão sendo consolidados e desgastando-se naturalmente, redirecionando assim as preocupações das entidades gestoras, uma vez que, na maioria dos sistemas, a expansão e cobertura da rede já não constituem o principal foco, dado que estas cobrem grande parte da população, e a sua expansão demográfica tem mostrado sinais de estagnação. Assim, torna-se premente concentrar esforços de manutenção, além de implementação de estratégias que promovam a sustentabilidade ambiental e económica. Partindo deste pressuposto, e com a obtenção de dados cada vez mais precisos e de melhor qualidade pelas entidades gestoras durante a operação dos sistemas, verifica-se que as afluências indevidas têm um impacto significativo e emergem como uma prioridade a ser abordada.

As afluências indevidas correspondem à entrada não controlada de águas nas redes de drenagem de águas residuais, comprometendo a sua capacidade hidráulica e eficiência no tratamento. Estas podem resultar da infiltração de águas subterrâneas por fissuras nos coletores, da ligação indevida das redes de águas pluviais ao sistema de águas residuais ou do escoamento superficial direcionado para coletores unitários. Essas ocorrências podem conduzir a sobrecargas no sistema, ao aumento dos caudais afluentes às ETAR, assim como a potenciais descargas indevidas no meio hídrico.

De acordo com o relatório final da APUSS (Bertrand-Krajewski et al., 2005), é essencial manter um estado de conservação estrutural e uma eficiência funcional adequados para assegurar a transferência de águas residuais para as ETAR sem fenómenos significativos de infiltração. A ocorrência de afluências indevidas compromete a eficiência dos tratamentos realizados nas ETAR,

uma vez que a sobrecarga de caudais provocada pelos volumes infiltrados, que em algumas redes pode corresponder a 100% do volume de águas residuais, dilui as concentrações dos poluentes, reduzindo a eficácia do processo de tratamento e aumentando significativamente os custos associados.

Em Portugal, as redes de drenagem são projetadas conforme o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (DR n°23/95). Embora o regulamento permita considerar um aumento do caudal de dimensionamento devido às infiltrações, que tendem a intensificar-se com o envelhecimento da rede, não contemplava de forma abrangente os condicionalismos específicos do local de implementação.

Estas redes são dimensionadas com base num caudal projetado considerando os consumos per capita no ano horizonte de projeto. No entanto, por vezes, as projeções demográficas resultam em caudais superdimensionados, o que se traduz em custos excessivos na fase de construção e em ineficiências durante a operação. O contrário também é verdade, com projeções subdimensionadas, levando a redes incapazes de transportar o caudal necessário, acarretando elevados custos de reestruturação da rede. Portanto, a única forma de mitigar estes problemas é através de uma análise demográfica cuidadosa, com previsões o mais realistas possível.

Adotando uma lógica fundamentada na eficiência e sustentabilidade em todos os níveis a questão das afluências indevidas revela-se de grande importância nas redes de saneamento, causando danos significativos nos coletores, estações elevatórias e nas próprias estações de tratamento. Estes danos manifestam-se essencialmente no âmbito financeiro, social e ambiental.

Do ponto de vista ambiental, o aumento dos caudais transportados pelos coletores, cujas estações de tratamento não estão preparadas para receber, resultam em descargas por *by-pass* nas ETAR, diretamente no meio hídrico recetor, causando uma sobrecarga de poluentes prejudiciais ao ambiente.

Financeiramente, surgem custos diretos relacionados com a operação dos sistemas devido ao consumo elevado de energia e outros recursos, tanto nas estações elevatórias, como nas ETAR, devido aos volumes excedentes de água provenientes destas afluências indesejadas. Além disso, há custos indiretos, uma vez que os coletores transportam maiores caudais e podem operar em regime de secção cheia, acelerando o desgaste e antecipando as operações de manutenção, que implicam despesas elevadas de reparação ou substituição.

No âmbito social, a opinião pública e as questões sociais são fatores cruciais que não devem ser negligenciados, pois, em última análise, os acréscimos de custos serão suportados pela sociedade, quer a nível económico, com o aumento das tarifas, quer a nível da qualidade de vida, prejudicada pelo maior impacto ambiental. Para além destas questões técnicas e económicas, prevalece também a perceção de desperdício, uma vez que se está a tratar efluente que, em teoria, não seria necessário tratar.

É pertinente mencionar que estes caudais excedentários podem, ainda que de forma limitada, trazer vantagens ao sistema, sobretudo na limpeza e varrimento da rede em períodos de menor caudal, como durante a noite, apesar dos problemas associados. Com esta perspetiva, é crucial elaborar previsões realistas dos volumes excedentários que afluem às redes, reconhecendo sempre que haverá um grau significativo de incerteza, que se procurará mitigar. Na fase subsequente, é imperativo atuar na atenuação deste problema, sendo que a única medida de impacto imediato é aumentar a impermeabilização da rede e torná-la o mais separativa possível. Todavia, estas operações podem ser bastante dispendiosas, pelo que é essencial definir a melhor estratégia de intervenção no âmbito dos planos de manutenção e reabilitação.

Os sistemas de saneamento, com o decorrer do tempo e o desgaste natural, tendem a diminuir a sua capacidade de estanquidade, agravando os problemas de infiltração e exfiltração e, consequentemente, acelerando o desgaste do próprio sistema. Este processo resulta num ciclo de deterioração que pode levar à rutura dos coletores. Estes inconvenientes e prejuízos podem ser evitados, ou pelo menos, adiados, mediante a implementação de medidas tanto na fase de projeto inicial quando na fase de exploração.

1.2. ÂMBITOS E OBJETIVOS

A presente dissertação tem como objetivo realizar a análise de uma bacia de drenagem, utilizando dados de cadastro disponibilizados, com o propósito de identificar e caracterizar potenciais afluências indevidas nas redes de drenagem de águas residuais urbanas, contribuindo para a compreensão e mitigação desta problemática.

No presente trabalho irá ser analisado um caso de estudo de uma bacia de drenagem de águas residuais no município de Gondomar, pertencente ao distrito do Porto. Neste estudo específico, pretende-se identificar a ocorrência de afluências indevidas, recorrendo à análise de caudais, níveis e valores de precipitação integrados num software especializado, de modo a possibilitar a identificação destas situações.

Desta forma, o objetivo deste trabalho, através do recurso à modelação matemática, especificamente através do software de simulação Storm Water Management Model (SWMM), é ter uma melhor perceção do estado da rede e o seu modo de funcionamento. Após a identificação dos afluentes indevidos, será avaliada a necessidade de intervenção na rede, com recurso ao SWMM, bem como a sua viabilidade e sustentabilidade económica.

1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos.

No **Capítulo 1** é apresentada uma introdução sucinta, que inclui a contextualização e o enquadramento do tema, uma descrição da metodologia adotada e a definição dos objetivos a alcançar. Adicionalmente, é fornecida uma visão geral dos conteúdos abordados em cada capítulo.

O **Capítulo 2** apresenta uma revisão concisa sobre o estado atual do saneamento em Portugal, abordando também as estratégias e os projetos previstos para o futuro, com particular enfoque no planeamento e na otimização de redes de drenagem.

O **Capítulo 3** é dedicado à definição e caracterização das infiltrações, incluindo a identificação dos diferentes tipos de afluências indevidas, bem como as suas origens e principais causas. Adicionalmente, são detalhadamente apresentados os métodos reconhecidos para a identificação, quantificação e controlo destas afluências.

O **Capítulo 4** é dedicado à apresentação do caso de estudo, iniciando com uma caracterização do concelho de Gondomar, onde este se insere, e prosseguindo com uma análise detalhada da bacia de drenagem de águas residuais em foco. São analisados os dados e resultados obtidos, permitindo a identificação de afluências indevidas na área em estudo, assim como a descrição pormenorizada do processo de análise dessas afluências através do programa SWMM.

O **Capítulo 5**, que finaliza este trabalho, apresenta as conclusões resultantes da análise de dados realizada no Capítulo 4. Além disso, são destacadas as potencialidades do programa SWMM na identificação eficiente de afluências indevidas e na análise do desempenho da rede, proporcionando uma compreensão aprofundada do comportamento hídrico e contribuindo para a otimização do sistema de drenagem em estudo.

2

SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA

2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os sistemas de drenagem urbana podem ser classificados em diversos tipos, sendo categorizadas em quatro tipos principais, conforme o Decreto Regulamentar n.º 23/95 (artigo 116.º).

As redes mais antigas são geralmente unitárias, onde uma única rede de coletores é responsável pelo transporte tanto das águas residuais domésticas quanto das águas pluviais para os meios recetores. Estas redes foram implementadas numa época em que as preocupações com o tratamento de águas eram ainda incipientes.

Por outro lado, existem as redes separativas, que dispõem de duas redes distintas: uma para as águas pluviais e outra para as águas residuais. As águas residuais necessitam de tratamento nas Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), pois não possuem qualidade suficiente para serem lançadas diretamente no meio recetor. As águas pluviais, na sua generalidade, não requerem este tratamento e são descarregadas no meio hídrico recetor mais próximo.

Além destes, há ainda as redes mistas, que combinam as tipologias anteriores, em que parte da rede de coletores opera como um sistema unitário e a outra parte como um sistema separativo. Frequentemente, na prática, muitos destes sistemas mistos funcionam como redes unitárias quando a parte separativa está conectada à parte unitária, resultando no envio de todos os caudais para as ETAR.

Finalmente, temos as redes “pseudo” separativas ou separativas parciais, que funcionam como redes separativas, mas admitem a recolha de águas pluviais de pátios interiores ou coberturas de edificações na rede de coletores de águas residuais.

O presente estudo irá inserir-se nas redes separativas, verificando-se, por vezes, serem “pseudo” separativas, por motivos apresentados à frente.

2.2. SANEAMENTO EM PORTUGAL

Os registos históricos que referenciam a existência de uma rede de saneamento em Portugal datam do século XV. Devido à peste que assolava a cidade de Lisboa, o rei D. João II ordenou a limpeza dos “canos”. Esta rede tinha como função primordial a drenagem de águas pluviais, mas acabava por transportar todo o tipo de despejos, tornando-se um foco de doenças e epidemias (Matos, 2003).

Os períodos subsequentes ao terramoto de 1755 e à Revolução Industrial representaram eras de progresso notáveis, com a reconstrução da cidade de Lisboa e a concentração da população nas grandes cidades (Matos, 2003).

Em Portugal, a cidade do Porto implementou a sua primeira rede de drenagem separativa entre 1889 e 1894, projetada e construída pela empresa *Huges & Lencaster*. Esta obra foi promovida através de um concurso público pela Câmara Municipal do Porto. Devido aos elevados custos de construção e mão-de-obra, as ligações domiciliárias foram efetuadas apenas 30 anos depois (Brandão, 2011).

2.2.1. RELAÇÃO ENTRE O CRESCIMENTO DEMOGRÁFICO E AS CONSEQUÊNCIAS SANITÁRIAS

O Saneamento das águas residuais é um processo complexo que envolve as etapas de recolha, transporte, tratamento e descarga da água no meio recetor. Estas infraestruturas, como a maioria das outras em Portugal, têm-se desenvolvido de forma heterogénea ao longo do território. Consequentemente, formaram-se focos de poluição agravados, onde a descarga é efetuada sem qualquer tratamento nos meios recetores, causando problemas nas águas superficiais e subterrâneas (Marques, 2010).

No final do século XIX, começou a ser estabelecida a relação causa-efeito entre o crescimento demográfico e a aglomeração urbana como fatores fundamentais para o agravamento das problemáticas sanitárias no país.

Tornou-se relativamente consensual associar a ausência de sistemas de drenagem urbana e de abastecimento de água potável ao surgimento de doenças infecciosas, sendo este um problema eminentemente urbano, dado que a cidade é um “órgão à parte do conjunto nacional”. Em 1864, Porto e Lisboa representavam 60% da população urbana, mas apenas 7.4% da população nacional. No entanto, estas cidades registavam um aumento populacional significativo em comparação com o crescimento a nível nacional. Naquela época, a saúde pública e a higienização só poderiam ser alcançadas através de um compromisso sério entre educação, fiscalização, engenharia e administração. Não é possível realizar uma análise estatística destes pressupostos devido à falta de registos da época, à ausência de cadastros das causas de morbilidade e mortalidade e à inexistência de laboratórios sanitários (ERSAR, 2013).

2.3. ENQUADRAMENTO ESTRATÉGICO

2.3.1. PLANO ESTRATÉGICO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS E PLUVIAIS 2030 (PENSAARP 2030)

As políticas públicas para os setores de abastecimento de água e de gestão de águas residuais têm sido delineadas em planos estratégicos específicos, que estabelecem as principais diretrizes para o setor. Estes planos materializam-se em objetivos estratégicos e operacionais, definindo as medidas a adotar para a sua concretização, os investimentos necessários e as respetivas fontes de financiamento.

No âmbito da Nova Estratégia para o Setor de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais 2020 (PENSAAR 2020), foi introduzido o conceito de Plano de Gestão, enquanto mecanismo integrador das diversas componentes, com o objetivo de assegurar que a conceção, o desenho, a decisão e a execução decorressem de forma coerente e otimizada. Este processo foi

concebido como iterativo, evolutivo e ajustável, acompanhando a progressiva implementação do plano.

O primeiro Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais (PEAASAR) foi publicado em 2000, tendo sido sucedido pelo PEAASAR II, em vigor entre 2007 e 2013. Durante este período, registaram-se significativos esforços de infraestruturização em Portugal continental, acompanhados pelo reforço do papel das entidades públicas responsáveis pela implementação de infraestruturas e pela regulação ambiental, económica e da qualidade dos serviços.

Em 2014, o PENSAAR 2020 delineou uma estratégia menos centrada na expansão da infraestrutura e aumento da cobertura, privilegiando, em contrapartida, a gestão de ativos, o funcionamento eficiente das infraestruturas e a qualidade dos serviços prestados, com uma visão de sustentabilidade global. Este plano foi concebido com o objetivo de estabelecer o quadro estratégico para os setores do abastecimento de água e da gestão de águas residuais, a vigorar no período compreendido entre 2014 e 2020.

A ERSAR desempenhou um papel ativo na monitorização do PENSAAR 2020, acompanhando permanentemente os trabalhos do Grupo de Apoio à Gestão ao longo do período de vigência do plano. Os dados recolhidos, auditados e validados anualmente pela ERSAR, no âmbito da Avaliação da Qualidade de Serviço, foram fundamentais para o acompanhamento do PENSAAR 2020. Esses dados foram integrados no cálculo dos indicadores estratégicos, permitindo medir de forma objetiva o impacto da implementação das medidas na população servida.

No RASARP 2021, a ERSAR apresentou os resultados da monitorização dos objetivos operacionais do PENSAAR 2020, no que concerne às ações e medidas sob a sua responsabilidade. A análise concluiu, de forma geral, que a implementação do plano contribuiu para a evolução positiva de diversos indicadores entre 2011 e 2020, embora alguns indicadores tenham revelado dificuldades no cumprimento das metas estabelecidas.

Entre os indicadores monitorizados pela ERSAR destacam-se:

- Acessibilidade económica do serviço (AA02 e AR02): Este indicador avalia a percentagem do rendimento médio das famílias destinado ao pagamento dos serviços de abastecimento de água (AA) e de águas residuais (AR), refletindo a acessibilidade económica dos serviços;
- Cobertura dos gastos (AA06 e AR05): Estes indicadores medem a capacidade das entidades gestoras para cobrir os seus gastos operacionais através das receitas tarifárias, sem depender de subsídios à exploração, garantindo a sustentabilidade económica dos serviços;
- Qualidade da água para consumo humano: Avalia a conformidade da água distribuída com os parâmetros de qualidade estabelecidos, assegurando a segurança e saúde pública;
- Índice de conhecimento e gestão de ativos (AA14 e AR11): Estes indicadores avaliam o grau de conhecimento e a eficácia na gestão dos ativos das infraestruturas de abastecimento de água e saneamento, essenciais para a sustentabilidade e eficiência operacional;
- Perdas de água (AA07): Mede a percentagem de água que é perdida no sistema de distribuição, seja por fugas, furtos ou medições imprecisas, indicando a eficiência da rede de distribuição;

- Ocorrência de inundações e colapsos estruturais: Monitoriza a frequência de incidentes como inundações e falhas estruturais nas infraestruturas de saneamento, refletindo a resiliência e manutenção das redes.

A monitorização contínua destes indicadores permite avaliar o desempenho das entidades gestoras e identificar áreas que necessitam de melhorias para alcançar as metas estabelecidas no PENSAAR 2020.

O Despacho nº5316/2020, de 7 de maio, emitido pelo Gabinete da Secretária de Estado do Ambiente, determinou a criação de um grupo de trabalho responsável pela elaboração do plano estratégico para o setor de abastecimento de água e gestão das águas residuais e pluviais referente ao período de 2021-2030 (PENSAARP 2030).

Posteriormente, a Resolução do Conselho de Ministros nº23/2024, de 5 de fevereiro, aprovou o PENSAARP 2030, que estabelece as principais linhas orientadoras para o setor de serviços urbanos de águas até 2030. Este plano abrange não apenas o abastecimento de água e a gestão de águas residuais, mas também a gestão de águas pluviais, promovendo o alinhamento de todos os intervenientes do setor, com vista a uma convergência de esforços e ambição partilhada.

A visão do PENSAARP 2030 está estruturada em torno de quatro objetivos estratégicos globais, que se desdobram em 20 objetivos específicos, dos quais 10 são considerados prioritários. Para alcançar esses objetivos, foram delineadas 85 medidas, com diferentes graus de prioridade.

Além das medidas já previstas em planos anteriores, como as relacionadas com a sustentabilidade económica e financeira (que prevêm tarifas adequadas para assegurar a recuperação dos custos, a reabilitação e a melhor gestão dos sistemas de abastecimento, visando a redução das perdas de água), o PENSAARP 2030 contempla também investimentos na melhoria da qualidade das águas rejeitadas, com o objetivo de contribuir para o estado das massas de água. É também promovida a agregação de entidades gestoras de menor dimensão, favorecendo economias de escala.

O PENSAARP 2030 introduz, ainda, o reforço de medidas focadas na governança e no planeamento adequado ao nível municipal. Este plano propõe uma mudança de paradigma, com uma gestão mais proativa das questões relacionadas com as alterações climáticas, promovendo a gestão integrada das águas residuais e pluviais. Adicionalmente, contempla uma aposta em medidas de economia circular aplicadas ao setor da água e o fortalecimento do capital humano e da profissionalização do setor.

O plano prevê, igualmente, um reforço das competências, dos instrumentos e dos recursos do regulador, com o intuito de garantir a implementação de diversas medidas essenciais para o sucesso do plano, tendo em conta a sua racionalidade técnica e a capacidade de influenciar e intervir junto dos principais atores do setor.

2.4. ENQUADRAMENTO INSTITUCIONAL E LEGISLATIVO

2.4.1. ENQUADRAMENTO INSTITUCIONAL

No contexto atual, as entidades gestoras desempenham um papel fundamental na administração dos sistemas de drenagem e abastecimento de água. Contudo, alguns modelos de gestão, que serão apresentados nos parágrafos seguintes, admitem que esta responsabilidade pode ser atribuída a outras entidades, como serviços municipais, empresas municipais e juntas de freguesia.

A avaliação dos serviços prestados pelas entidades gestoras do setor do saneamento e abastecimento de água são da competência da ERSAR, que supervisiona a qualidade do serviço prestado pelas empresas, promovendo a sua monitorização e acompanhamento (Coelho, 2013).

A relevância deste processo decorre do facto de permitir ao Estado intervir no setor económico, assegurando a defesa do interesse público. Tal intervenção obriga à disponibilização integral da informação referente aos serviços prestados, garantindo o esclarecimento e a proteção dos direitos dos utilizadores (Coelho, 2013).

Os serviços de saneamento e águas residuais não funcionam de forma uniforme em todas as unidades administrativas. Assim, cabe à entidade gestora selecionar o modelo de gestão mais adequado para satisfazer as necessidades específicas da região. Entre os modelos de gestão mais comuns, destacam-se os seguintes (Marques, 2010):

- Prestação direta de serviços (através de serviços municipais, municipalizados ou associações de municípios);
- Delegação do serviço (por intermédio de empresas municipais ou intermunicipais, como juntas de freguesia);
- Prestação de serviços através de parcerias com entidades públicas;
- Concessão do serviço.

Nas figuras apresentadas a seguir (Figuras 1 e 2), observa-se a distribuição geográfica dos diferentes modelos de gestão, acompanhados de gráficos percentuais que ilustram a representatividade dos modelos em termos de população, número de municípios e área abrangida, tanto para sistemas em “alta” como em “baixa”.

2.4.1.1. ENTIDADES GESTORAS DE SERVIÇOS DE GESTÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS URBANAS

As Figuras 1 e 2 apresentam a distribuição geográfica das entidades gestoras do serviço de gestão de águas residuais em alta, e em baixa, por submodelo de gestão, a 31 de dezembro de 2022.

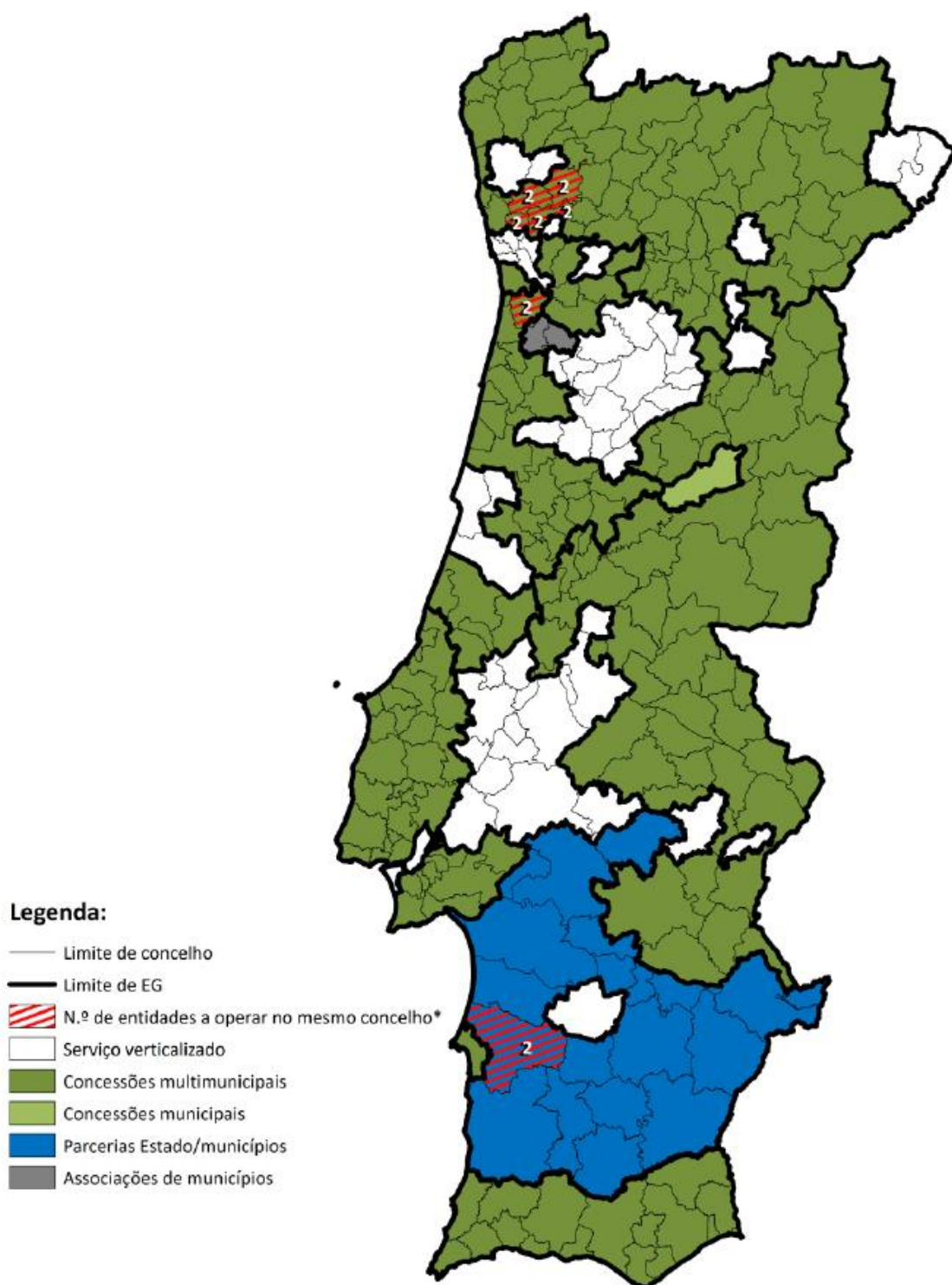


Figura 1 - Distribuição geográfica das entidades gestoras de serviços de gestão de águas residuais urbanas em alta. (RASARP, 2023)

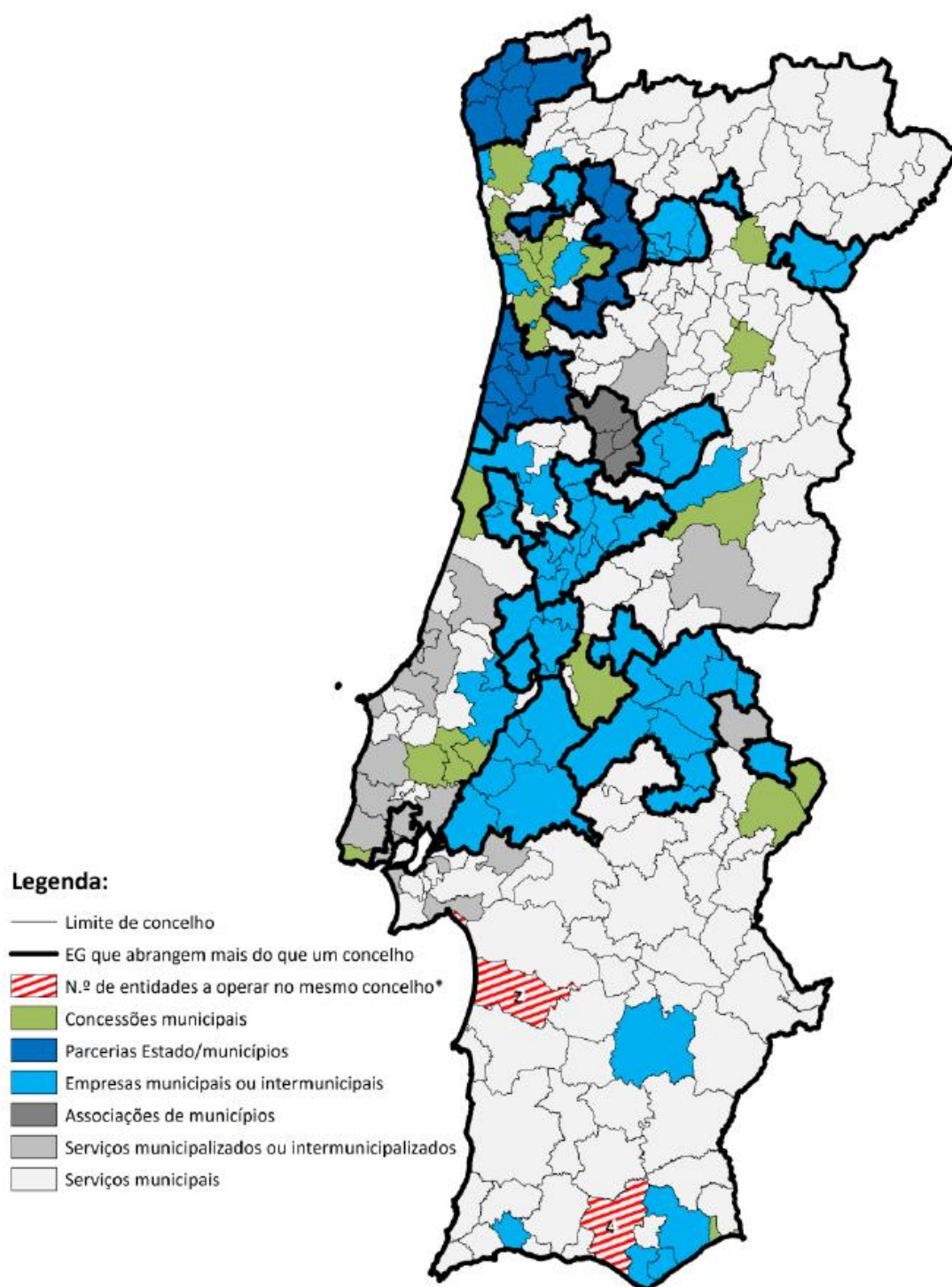


Figura 2 - Distribuição geográfica das entidades gestoras de serviços de gestão de águas residuais urbanas em baixa. (RASARP, 2023)

Nas Figura 3 e 4 estão representados os indicadores gerais do serviço de gestão de águas residuais em alta, e em baixa, que caracterizam o peso percentual dos diferentes submodelos de gestão, concretizando no número de entidades gestoras envolvidas, os concelhos abrangidos e o respetivo peso em termos territoriais e populacionais.

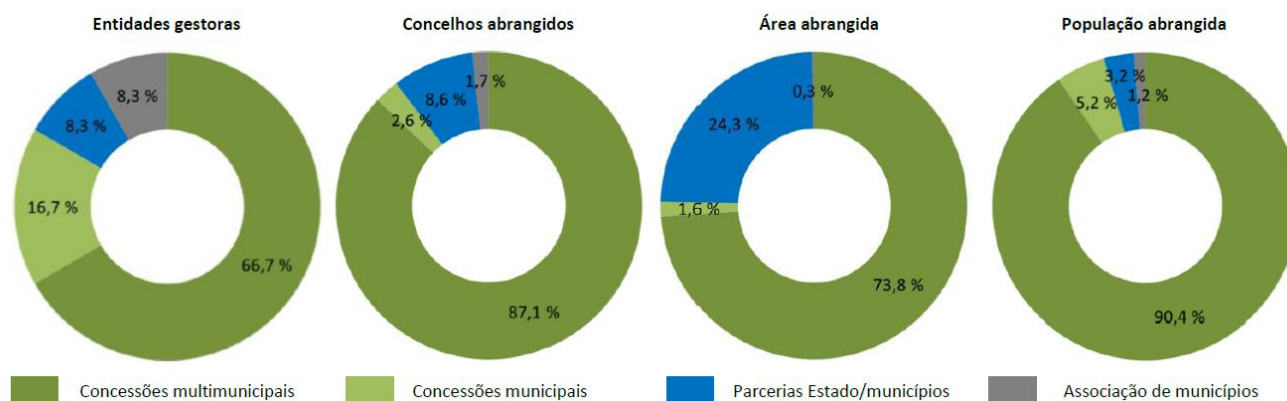


Figura 3 - Indicadores gerais do serviço de gestão de águas residuais urbanas em alta, por submodelo de gestão. (RASARP, 2023)

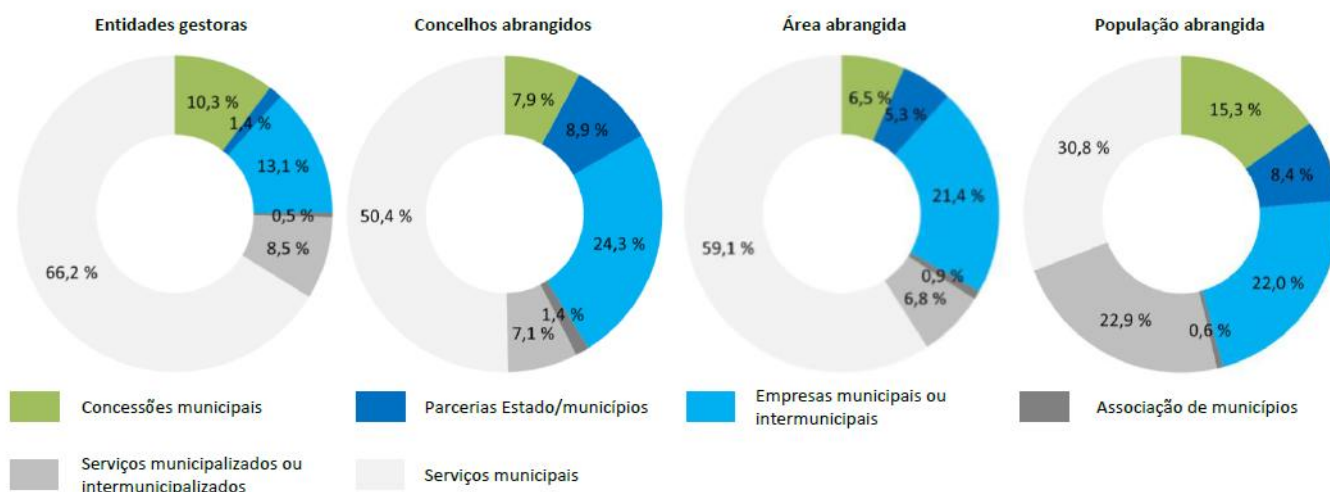


Figura 4 - Indicadores gerais do serviço de gestão de águas residuais urbanas em baixa, por submodelo de gestão. (RASARP, 2023)

Nesse contexto, as entidades responsáveis pelas redes em “baixa” definem as suas estratégias com base no número de utentes e nos respetivos consumos. Por outro lado, a gestão da rede em “alta” é orientada pelas diretrizes da bacia hidrográfica, representando um avanço significativo na gestão integrada dos recursos hídricos (Marques, 2010).

Estes sistemas não são estáticos, podendo sofrer alterações ao longo do tempo e do espaço. A adaptação a diferentes modelos de gestão reflete uma procura contínua por melhores resultados, acompanhando as exigências de um mercado cada vez mais competitivo (Coelho, 2013).

2.4.2. LEGISLAÇÃO MAIS RELEVANTE

Os sistemas de drenagem de águas residuais em Portugal estão regulamentados por diplomas de âmbito nacional e europeu, orientados, nos últimos anos, por princípios fundamentais como a eficiência e a sustentabilidade ambiental, com o objetivo de promover uma utilização responsável dos recursos, sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

Com base nestes pressupostos, destaca-se atualmente o Decreto-Lei n.º194/2009, de 20 de agosto, como o diploma em vigor que regula os sistemas públicos e prediais de distribuição de água e drenagem de águas residuais. Este decreto-lei estabelece o regime jurídico aplicável a estes serviços, assegurando a qualidade dos serviços prestados, introduzindo medidas de avaliação e gestão de riscos, e alinhando a legislação nacional com as diretivas europeias aplicáveis.

É relevante destacar que o Decreto Regulamentar n.º23/95, de 23 de agosto, que aprovou o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, continua em vigor, complementando a legislação atual. Este regulamento desempenhou um papel relevante na organização inicial dos sistemas de drenagem e permanece aplicável nas matérias que não foram alteradas por diplomas posteriores, como o Decreto-Lei n.º194/2009.

Relativamente à legislação anteriormente relevante, que contribui para a evolução do enquadramento legal, destacam-se os seguintes diplomas que, entretanto, foram revogados e substituídos:

- Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho, relativo à recolha, tratamento e descarga de águas residuais no meio aquático, foi revogado e substituído pelo Decreto-Lei n.º77/2021, de 27 de agosto;
- Decreto-Lei n.º 56/99, de 26 de fevereiro, relativo à qualidade de descarga e concentração de substâncias perigosas, foi revogado e substituído por normas mais recentes no âmbito do regime de águas e saneamento;
- Decreto-Lei n.º 348/98, de 9 de novembro, que constitui uma atualização do Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho, foi revogado e substituído por alterações ao quadro legal em vigor, particularmente no Decreto-Lei n.º77/2021;
- Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto, relativo a normas, critérios e objetivos de qualidade das descargas para proteção dos meios aquáticos, foi revogado pela Lei n.º119/2019, de 21 de agosto;
- Decreto-Lei n.º 294/94, de 16 de novembro, relativo ao regime jurídico de concessão de gestão e exploração dos sistemas multimunicipais de tratamento de resíduos sólidos urbanos, foi revogado;
- Decreto-Lei n.º 319/94, de 24 de dezembro, relativo à construção, gestão e exploração dos sistemas multimunicipais de captação e tratamento de água para consumo público, foi revogado e substituído por disposições mais recentes no âmbito da gestão de recursos hídricos e saneamento;
- Decreto-Lei n.º 23/95, de 23 de agosto, relativo aos sistemas públicos e prediais de distribuição de água e drenagem de águas residuais, continua em vigor, sendo complementado e adaptado pelas atualizações constantes no Decreto-Lei n.º194/2009.

A transição para o Decreto-Lei n.º194/2009 e as alterações subsequentes refletem a evolução das políticas públicas para assegurar a gestão eficiente dos recursos hídricos e o cumprimento das diretivas europeias aplicáveis, consolidando o quadro jurídico que regula os serviços de águas de saneamento em Portugal.

3

INFILTRAÇÕES EM SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA

3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As infiltrações, ou afluências indevidas, em sistemas de drenagem urbanos do tipo separativo representam uma problemática que, embora ainda pouco abordada, tem vindo a merecer uma atenção crescente por parte das entidades gestoras. No entanto, como será apresentado neste Capítulo, para se conseguir uma intervenção eficaz na correção destes problemas, é necessária uma análise abrangente e conhecimentos não só ao nível da hidráulica, mas também em diversas outras áreas, sempre com foco na economia e otimização dos sistemas (Bonito, 2014).

Estas afluências têm um carácter multidimensional, introduzindo instabilidades tanto a nível técnico quanto na gestão e sustentabilidade das entidades responsáveis pelos sistemas de saneamento (Almeida e Monteiro, 2004).

Em Portugal, as redes de drenagem urbana são dimensionadas segundo os critérios do Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Água Residual (DR nº23/95). Embora este regulamento original não preveja estudos detalhados das características locais, como pluviosidade, proximidade a aquíferos e características geológicas, ele estipula uma parcela de caudal para possíveis infiltrações, adotada uniformemente.

Estudos de casos reais demonstram que os caudais infiltrados frequentemente ultrapassam os caudais de projeto de águas residuais, resultando em alterações significativas do ponto de vista hidráulico e modificando a dinâmica do escoamento. Este aumento significativo de caudal pode levar os coletores a entrar em carga, exacerbando problemas de estagnidade e iniciando um ciclo de degradação que reduz a vida útil das estruturas (Coelho, 2013).

O fenómeno das infiltrações indevidas em sistemas de drenagem de águas residuais, como demonstrando por diversos estudos e investigações, é um problema complexo de resolução não trivial. A quantificação dos caudais de infiltração não dispõe de um método exato, dado que estes dependem de múltiplos fatores, como os geológicos, geográficos e climatéricos, exigindo uma análise cuidadosa e diferenciada para cada local.

3.2. TIPO DE AFLUÊNCIAS

É amplamente reconhecido que a definição de afluências indevidas não é um termo claro, devido às suas diversas origens e à ambiguidade que sugere aos diferentes autores. Com o intuito

de resumir e sintetizar a informação, apresenta-se a Tabela 1, que inclui os tipos de afluências, as suas origens e as respectivas definições (Rodrigues, 2013):

Tabela 1 - Definições, tipos e origens de afluências indevidas (Rodrigues, 2013).

Tipo de Afluência indevida	Origem	Definição
Infiltração de Percurso	Águas subterrâneas	Penetra nas infraestruturas enterradas do sistema de drenagem através de deficiências estruturais nos coletores (como em juntas e fissuras) ou através das paredes das câmaras de visita.
Infiltração base	Águas subterrâneas	Ingressa deliberadamente no sistema de drenagem, proveniente de drenos, bombagem de caves, sistemas de arrefecimento ou descargas de pequenos cursos de água naturais canalizados, e que é independente do estado de conservação do coletor.
Afluências pluviais diretas	Águas pluviais	Proveniente do escoamento de telhados ou de ligações indevidas de ramais pluviais de edifícios e de sumidouros.
Afluências pluviais totais	Águas pluviais	Soma das afluências anteriormente mencionadas com outras possíveis descargas efetuadas a montante (descarregadores de tempestade, cruzamento com águas pluviais)
Afluências pluviais retardadas	Águas pluviais	Águas pluviais que demoram vários dias a percorrer ou a infiltrar-se no sistema de drenagem, devido à formação de reservas e acumulações na bacia natural, por exemplo.

3.2.1. DEFINIÇÃO DE INFILTRAÇÃO

Na presente dissertação, pretende-se dar continuidade aos trabalhos anteriores realizados na FEUP, definindo as infiltrações indevidas como as águas que ingressam nos sistemas de drenagem de águas residuais provenientes de várias origens, como lençóis freáticos, fissuras e outros defeitos na rede, bem como ligações indevidas de coletores de águas pluviais. Estas afluências entram diretamente na rede, comprometendo a estabilidade hidráulica e estrutural.

Os principais fatores que influenciam a infiltração em sistemas de drenagem de águas residuais são os seguintes:

- Estado de conservação da rede;
- Nível freático dos aquíferos;
- Existência de ligações indevidas de águas pluviais à rede de drenagem;
- Fenómenos pluviométricos.

Às infiltrações são atribuídas duas denominações consoante a sua origem: infiltração direta, resultante de fenómenos pluviométricos, ou infiltração indireta, associada à proximidade dos coletores com o nível freático (Amorim, 2007).

No entanto, apesar destas duas definições simplistas, os fenómenos de infiltração são bastante mais complexos e de difícil definição.

Há ainda uma origem adicional que deve ser considerada como afluência indevida: as ligações clandestinas de coletores de águas pluviais à rede de drenagem de águas residuais. Estas ligações podem representar uma parcela significativa do caudal afluente quando existe um elevado número de ramais de ligação, mas, por serem clandestinas, torna-se praticamente impossível distinguir esta parcela no caudal de infiltração (Bonito, 2014).

É também expectável que a parte da rede a jusante apresente um volume de afluência maior comparativamente à parte a montante, pois a densidade de ramais de ligação e caixas de visita é superior na parte a jusante, levando a mais descontinuidades e, conseqüentemente, a mais infiltrações (Amorim, 2007).

3.2.2. INFILTRAÇÃO DIRETA

Define-se como infiltração direta a afluência que tem origem na água proveniente diretamente da precipitação e que se infiltra no escoamento devido à proximidade entre coletores de águas pluviais e de águas residuais defeituosos e/ou por ligações indevidas ou clandestinas de águas que deveriam ser direcionadas para a rede pluvial, mas que, por variados motivos, terminam na rede de drenagem de águas residuais.

Fontes de infiltrações diretas (Bonito, 2014):

- Ligações erróneas ou invertidas entre ramais de sumidouros da rede pública ou de redes prediais ao sistema separativo doméstico;
- Mistura de caudais de pluviais com águas residuais domésticas na rede predial (parcial ou totalmente);
- Ligações incorretas ou trocadas entre coletores pluviais e coletores de águas residuais domésticas;
- Tampas de câmaras de visita dos coletores de águas residuais domésticas.

Os fatores que influenciam as infiltrações diretas são relativamente simples, pois os caudais entram diretamente na rede. Entre estes fatores, destacam-se os seguintes (Amorim, 2007):

- Topografia;
- Estado da rede de drenagem, incluindo a existência de ligações de águas pluviais provenientes da drenagem de telhados, pátios e jardins à rede separativa de águas residuais, e a vedação e estanquidade das tampas das caixas de visita;
- Capacidade de transporte de caudal da rede de drenagem.

Os caudais resultantes da precipitação, comumente designados por escoamento superficial, podem ser classificados em dois tipos (Almeida e Monteiro, 2004):

- Escoamento direto;
- Drenagem rápida.

As infiltrações diretas do tipo de escoamento rápido estão diretamente relacionadas com fenómenos de pluviosidade, sendo que os volumes afluentes refletem a intensidade e duração desses fenómenos. Os coletores afetados por estas infiltrações sofrem um aumento rápido de caudal, podendo chegar a operar em carga, e, por outro lado, dissipam-se pouco tempo após a precipitação, em minutos ou poucas horas. Estes caudais representam uma parte significativa das afluências indevidas e têm um grande impacto nos caudais de ponta. Devido a estas características, são também facilmente detetáveis (Almeida e Monteiro, 2004).

Quando as afluências resultam da percolação da água através do solo, são designadas por drenagem rápida. Estas afluências contribuem para o aumento do caudal nos coletores de drenagem de águas residuais antes de alimentarem os aquíferos. Normalmente, este fenómeno tem uma duração temporal maior do que as afluências do tipo escoamento rápido, prolongando-se por vários dias (Almeida e Monteiro, 2004).

3.2.3. INFILTRAÇÃO INDIRETA

Tal como na definição de infiltração direta, neste subcapítulo, para se definir infiltração indireta, também se seguirá a linha orientadora de outros trabalhos da FEUP. Define-se, assim, infiltração indireta como a água que entra no sistema de drenagem de águas residuais proveniente de origem subterrânea.

Estas afluências dependem essencialmente de problemas de estanquidade das redes de drenagem de águas residuais e da cota da soleira dos coletores dessas redes. Os níveis freáticos podem variar ciclicamente, principalmente devido à precipitação, e em situações de proximidade da linha de costa ou de cursos de água naturais, podendo também ser influenciados pelo efeito das marés (Bonito, 2014).

O caudal infiltrado varia conforme as flutuações do nível freático, sendo normalmente sazonal, podendo, no entanto, apresentar picos relacionados com eventos de precipitação extremos. Esta variação tende a ser lenta, embora a constituição geológica do terreno assuma uma importância primordial.

Naturalmente, as infiltrações dependem não só do nível freático ser superior à cota da soleira das tubagens, mas também da capacidade de estanquidade da rede de coletores e das restantes infraestruturas do sistema, como as estações elevatórias e outros órgãos especiais. A infiltração ocorre através de fendas, juntas e outros danos resultantes da degradação natural de toda a infraestrutura (Coelho, 2013).

As infiltrações nos sistemas de drenagem devido a fenómenos não pluviométricos resultam de diversos fatores, que variam de caso para caso. Destacam-se os seguintes (Almeida e Monteiro, 2004; Cardoso, Almeida e Coelho, 2002; Kretschmer, Ertl e Koch, 2008; Merrill e Butler, 1994):

- Pressão hidrostática sobre os elementos da rede;
- Densidade de ramais;
- Fugas existentes noutros sistemas, como os pluviais;
- Estado físico da rede de saneamento;

- Construção deficiente e manutenção inadequada;
- Idade do sistema;
- Movimentos de terra próximos às tubagens, provocando o assentamento dos coletores;
- Tipo de solo envolvente;
- Tipo de tubagem e qualidade da construção;
- Ataques químicos, resultando na corrosão dos coletores;
- Localização do nível freático;
- Proximidade de aquíferos;
- Tempo de vida útil da rede;
- Qualidade e manutenção do sistema de drenagem;
- Ligações clandestinas;
- Elevados custos de construção e reabilitação.

Em resumo, podem ser enumerados os seguintes fatores (Bonito, 2014):

- Estado de conservação e idade da rede;
- Posição da rede em relação ao nível freático;
- Características do solo envolvente e existência de outras fugas;
- Material e assentamento dos coletores.

3.2.4. ORIENTAÇÕES PARA A MITIGAÇÃO DE INFILTRAÇÕES

A Agência Norte-Americana de Proteção Ambiental (Environmental Protection Agency - EPA) apresenta as seguintes recomendações para a correção de infiltrações:

Infiltrações diretas (EPA, 1991):

- Identificação dos pontos de entrada de infiltração direta, determinação da sua autenticidade e correspondência com possíveis causas naturais;
- Estabelecimento de políticas de controlo das infiltrações, caso estas ainda não estejam em vigor;
- Implementação de políticas e medidas corretivas, apoiadas por procedimentos de fiscalização e aplicação preventiva.

Infiltrações indiretas (EPA, 1991):

- Avaliação e interpretação das condições de fluxo das águas residuais para determinar a presença e extensão da infiltração indireta;
- Localização e medição dos caudais excessivos;
- Eliminação destas águas parasitas através de vários métodos de reparação e reabilitação;
- Implementação de um programa contínuo de manutenção e monitorização.

3.3. IMPACTO DAS INFILTRAÇÕES NO DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM

Ao abordar a problemática das infiltrações em sistemas de drenagem de águas residuais, é essencial reconhecer que é impossível eliminar completamente este problema. Contudo, é igualmente verdade que estes volumes se infiltram nas redes devido a defeitos de maior ou menor magnitude, causando impactos proporcionais. Assim, compreende-se a importância do rigor durante a fase de construção e, naturalmente, durante a fase de exploração. O foco deve ser direcionado para o controlo e monitorização dos sistemas, a fim de avaliar a magnitude destes impactos e implementar medidas de mitigação adequadas.

Os problemas relacionados com estas afluências parasitas são reconhecidos como um problema multidimensional, conforme sintetizado na Figura 5.



Figura 5 - Dimensões dos impactos das afluências indevidas (Adaptado de Amorim, 2007).

No que diz respeito à Figura 5, os impactos das infiltrações podem ser definidos sucintamente da seguinte forma (Amorim, 2007):

- Ambiental e Saúde Pública: correspondem aos impactos que causam consequências negativas no meio ecológico em que a rede de saneamento está inserida e afetam a saúde da população residente na área de influência;
- Técnico/Estrutural: implicações a nível da estrutura da própria rede;
- Socioeconómico: impactos sociais e económicos diretos na população residente na área de influência da rede sanitária.

3.3.1. IMPACTE AMBIENTAL E SAÚDE PÚBLICA

Este impacto é, sem dúvida, o que mais contribui para a degradação da imagem da entidade gestora perante a opinião pública. Em certos casos, quando a infiltração é suficiente para que o coletor passe de um regime de superfície livre (condição ideal de funcionamento) para um regime de funcionamento em carga, tanto no próprio coletor quanto nas câmaras de visita, podem ocorrer fenómenos de exfiltração através de fissuras ou outras deficiências da rede, e até mesmo pelas tampas das câmaras de visita. Isto pode levar ao extravasamento de efluentes residuais para a via pública e para o meio ambiente circundante onde o coletor está instalado (Almeida e Monteiro, 2004).

Quando este efluente extravasa da rede, pode contaminar o solo circundante e os cursos de água adjacentes, causando assim um problema ecológico significativo, prejudicial tanto para a saúde pública quanto para a estabilidade dos ecossistemas afetados por estas descargas. Este

problema pode atingir uma escala considerável, uma vez que a água infiltrada tende a seguir trajetórias no solo e a disseminar a contaminação de forma incontável (Coelho, 2013).

Em complemento ao parágrafo anterior, e no que diz respeito aos problemas de saúde pública, a proximidade entre redes de drenagem de águas residuais e redes de abastecimento de água torna a situação especialmente grave. A exfiltração de águas residuais pode contaminar a água potável da rede de abastecimento (Coelho, 2013). Por esta razão, é aconselhável que a rede de abastecimento seja instalada a cotas superiores às dos coletores de águas sanitárias.

Quando se aborda órgãos como as estações elevatórias e as ETAR, os volumes excedentes representam uma sobrecarga para estes sistemas. No caso das estações elevatórias, um maior volume resulta logicamente num maior tempo de funcionamento das bombas e, em casos extremos, pode não ser possível escoar todo o caudal afluente, sendo necessário efetuar um by-pass à estação e descarregar diretamente num meio recetor próximo, causando problemas aos meios recetores já mencionados anteriormente. Nas ETAR, órgãos de dimensionamento complexo, é normalmente prevista uma parcela para caudais excedentes no projeto; no entanto, existe um limite máximo que, quando atingido, obriga à descarga direta de efluente no meio recetor, sem qualquer tratamento.

3.3.2. IMPACTO TÉCNICO / ESTRUTURAL

Esta dimensão dos impactos é talvez a mais influenciada pelo projeto e construção inicial, pois o desempenho da rede em termos hidráulicos está intrinsecamente ligado ao dimensionamento inicial, e a sua estabilidade estrutural depende fundamentalmente do cuidado na execução da obra e na escolha dos materiais. A opção por materiais de qualidade inferior ou por métodos de construção menos cuidadosos pode resultar numa economia inicial, que mais tarde se revela prejudicial, devido à diminuição da vida útil das estruturas ou ao aumento das despesas de manutenção e reparação prematuras e inesperadas, caracterizando-se como uma economia falaciosa.

As estações elevatórias e as tubagens que operam sob pressão a jusante destas são particularmente sensíveis aos volumes excedentes. No caso das estações elevatórias, um maior caudal resulta num maior volume a ser elevado, e consequentemente, num maior tempo de funcionamento das bombas, o que naturalmente aumenta o desgaste e diminui a vida útil dos equipamentos, especialmente no transporte de água residual, que muitas vezes contém uma elevada quantidade de materiais sólidos. O mesmo se aplica às condutas elevatórias, onde um maior caudal implica um maior tempo em carga, resultando em maior desgaste do material (Coelho, 2013). Se a esta situação se juntar uma operação inadequada destes órgãos, como no caso das estações elevatórias, por parte de funcionários com pouca formação na área, os problemas podem crescer exponencialmente.

Uma equipa de operadores bem qualificados representa certamente um custo maior para as entidades gestoras, pois, além dos salários mais elevados, é necessário contabilizar também os custos com a formação contínua, essencial para a manutenção de competências em níveis elevados.

Se a manutenção das estruturas for negligenciada, rapidamente se entra num ciclo vicioso que pode levar à rotura da rede. Conforme ilustrado na Figura 6, um pequeno dano conduz à infiltração, que por sua vez aumenta o caudal, agravando a deficiência. Desta forma, cria-se um ciclo que incrementa os danos em todo o sistema.



Figura 6 - Ciclo provocado pelas deficiências nos coletores (adaptado de Bonito, 2014).

3.3.3. IMPACTO SOCIOECONÓMICO

A responsabilidade das entidades gestoras em relação às redes de drenagem de águas residuais, quer se trate da sua parte alta ou baixa, abrange todos estes problemas. Sendo responsáveis pela exploração, compete-lhe garantir uma manutenção adequada. Assim, sempre que se detete um problema, seja uma rotura, um transbordamento de uma caixa de visita, entre outros, estas entidades devem assegurar uma resolução rápida, prevenindo o aparecimento de problemas de maior dimensão e protegendo os seus clientes (Amorim, 2007; Cardoso, Almeida e Coelho, 2002; Galvão, 2009).

No entanto, estas reparações, especialmente em meios urbanos, quase sempre implicam constrangimentos à circulação automóvel e até mesmo de peões, causando perturbações de diversos níveis, que se traduzem em impactos na vida quotidiana dos cidadãos e prejuízos ao comércio, resultando em descontentamento geral.

De um modo geral, a degradação ou rotura de componentes da rede de drenagem de águas residuais, que obriga à substituição de peças ou reformulações de grande envergadura, é sem dúvida o problema que causa mais impactos/prejuízos, tanto para as entidades gestoras como, direta e indiretamente, para os clientes (Coelho, 2013).

3.4. QUANTIFICAÇÃO E CONTROLO DE VOLUMES INFILTRADOS

A quantificação das afluências indevidas é, certamente, o ponto mais complexo de toda esta problemática. Estas infiltrações provêm de diversas fontes e, se a sua identificação é relativamente fácil, a quantificação da sua contribuição não pode ser vista da mesma forma.

As dificuldades de medição começam pelo facto de que, na maior parte do tempo, este escoamento ocorre em superfície livre (como é desejável por outras razões de septicidade), por vezes com caudal muito reduzido e transporte de sólidos. Devido a estas dificuldades e ao facto de esta problemática ser ainda recente nas preocupações das entidades gestoras, os cadastros das redes

ao nível dos caudais de águas residuais são muito pouco fiáveis e, por vezes, quase inexistentes, sendo, portanto, insuficientes para a consciencialização dos reais impactos (Bonito, 2014).

Para a quantificação destas afluências parasitas, existem duas fases bem distintas que conduzem a abordagens também distintas. As duas fases são as seguintes (Coelho, 2013):

- **Fase de Projeto:** aquando do cálculo dos caudais de dimensionamento;
- **Fase de exploração:** desempenho do sistema em termos técnicos e económicos.

3.4.1. FASE DE PROJETO

Em Portugal, as bases para o dimensionamento das redes de saneamento de águas residuais estão definidas na forma de regulamentação legal pelo Decreto-Lei nº23/95, também conhecido como Regulamento Geral dos Sistemas Públicos de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais. Este documento define os caudais de dimensionamento com base no número de habitantes a serem servidos no ano horizonte de projeto, em função das respetivas capitações. Seguindo os pressupostos deste regulamento, obtém-se a Equação 1.

$$Q_M = k \times Pop \times Cap + Q_{ind} + Q_i \quad (1)$$

Onde,

Q_M – Caudal médio (m^3/dia);

k – Coeficiente de Afluência, (entre 0.7 a 0.9);

Pop – População servida;

Cap – Capitação ($m^3/dia/hab$);

Q_{ind} – Caudal de origem industrial (m^3/dia);

Q_i – Caudal de infiltração (m^3/dia).

Para utilizar a Equação 1, é necessário definir os valores das diferentes variáveis. A população a servir no ano horizonte é determinada com base na evolução registada pelos dados dos últimos censos, seguida da projeção para o ano horizonte desejado. A capitação é normalmente definida no Decreto-Lei nº23/95, mas pode assumir outro valor que o projetista considere e justifique como mais adequado, nomeadamente com base no cadastro da zona. O caudal industrial será definido em função da informação existente sobre as unidades industriais a servir e de acordo com o que os planos urbanísticos definirem para o futuro. O caudal de infiltração é definido no Decreto-Lei nº23/95 da seguinte forma (DR nº23/95, 1995):

1. Os caudais de infiltração provêm da água existente no solo e devem ser cuidadosamente ponderados no projeto de novos sistemas de drenagem;
2. O valor dos caudais de infiltração depende das características hidrogeológicas do solo e do tipo e estado de conservação do material dos coletores e das juntas;
3. Nos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas e industriais, deve ser minimizada a sua afluência à rede através de procedimentos adequados de projeto, seleção de materiais, juntas e disposições construtivas;

4. Na ausência de dados experimentais locais ou de informações similares, o valor do caudal de infiltração deve considerar-se:
 - a. Igual ao caudal médio anual, nas redes de pequenos aglomerados com coletores a jusante até 300mm;
 - b. Proporcional ao comprimento e diâmetro dos coletores, nas redes de médios e pequenos aglomerados; neste último caso, quando se trate de coletores recentes ou a construir, podem estimar-se valores de caudais de infiltração na ordem de 0,500 m³/dia, por centímetro de diâmetro e por quilómetro de comprimento da rede pública, podendo atingir-se valores de 4m³/dia, por centímetro e por quilómetro, em coletores de precária construção e conservação;
 - c. Os valores referidos nas alíneas a) e b) podem ser inferiores sempre que estiver assegurada uma melhor estanquidade da rede, nomeadamente no que respeita aos coletores, juntas e câmaras de visita.

Nos dois primeiros pontos transcritos, verifica-se que o regulamento apenas considera como infiltrações as afluências do tipo indireto, não contemplando qualquer parcela para as afluências diretas, como, por exemplo, ligações indevidas de águas pluviais.

É também evidente que todas as variáveis envolvidas na Equação 1 assumem valores que podem ser bastante subjetivos, principalmente quando a rede for mais envelhecida. O regulamento impõe diversas condicionantes para o dimensionamento de coletores, nomeadamente (DR nº23/95, 1995):

- Velocidade mínima e máxima;
- Inclinação mínima e máxima;
- Capacidade de transporte mínima;
- Altura máxima de escoamento, em coletores gravíticos;
- Condições de septicidade.

Levando em consideração os pontos anteriores, podem admitir-se alguns benefícios, embora pouco relevantes, face aos problemas que acarretam. Do ponto de vista das velocidades mínimas, impostas para assegurar a autolimpeza dos coletores, um maior caudal é benéfico, especialmente durante a noite quando o caudal de origem doméstica é muito reduzido. Também do ponto de vista das condições de septicidade, uma vez que estas afluências são, por norma, de águas pluviais, levando a uma maior diluição dos poluentes no sistema de águas residuais.

A Tabela 2 apresenta, a seguir, uma referência para a comparação dos critérios em diferentes países.

Tabela 2 - Resumo de alguns critérios aplicados em diferentes países (adaptado de Amorim, 2007; Cardoso et al., 2006).

País	Fonte	Critérios
Portugal	Decreto-Lei nº 23/95 (1995)	Para D ≥ 300 mm: igual ao caudal médio anual. Para D <300 mm: entre 0,5 a 4 m³/dia/cm/km. Depende do estado de conservação dos coletores. Podem ser considerados valores

		inferiores se for assegurada a estanquidade da rede.
	USEPA Guidelines (-)	Caudal de infiltração igual a 140 l/d por mm de diâmetro e por quilômetro de comprimento da rede.
	Metcalf & Edy Inc. (1981)	Taxa de infiltração de 0,15 a 0,60 (l/s).Km. Valor para 160 m de rede por hectare. Dados originais em função da área drenada.
EUA	American Society of Civil Engineers-Water Environment Federation (EPA 2001)	0,05 - 1,39 m ³ /dia/cm/km ⁴ Variação de valores de referência locais, nos EUA.
	Water Authorities Association (1989)	10% Da capacidade do coletor deve ser destinada à infiltração – sistemas separativos domésticos.
Irlanda	Greater Dublin Área Sewer Network (2004)	Caudal de infiltração igual a 10 a 15 % do caudal médio diário em tempo seco.
	SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) (1984)	0,05 a 0,50 (l/s). Km.
Brasil	ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – NBR 9649 (1986)	0,05 a 1 (l/s). Km. O valor de ser justificado
		100% Do caudal doméstico (em casos justificados pode assumir outra magnitude) - Sistemas separativos.
Alemanha	Norma ATV118 (ATV-DVWK 2003)	Negligenciada no dimensionamento dos coletores mas considerada no dimensionamento de estruturas especiais e estações de tratamento. – Sistemas unitários.

3.4.2. MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DE AFLUÊNCIAS INDIRETAS

Neste subcapítulo serão apresentados métodos que permitem quantificar exclusivamente as afluências indiretas, ou seja, o caudal proveniente de infiltrações, conforme a designação anteriormente adotada.

3.4.2.1. CAUDAL EM TEMPO SECO

Este método considera o caudal que não é influenciado por fenómenos de precipitação, ou seja, corresponde ao caudal proveniente da produção de águas residuais domésticas, industrial e da infiltração indireta. Este caudal variará de acordo com os padrões de descarga residencial e industrial e poderá eventualmente apresentar uma variação sazonal, mas sem influência direta da precipitação (Amorim, 2007).

Este caudal pode ser determinado utilizando a Equação 2.

$$Q_{TS} = Pop * Cap + Q_{ind} + Q_i \quad (2)$$

Nesta temos:

Q_{TS} – Caudal de tempo seco (m³/dia);

Pop – População servida;

Cap – Capitação (m³/dia/hab);

Q_{ind} – Caudal Industrial;

Q_i – Caudal de Infiltração (m³/dia).

Na equação, é definida uma variável para o caudal de origem industrial. Obviamente, esta parcela é considerada quando necessário, podendo também ser adicionada outra variável correspondente ao caudal de origem comercial, se for considerado que este tem um peso relevante para esta definição.

O valor das capitações pode ser obtido por regulamento legal, mas será sempre mais fiável obter esses valores através da consulta dos cadastros da rede, nomeadamente as medições de consumo de água e os hábitos de utilização da mesma por parte da população servida (Coelho, 2013).

Desta forma, conhecido o caudal de tempo seco e o caudal afluente à ETAR durante este período, pela subtração do caudal de tempo seco com a componente das infiltrações ao caudal efluente à estação de tratamento, obtém-se a parcela das infiltrações indiretas. É importante referir que este método é influenciado pela composição geológica do terreno, e a bibliografia indicada que estes registos são fiáveis após o período de 7 a 10 dias sem precipitação, para que a influência das infiltrações diretas não se faça sentir, considerando que a contribuição das infiltrações indiretas se prolonga aproximadamente 6 meses após a ocorrência de precipitação (Amorim, 2007; Coelho, 2013; Inflow, 2014).

Este método admite duas abordagens distintas, dependendo da existência ou inexistência de registos relativos à rede. Quando existem dados mais detalhados sobre a rede, como a idade da rede, o material de construção e o tipo de subsolo, é possível obter uma melhor estimativa das infiltrações e expressá-las em termos de indicadores, por exemplo, em caudal por unidade de comprimento e diâmetro da rede.

Já quando estes dados são escassos ou inexistentes, em áreas com nível freático elevado, as infiltrações podem ser estimadas como sendo 45% do caudal de tempo seco, conforme definido na Equação 3, ou alternativamente na Equação 4 (Inflow, 2004).

$$Q_i = 0.45 \times (Pop \times Cap + Q_{ind} + Q_i) \quad (3)$$

$$Q_i = 0.8 \times (Pop \times Cap + Q_{ind}) \quad (4)$$

Estes valores percentuais foram estudados e calibrados no projeto CIRA, 1996. Este estudo foi realizado em Inglaterra e na Escócia e, devido à semelhança das condições hidrológicas e das redes, admite-se que representam um valor credível para o caso da Irlanda (Inflow, 2004).

3.4.2.2. CAUDAL MÍNIMO

Este método também define os caudais de tempo seco com base nos caudais medidos à entrada da ETAR, mas neste caso apenas durante as primeiras horas do dia, pois é neste período, durante a madrugada, que o caudal afluente atinge os valores mínimos diários (Inflow, 2004). Admite-se que, nesse período de caudais mínimos, apenas 10% do caudal corresponde à componente doméstica. No entanto, importa referir que este valor é altamente subjetivo e deve ser calibrado com base nos hábitos da população (Amorim, 2007; Inflow, 2004).

Ao calcular a diferença entre o caudal médio de tempo seco e o caudal mínimo de tempo seco, reduzido de 10% pela multiplicação pelo fator 0.9, é impossível eliminar a componente relativa à infiltração, obtendo-se assim a Equação 5.

$$(Pop \times Cap + Q_{ind}) = (Q_{mts} - Q_{min})/F \quad (5)$$

Sendo:

Q_{mts} – Caudal médio de tempo seco;

Q_{min} – Caudal mínimo de tempo seco;

F – Fator (valor comum 0.9).

Podemos concluir então que a infiltração se obtém pela Equação 6.

$$Q_i = Q_{mts} - (Pop \times Cap + Q_{ind}) \quad (6)$$

É importante referir que, para a eficácia e precisão dos dois métodos mencionados, é fundamental compreender como a precipitação influencia os caudais drenados. Geralmente, considera-se a um período de pelo menos 7 dias sem precipitação para evitar a influência das afluências diretas de precipitação. Contudo, este intervalo deve ser maior dependendo da constituição geológica específica de cada local. Naturalmente, a variação sazonal do nível freático também pode refletir-se na incidência de infiltrações (Amorim, 2007; Inflow, 2004).

Outro aspeto de grande importância é a precisão dos aparelhos de medição, nomeadamente dos caudalímetros. Nestes tipos de escoamento, que ocorrem em superfície livre e transportam não apenas volumes de líquido, mas também significativa componente de sólidos, a qualidade das medições pode ser profundamente afetada (Amorim, 2007).

3.4.3. MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DE AFLUÊNCIAS DIRETAS

Após a apresentação dos métodos mais utilizados para a quantificação de infiltrações, passa-se agora à exposição dos métodos para a quantificação de afluências diretas. Neste caso, observa-se que os efeitos destas afluências são bastante mais efêmeros, mas podem assumir intensidades muito elevadas. Em alguns casos de estudo, são atingidos caudais várias vezes superiores aos médios de origem sanitária.

3.4.3.1. RECOMENDAÇÕES DO IRAR / ERSAR

Em abril de 2007, o agora extinto IRAR (Instituto Regulador de Águas e Resíduos), que foi substituído pelo atuar ERSAR, emitiu o documento N°04/2007 intitulado “Faturação de serviços em alta de saneamento de águas residuais urbanas com contribuição de águas pluviais”. Nesta comunicação, são apresentadas algumas recomendações acerca da quantificação dos volumes de origem pluvial afluentes às ETAR e da sua respetiva faturação.

Este documento menciona a necessidade de as entidades gestoras das redes em “alta” garantirem a medição contínua dos caudais nos pontos de entrega provenientes das redes em “baixa” para a rede em “alta”, de forma a avaliar as diferentes parcelas de escoamento descarregadas por cada utilizador. A importância de medição contínua de caudais prende-se com a necessidade de estabelecer valores para os caudais de tempo seco e os respetivos valores para os caudais em dias de chuva. Desta forma, é possível obter a componente pluvial do escoamento pela diferença entre os caudais de tempo seco e os caudais em dias de chuva (Amorim, 2007; IRAR, 2007).

Para a definição dos dias de chuva, a entidade gestora deve selecionar pelo menos um pluviómetro localizado numa representativa da bacia de drenagem. Um “dia de chuva” será considerado sempre que ocorrer precipitação, independentemente da quantidade (Amorim, 2007; Coelho, 2013; IRAR, 2007).

Quando não for registada qualquer precipitação, o caudal registado nos medidores nesses dias é considerado totalmente de origem doméstica. Já nos dias em que for registada precipitação, devem ser distinguidas as parcelas referentes à afluência de águas pluviais e à origem doméstica, de acordo com a Equação 7 (IRAR, 2007).

$$V_n^{jT} = v_n^{jad} + v_n^{jap} = \min(v_n^{jT}; \frac{\sum_{m=1}^M V_n^{jT}}{M}) + v_n^{jap} \quad (7)$$

Definindo as variáveis:

- V_n^{jT} - Volume total medido no ponto de medição j no dia de chuva n;
- V_n^{jad} - Volume de águas residuais domésticas medido no ponto de medição j no dia de chuva n;
- V_n^{jap} - Volume de águas pluviais medido no ponto de medição j no dia de chuva n;
- M - Número de dias do último período contínuo de tempo seco. Considera-se como valor mínimo 10 dias.

Se o valor médio com chuva for inferior ao valor médio habitualmente medido sem chuva, este último será o valor a ser adotado.

O volume pluvial deverá ser afetado por um parâmetro k, a deduzir na fase do cálculo do caudal a faturar. Sugere-se (Coelho, 2013):

- 01/07/2010 a 31/12/2010 um fator k de 0.7;
- 01/07/2011 a 31/12/2011 um fator k de 0.8;
- 01/07/2012 a 31/12/2012 um fator k de 0.9;
- A partir de 01/01/2013 um fator k de 1.

Este processo gradual visa assegurar que as variações nas afluências pluviais sejam refletidas de forma equilibrada e sustentável na faturação, enquanto se monitorizam e ajustam as operações da rede de drenagem.

3.4.3.2. ÍNDICE API E ÍNDICE NAPI

Quando se trata de quantificar as afluências diretas, observa-se que estas dependem quase exclusivamente da contribuição da precipitação. No entanto, com base na experiência, é consensual admitir que a contribuição da precipitação não afeta da mesma forma diferentes redes. Por vezes, mesmo numa única rede, estas afluências assumem diferentes dimensões, quer em intensidade e volume, quer em termos de duração temporal. Este fenómeno depende essencialmente do tipo de solo e da sua permeabilidade, bem como do estado de conservação da rede e dos materiais utilizados (Coelho, 2013; Inflow, 2004; Merrill e Butler, 1994).

Para se prever, no futuro, o comportamento da rede face a determinados padrões de precipitação, é necessário criar registos contínuos de caudais e de precipitação, formando um cadastro extenso. Apenas assim se espera conseguir prever o comportamento futuro com base nos acontecimentos passados (Coelho, 2013).

Com base nestes pressupostos, surge o modelo API (Antecedent Precipitation Index), que permite relacionar a ocorrência de infiltrações com diferentes cenários de precipitação e uma série de extensos e contínuos registos de caudal. Este modelo define um padrão que permite estimar valores de caudal associados a intervalos de confiança, assumindo que o padrão passado se repetirá no futuro (Coelho, 2013).

O método API é utilizado mesmo na ausência de dados reais de precipitação e caudais, permitindo avaliar a eficácia de medidas corretivas que tenham sido implementadas (Merrill e Butler, 1994). No entanto, este método é bastante subjetivo, o que leva a maioria dos autores a preferir o índice NAPI (Normalized Antecedent Precipitation Index). Este índice segue os mesmos princípios, mas inclui uma componente normalizada, permitindo a inclusão de precipitação anterior ao início do fenómeno pluviométrico e a normalização das séries antecedentes (Coelho, 2013).

A Equação 8 define o índice API, e na Equação 9 define-se o índice NAPI.

$$API = \sum_{t=-1}^{-i} P_t * k'^{-t} \quad (8)$$

Para o qual:

- i – Número de dias antecedentes;
- k' – Constante de decaimento de solo. Pode variar entre 0.8 e 0.98;
- P_t – precipitação durante o dia t.

$$NAPI = \frac{\sum_{t=0}^{-i} P_t \times k'^{-t}}{\bar{P} \times \sum_{t=-i}^{-1} k'^{-t}} \quad (9)$$

Onde se acrescenta a variável:

$\bar{P}$ – média pluviométrica dos dias antecedentes.

Este último índice consensualmente mais aceite pela comunidade científica acrescenta três aspetos que fazem a diferença (Coelho, 2013):

- Inclusão da precipitação do próprio dia do evento pluviométrico;
- Normalização em termos de estação do ano na qual se insere o evento pluviométrico;
- Normalização no que diz respeito à extensão da base de dados.

3.4.4. MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DE AFLUÊNCIAS DIRETAS E INDIRETAS

Após a abordagem de métodos que permitem quantificar apenas afluências diretas ou indiretas, respetivamente, neste subcapítulo serão apresentados métodos que têm a capacidade de estimar ambas as parcelas que influenciam as afluências parasitas.

3.4.4.1. MÉTODO DO TRIÂNGULO

Esta metodologia baseia-se numa técnica essencialmente gráfica, que permite contabilizar as várias componentes do escoamento afluentes a uma secção, normalmente na entrada de uma ETAR. Para aplicar esta metodologia, é necessário dispor de alguns dados iniciais, nomeadamente uma série de caudais afluentes com registo diário, geralmente durante um período de um ano. É também fundamental o conhecimento prévio do caudal médio exclusivamente de origem doméstica, assim como o registo de precipitação para o período em estudo (Almeida e Monteiro, 2004).

Na aplicação do método, considera-se o caudal de origem doméstica como constante durante todo o período de análise. Os caudais afluentes registados serão ordenados por ordem crescente de percentagem do caudal máximo registado, resultando numa curva em “S”, como representada na Figura 7.

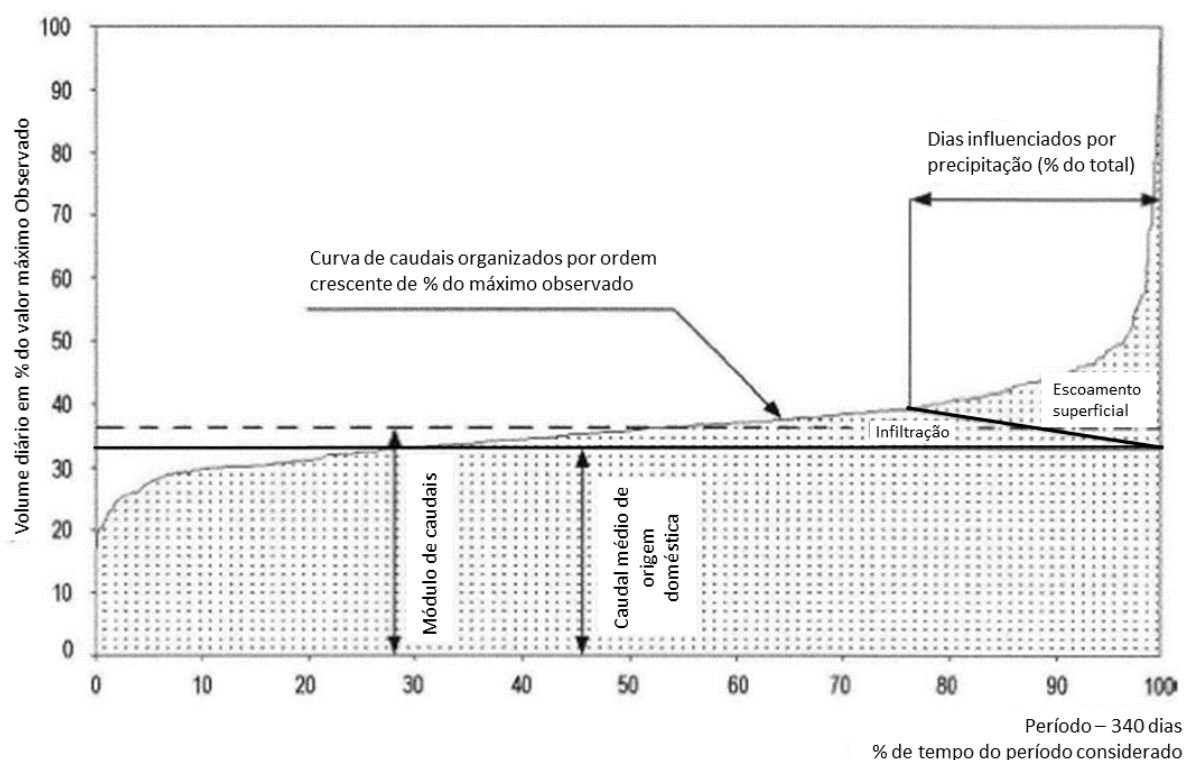


Figura 7 - Método do triângulo aplicado à ETAR de Mirandela (Amorim, 2007).

Após a obtenção da curva de caudais classificados, seguem-se duas etapas. A primeira etapa é a separação do volume de afluências indevidas do volume de água residual de origem doméstica e industrial. A área da curva em “S” abaixo da linha horizontal representa o volume total unicamente motivado pela água residual que chega à ETAR. A área acima da linha horizontal representa o volume excedente de águas parasitas afluídas (Bonito, 2014).

A segunda etapa é a distinção do volume de afluências indevidas entre infiltração indireta e infiltração direta. A infiltração indireta é denominada unicamente por infiltração, enquanto a infiltração direta é apresentada como escoamento superficial. Esta divisão resulta da linha que intercepta o ponto da curva em “S” inicialmente influenciada pela precipitação com o ponto temporal correspondente a 100% do caudal médio diário de origem doméstica. A área da curva em “S” correspondente à afluência indevida é dividida em infiltração indireta à direita da linha e infiltração direta à esquerda (Bonito, 2014).

A aplicação deste método baseia-se em pressupostos de relações matematicamente lineares entre as diferentes componentes das águas residuais e as afluências indesejadas, tendo como princípio fundamental de que a precipitação é o principal fenómeno que incrementa os caudais afluentes (Almeida e Monteiro, 2004).

3.4.4.2. MÉTODO DO MÍNIMO MÓVEL

Este método baseia-se em medições contínuas do caudal afluente a uma determinada ETAR durante o período de estudo. Com base nestas medições, constrói-se o hidrograma representado na Figura 8. O mínimo móvel, representado pela linha vermelha do gráfico, é obtido pelo caudal médio diário mínimo de águas residuais num período de 21 dias (3 semanas). Este período é considerado

suficientemente longo para haver pelo menos um dia sem influência de precipitação, chegando-se assim a um caudal que exclui os dias com influência direta da precipitação (Mortinho, 2011).

Para quantificar o volume de infiltrações diretas e indiretas, é necessário determinar previamente o volume anual afluente à ETAR, o volume de água residual e o volume de água residual com infiltrações indiretas (Mortinho, 2011).

O volume anual afluente à ETAR corresponde ao total do volume de água residual que aflui à ETAR durante o período de estudo, normalmente um ano. A água residual de origem doméstica é obtida por uma estimativa baseada no volume de água consumido pela população, reduzido de um fator de afluência considerado adequado. A linha roxa da Figura 8 representa o caudal médio de origem doméstica.

O volume de água residual doméstica mais o volume de infiltrações indiretas corresponde ao total do caudal mínimo móvel, representado pela linha vermelha. Para facilitar o cálculo deste volume, basta obter um valor médio para o mínimo móvel e calcular o quociente pelo tempo do estudo, representado pela linha verde.

O volume de infiltrações diretas pode ser obtido pela diferença entre o volume total afluído à ETAR e o volume obtido pelo mínimo móvel, ou seja, água residual doméstica mais infiltrações indiretas. O volume de infiltrações indiretas é obtido pela diferença entre o volume de água residual com infiltrações indiretas e o volume de água residual doméstica, sendo este valor influenciado pelo fator de afluência escolhido.

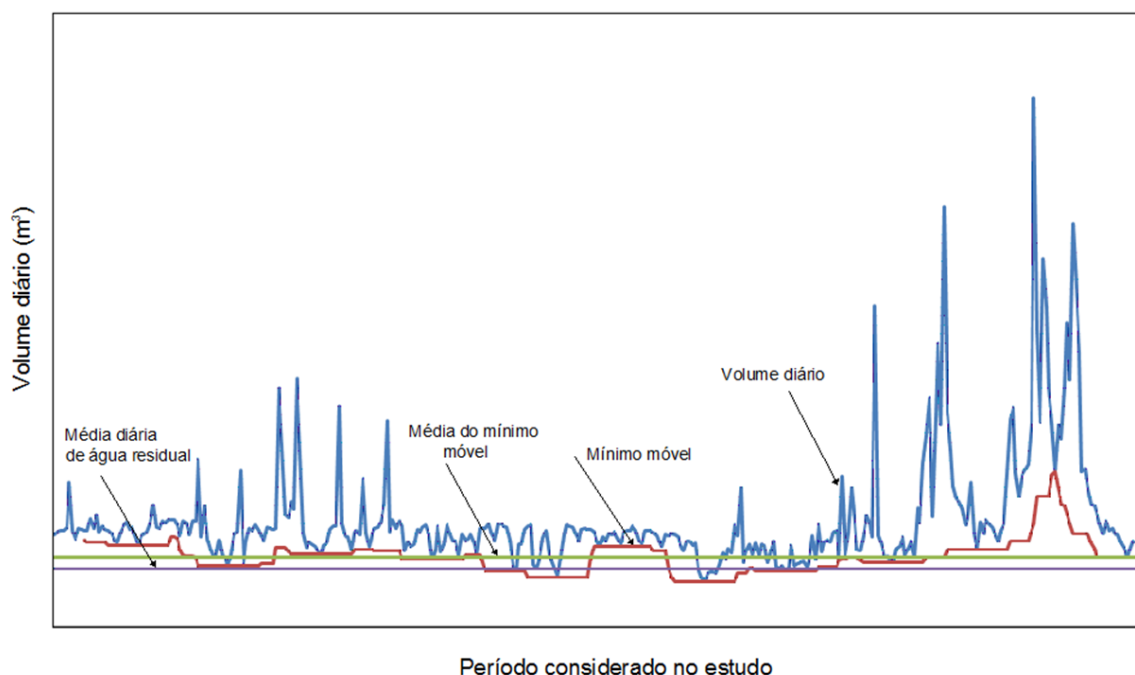


Figura 8 - Hidrograma do Mínimo Móvel (Mortinho, 2011).

3.4.4.3. MÉTODO DAS SÉRIES TEMPORAIS DE CARGAS POLUENTES

Este método também surge do projeto APUSS, assim como o método dos isótopos naturais mencionado em capítulos anteriores. No entanto, ao contrário deste último, o método das séries

temporais de cargas poluentes pode ser aplicado a qualquer rede de drenagem que receba águas predominantemente domésticas e permite quantificar a infiltração como um todo, ao contrário do método dos isótopos naturais que apenas permite quantificar as infiltrações indiretas. Assim, ambos os métodos podem ser utilizados de forma complementar.

Para aplicar este método, é necessário realizar a medição simultânea do caudal e da concentração em CQO. O caudal deve ser medido com rigor, uma tarefa que, como já foi explicado, pode ser bastante complicada. A concentração em CQO será medida através de medições óticas, recorrendo à espectrofotometria no ultravioleta (Amorim, 2007).

Considerando que a água que se infiltra apresenta uma concentração de CQO desprezável em comparação com a água residual doméstica, é possível calcular a taxa de infiltração total com um balanço de massa, utilizando modelos matemáticos devidamente calibrados para a modelação diária do caudal e da concentração de CQO (Amorim, 2007; Cardoso et al., 2006).

3.5. INDICADORES DE DESEMPENHO

A consciencialização acerca da problemática das afluências indevidas, apesar de todo o estudo e trabalho já realizados em torno deste tema, ainda não é completa. No entanto, nos últimos anos, as entidades gestoras tanto em sistemas em “baixa” como de sistemas em “alta” têm vindo a prestar mais atenção a este tópico. Em muitos casos, os sistemas atingiram um ponto de maturação tal que as principais preocupações deixaram de ser a expansão e a cobertura, sendo agora redirecionada para a eficiência e a sustentabilidade. Além disso, os modelos de gestão concessionada têm impulsionado a procura de soluções mais eficientes e sustentáveis do ponto de vista económico e financeiro.

Surgiu então a necessidade de estabelecer indicadores de desempenho, para agregar a informação resultante da modelação e análise de resultados referentes a uma ou mais características da rede, transformando-se em números. Desta forma, torna-se possível estabelecer paralelos com outras redes do mesmo tipo, obtendo-se comparações fidedignas (Cardoso, Almeida e Coelho, 2002).

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), no estudo “Avaliação do Impacto da Infiltração no Desempenho de Sistemas de Drenagem Urbana”, propõe um conjunto de indicadores para avaliar o desempenho das redes separativas domésticas, os quais são citados a seguir.

“Utilização da capacidade da secção cheia (1): esta medida indica qual é a percentagem do caudal de infiltração relativamente ao valor do caudal de secção cheia do coletor, que representa a sua capacidade. Permite avaliar a percentagem da capacidade do coletor que é utilizada em consequência da ocorrência de infiltração. Este indicador não entra em conta com nenhuma das origens possíveis da infiltração acima referidas. Este valor pode ser obtido elementarmente (num coletor), sectorialmente (num subsistema) ou globalmente (no coletor de jusante do sistema). Neste caso é necessário conhecer a capacidade do coletor a avaliar, o que não apresenta dificuldade uma vez conhecida a topologia, a geometria e o material do coletor em análise. Este indicador fornece informação sobre o desempenho hidráulico, dando um valor relativo à capacidade do coletor em análise mas não traduzindo qualquer informação sobre a quantidade absoluta de infiltração ocorrida. Por exemplo, ao longo de um troço de rede, com três coletores sucessivos de capacidade crescente, o valor absoluto da infiltração mantinha-se, não havendo acréscimo de infiltração ao longo de todo o troço. Este indicador tomava os valores de 60%, 30% e 10% em cada coletor de montante para jusante, significando que a capacidade de cada coletor era ocupada

naquela percentagem, respetivamente, por caudal de infiltração. No entanto, o valor real da infiltração era o mesmo nos três coletores.”

$$\frac{Q_i}{Q_{sc}}(\%) \quad (1)$$

Para a qual,

Q_i – Caudal de infiltração (m^3/s);

Q_{sc} – Caudal de secção cheia do coletor (m^3/s).

“Proporção do caudal de tempo seco (2): esta medida indica qual é a percentagem do caudal de infiltração relativamente ao valor do caudal médio diário de tempo seco. Permite comparar o peso da contribuição do caudal de infiltração relativamente ao do caudal médio diário de tempo seco no caudal que é transportado pelo sistema. No entanto, este indicador não entra em conta com nenhuma das origens possíveis da infiltração acima referidas. Este valor pode ser obtido elementarmente (num coletor), sectorialmente (num subsistema) ou globalmente (no coletor de jusante do sistema). Neste caso é necessário conhecer a o caudal médio de tempo seco escoado pelo coletor a avaliar, dado obtido através de medições ou por estimativa. Este indicador tem o inconveniente de ser dependente da influência do caudal médio diário de tempo seco. Por exemplo, num troço de coletor de 1 km com 1000 mm de diâmetro, um caudal de infiltração de $50 m^3/dia$ é considerado um valor baixo segundo o Decreto Regulamentar 23/95 e corresponderia a 0,5% num sistema que transportasse um caudal médio diário de tempo seco de $8640 m^3/dia$ e a 1,2% noutro sistema que transportasse um caudal médio diário de tempo seco de $4320 m^3/dia$. Este indicador, se aplicado ao caudal que chega à estação de tratamento, permite dar informação sobre o peso que o caudal de infiltração pode ter nos gastos do tratamento. Neste caso, além de ser usado em termos de volume pode ser aplicado em termos de percentagem de custos.”

$$\frac{Q_i}{Q_{mts}}(\%) \quad (2)$$

Para a qual,

Q_i – Caudal de infiltração (m^3/s);

Q_{mts} – Caudal médio diário de tempo seco (m^3/s).

“Caudal unitário por câmara de visita (3): esta medida indica o caudal médio de infiltração por câmara de visita. Como foi anteriormente referido, as câmaras de visita são possíveis origens de infiltração. Assim, para avaliar a influência do número de câmaras de visita no caudal de infiltração, este valor deve ser determinado em troços de igual comprimento, de forma a que a influência do comprimento do coletor, outra origem de infiltração, não se sobreponha com a das câmaras de visita. No entanto, este indicador não entra em conta com a influência da infiltração ao longo do coletor, nem nas ligações domésticas. Este valor pode ser obtido, sectorialmente (num subsistema) ou globalmente (no coletor de jusante do sistema). Neste caso, é necessário conhecer o número de caixas de visita que contribuem para a avaliação em causa, o que pode condicionar a aplicação deste indicador. Em sistemas onde a origem da infiltração ocorra com predominância

nas câmaras de visita, este pode ser um indicador importante para avaliar os benefícios de reabilitação.”

$$\frac{Q_i}{N^{\circ}C_{visita}} (m^3 / s) \quad (3)$$

Sendo que,

Q_i – Caudal de infiltração (m^3/s);
 $N^{\circ}C_{visita}$ – Número total de câmaras de visita.

“Caudal unitário por comprimento do coletor (4): esta medida indica o caudal médio de infiltração que ocorre por km de comprimento do coletor. Este indicador não tem em conta a influência da infiltração nas câmaras de visita, nem nas ligações domésticas. Este valor pode ser obtido elementarmente (num coletor), sectorialmente (num subsistema) ou globalmente (no coletor de jusante do sistema). Neste caso, é necessário conhecer o comprimento total dos coletores que contribuem para a avaliação em causa, o que pode condicionar a aplicação deste indicador; no entanto, em sistemas onde a infiltração ocorra predominantemente ao longo do coletor pode ser um indicador importante para avaliar os benefícios de reabilitação.”

$$\frac{Q_i}{L_{coletor}} (m^3 / s / km) \quad (4)$$

Sendo que,

Q_i – Caudal de infiltração (m^3/s);
 $L_{coletor}$ – Comprimento do coletor (km).

“Caudal unitário por área de parede do coletor (5): esta medida indica o caudal médio de infiltração em função da área de parede do coletor exposta a possíveis infiltrações. Este indicador não entra em conta com a influência da infiltração nas câmaras de visita, nem nas ligações domésticas. Este valor pode ser obtido elementarmente (num coletor), sectorialmente (num subsistema) ou globalmente (no coletor de jusante do sistema). Neste caso, é necessário conhecer o valor total da área longitudinal dos coletores que contribuem para a avaliação em causa, o que pode condicionar a aplicação deste indicador; no entanto, em sistemas onde a infiltração ocorra predominantemente ao longo do coletor, pode ser um indicador importante para avaliar os benefícios de reabilitação.”

$$\frac{Q_i}{L_{coletor} \times P} (m^3 / dia / (cm.km)) \quad (5)$$

Para a qual,

- Q_i – Caudal l de infiltração (m^3/s);
- $L_{coletor}$ – Comprimento do coletor (km);
- P – Altura da parede do coletor (cm).

3.6. MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DE INFILTRAÇÕES

Existem diversos métodos para a identificação e localização de anomalias na rede de drenagem, anomalias essas que promovem a entrada de água indesejada na rede de saneamento. Estas diferentes técnicas permitem identificar tanto a infiltração de água pluvial como a ocorrência de ligações ilícitas.

A aplicação dos métodos descritos nos subcapítulos seguintes implica naturalmente conhecimentos técnicos específicos para cada método. Em alguns casos, também é necessário um trabalho de sensibilização dos clientes, pois algumas técnicas envolvem a invasão de propriedades privadas, nomeadamente na deteção de ligações erróneas ou clandestinas.

3.6.1. TESTE COM MARCADORES

Este ensaio, também conhecido na literatura por *dye test*, consiste na utilização de um corante não tóxico e biodegradável, de fácil dissolução em água, que tinge a água com uma cor fluorescente facilmente visível. Deste modo, através de uma inspeção visual simples, é possível identificar com facilidade se a água drenada esteve, ou não, em contacto com o marcador.

A aplicação do marcador realiza-se em pontos específicos da rede, nomeadamente em jardins, tubos de queda, drenos de fundação, entre outros. No entanto, a seleção dos pontos de aplicação requer uma análise prévia, com o intuito de identificar locais potencialmente suspeitos. Após a introdução do marcador, torna-se viável, em zonas a jusante da rede de drenagem de águas residuais, detetar se a afluência esteve em contacto com o marcador (EPA, 1991; Inflow, 2004).

Este procedimento revela-se eficaz na deteção de afluências diretas e indiretas, devendo, contudo, ser complementado com outras metodologias, tais como testes de fumos (EPA, 1991).

A Figura 9 ilustra a realização de um teste de marcadores.



Figura 9 - Testes com marcadores. (Águas de Gondomar)

3.6.2. TESTE COM INJEÇÃO DE FUMO

O presente ensaio consiste na injeção de fumo colorido na rede de coletores, habitualmente num troço específico da rede. O fumo, ligeiramente pressurizado e não tóxico, é introduzido e, após a injeção, procede-se à observação dos pontos onde este emerge à superfície. Trata-se de um procedimento relativamente rápido, sendo que, em condições normais, os resultados podem ser observados no intervalo de 10 a 30 minutos (Inflow, 2004).

Este método apresenta como principal desvantagem a sua elevada sensibilidade às condições climáticas, não sendo passível de aplicação após precipitações intensas, na presença de ventos fortes ou em situações de infiltração indireta excessiva (EPA, 1991).

Tal como o método anteriormente descrito, esta técnica permite identificar fontes de infiltração direta e indireta. Contudo, em determinadas circunstâncias, revela-se necessário complementar este procedimento com outras técnicas, nomeadamente para a identificação de ligações cruzadas (Inflow, 2004).

Nas Figuras 10 e 11, é apresentado o esquema representativo da aplicação do teste com injeção de fumo, bem como uma imagem ilustrativa de um exemplo deste ensaio, captada na zona de Valbom, em Gondomar.

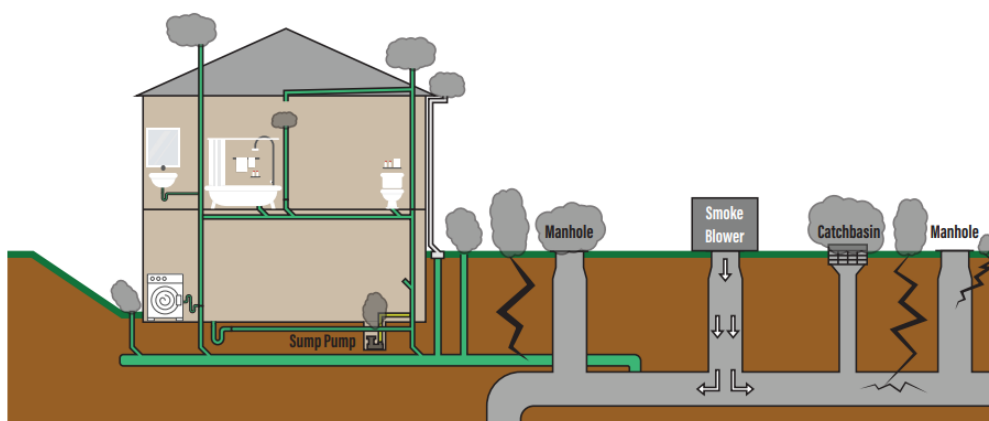


Figura 10 - Esquema ilustrativo de um ensaio de injeção de fumos. [1]



Figura 11 - Exemplo de uma inspeção com injeção de fumos, na zona de Gondomar, a 25 de outubro de 2024.

3.6.3. INSPEÇÃO POR CIRCUITO FECHADO DE TELEVISÃO (CCTV)

Os avanços tecnológicos no desenvolvimento de câmaras de pequenas dimensões e elevada qualidade de imagem têm impulsionado significativamente a evolução do sistema CCTV (*Closed-Circuit Television* – Circuito Fechado de Televisão) nos últimos anos. Este método tem-se revelado um dos mais eficazes na deteção e diagnóstico de anomalias nas redes de drenagem. Habitualmente, a inspeção CCTV é utilizada como complemento de outros métodos, uma vez que a inspeção integral da rede seria, em grande parte, inviável (Inflow, 2004).

Para a aplicação deste método, pode ser necessário proceder previamente à limpeza do coletor, de modo a permitir a circulação do robô que transporta a câmara e assegurar melhores condições de observação do estado dos coletores. A eficácia da inspeção é tanto maior quanto melhor for o nível de limpeza das tubagens. Em situações de coletores com elevado caudal, poderá ser necessário desviar temporariamente o efluente para viabilizar a circulação do robô (Inflow, 2004).

3.6.4. JETTING

O *Jetting* é um procedimento fundamental na manutenção de redes de águas residuais, caracterizando-se pela injeção de jatos de água a alta pressão nos coletores, com o objetivo de limpar e desobstruir o sistema de drenagem. Este método, amplamente utilizado devido à sua simplicidade e baixo custo, constitui uma etapa preliminar essencial antes de qualquer inspeção interna significativa. A Figura 12 ilustra um dispositivo de *Jetting* em operação.



Figura 12 - Exemplo de um dispositivo de Jetting, em funcionamento. [2]

O processo de limpeza visa a remoção de detritos como lodo, areia, cascalho, pedras, raízes e outros materiais que possam comprometer a capacidade hidráulica das canalizações, câmaras de visita e estações elevatórias. Esta operação permite não só a inspeção adequada dos coletores, mas também a monitorização da área adjacente ao ponto de injeção, possibilitando a deteção de ligações cruzadas ou incorretas.

Contudo, o Jetting apresenta limitações, nomeadamente a identificação exclusiva de infiltrações de origem direta. A injeção de água sob pressão não permite detetar perdas que extravasem para o exterior dos coletores, dado que estas se encontram enterradas e rodeadas por solo, dificultando a observação visual.

As duas principais finalidades deste procedimento são (Bonito, 2014; Inflow, 2004):

1. Assegurar a limpeza integral dos coletores de águas residuais, utilizando equipamentos apropriados imediatamente antes da inspeção interna ou da medição de caudais e velocidades;
2. Identificar, sempre que possível, obstáculos, obstruções físicas ou irregularidades que possam interferir com a introdução e circulação de equipamentos de inspeção, garantindo assim a operacionalidade do sistema.

3.6.5. ISOLAMENTO DA REDE EM PEQUENOS TROÇOS

Esta técnica consiste no isolamento de pequenos troços ou secções específicas de um coletor, com o objetivo de diagnosticar anomalias que afetam essa área particular. A seleção das secções a estudar baseia-se em indícios ou suspeitas de problemas estruturais ou funcionais existentes na rede (Inflow, 2004).

A aplicação do método envolve a injeção de ar ou água na secção isolada, após a preparação do troço através da selagem de ramais de ligação e interrupção temporária do escoamento natural. Este último procedimento representa uma limitação, dado que, em alguns casos, a completa interrupção do fluxo pode não ser viável, comprometendo a precisão dos resultados obtidos (Inflow, 2004).

Quanto à necessidade de medições ou testes complementares, a técnica de segmentação já incorpora procedimentos de diagnóstico que permitem identificar e quantificar infiltrações e ligações indevidas. No entanto, dependendo da complexidade da rede e da precisão desejada, podem ser necessários testes adicionais, como inspeções visuais, monitorização de caudais e análises laboratoriais, para complementar os resultados obtidos e confirmar as conclusões.

A segmentação da rede permite não só a identificação mas também a quantificação de infiltrações indiretas, contribuindo para a localização de pontos críticos e a definição de intervenções corretivas (Inflow, 2004).

3.7. IMPACTO ECONÓMICO ASSOCIADO ÀS AFLUÊNCIAS INDEVIDAS

As afluências indevidas representam um encargo adicional para as entidades gestoras, com um impacto financeiro variável, mas sempre relevante. O fator preponderante na avaliação deste problema não reside apenas nos volumes excedentários que afluem às ETAR, mas sim nas implicações económicas associadas (Amorim, 2007).

Para as entidades gestoras, o custo monetário é o elemento determinante que reflete a verdadeira dimensão do problema. As afluências indevidas acarretam despesas em diferentes fases do processo de gestão e manutenção da rede de saneamento, sendo os principais custos diretamente associados segmentados da seguinte forma:

- Custos de investimento;
- Custos de operação;
- Custos de manutenção.

Nos subcapítulos subsequentes, procede-se à descrição detalhada de cada um destes pontos, evidenciando o seu contributo individual para o custo global associado às afluências indevidas.

3.7.1. CUSTOS DE INVESTIMENTO

Nos custos de investimento incluem-se os encargos financeiros iniciais associadas à construção das redes de drenagem, com o objetivo de prevenir a ocorrência de infiltrações indevidas. Nesta fase, torna-se essencial garantir que o dimensionamento hidráulico seja realizado de forma a contemplar a eventualidade de caudais excedentários que possam ocorrer nos coletores. Assim, embora se privilegie o investimento na prevenção de infiltrações, é igualmente necessário assegurar que o diâmetro dos coletores seja suficiente para acomodar potenciais incrementos de caudal resultantes de infiltrações (Coelho, 2013).

A determinação precisa destes caudais constitui um processo de elevada complexidade. De forma a minimizar as incertezas associadas, é possível recorrer a diversos métodos, tais como (Coelho, 2013):

- Modelação hidráulica das redes;
- Estudos de investigação aplicados à rede de drenagem.

Apesar da aplicabilidade dos métodos anteriormente referidos, torna-se indispensável a definição de um plano estratégico adaptado a cada situação concreta. Este plano deverá estabelecer prioridades e ações específicas, com o intuito de assegurar uma maior eficiência e resiliência da rede ao longo do tempo.

Ao realizar análises comparativas antes e após as intervenções de reabilitação das redes, torna-se possível avaliar de forma objetiva a eficácia das medidas implementadas. Esta abordagem permite quantificar os resultados obtidos, seja através da percentagem de infiltração removida, seja pela análise da evolução de indicadores de desempenho específicos. Desta forma, é possível aferir o impacto das intervenções, contribuindo para a otimização contínua do sistema e fundamentando decisões futuras relativas à gestão e manutenção das infraestruturas.

3.7.2. CUSTOS DE OPERAÇÃO

Os custos de operação englobam as despesas correntes associadas ao funcionamento da rede de drenagem, destacando-se os seguintes componentes (Coelho, 2013):

- Custos de bombagem, relativos ao funcionamento das estações elevatórias;
- Custos operacionais inerentes ao tratamento de efluentes;
- Consumo energético associado ao processo.

Estes encargos representam uma parcela significativa nos custos totais estimados para a vida útil do sistema. As afluências indevidas contribuem diretamente para o aumento substancial destes custos, comprometendo a eficiência e sustentabilidade da infraestrutura.

3.7.3. CUSTOS DE MANUTENÇÃO

Os custos de manutenção abrangem todos os encargos financeiros associados à preservação do desempenho adequado do sistema de saneamento. Estes custos incluem operações de reparação, limpeza e substituição de componentes, bem como a aquisição ou aluguer de equipamentos e materiais indispensáveis às intervenções. Entre as operações específicas, destacam-se a inspeção e deteção de fontes de infiltração através de sistemas de videovigilância (CCTV) e vistorias para identificação de ligações indevidas de águas pluviais, assim como a substituição de componentes ou troços comprometidos das redes de drenagem.

Dada a sua natureza imprevisível e aleatória, os custos de manutenção apresentam desafios acrescidos na sua estimativa, representando um fator de incerteza na gestão e planeamento das infraestruturas de drenagem.

4

CASO DE ESTUDO

O presente capítulo, apresenta o caso de estudo realizado no âmbito do trabalho desenvolvido em colaboração com a empresa Águas de Gondomar (AdG). Esta parceria permitiu integrar uma perspetiva prática na análise da problemática das infiltrações indevidas em redes de drenagem de águas residuais urbanas, abordada previamente.

Como já mencionado, o envelhecimento e desgaste dos sistemas de saneamento agravam a ocorrência de infiltrações e exfiltrações, acelerando a deterioração das redes. Para aprofundar este problema, selecionou-se um caso específico localizado na freguesia de Fânzeres, no concelho de Gondomar. Este caso, identificado em conjunto com a equipa técnica das Águas de Gondomar, representa de forma concreta os desafios mencionados na introdução, como a perda de estanquidade e o aumento das afluências indevidas.

Com o apoio das AdG, foi possível aplicar métodos e ferramentas de análise no caso de estudo, incluindo o programa Storm Water Management Model (SWMM). Esta ferramenta, foi utilizada neste estudo para identificar afluência indevidas e pontos críticos na rede, alinhando-se com os objetivos propostos na dissertação.

Inicialmente, este capítulo apresenta a caracterização detalhada da área de estudo, incluindo fatores geográficos, sociais e hidrológicos que influenciam diretamente no funcionamento da rede. Seguidamente, descrevem-se as metodologias adotadas, os parâmetros introduzidos no modelo SWMM e os resultados obtidos, que permitiram avaliar a necessidade e viabilidade de intervenções na rede, tal como sugerido na análise preliminar.

Esta abordagem prática reforça os conceitos discutidos nos capítulos anteriores e demonstra, de forma real, como a integração de ferramentas de modelação e estratégias técnicas pode contribuir para mitigar os impactos das afluências indevidas, alcançando soluções sustentáveis e economicamente viáveis.

4.1. CONCELHO DE GONDOMAR

Gondomar é uma cidade portuguesa localizada na sub-região da área metropolitana do Porto, pertencendo à região do Norte e ao distrito do Porto (Figura 13). Gondomar tem uma área total de 131,86 km², 168.582 habitantes (Dados de 2023) e uma densidade populacional de 1.267,8 habitantes por km². O município está subdividido em 7 freguesias:

- Baguim do Monte;
- Fânzeres e São Pedro da Cova;
- Foz do Sousa e Covelo;
- Gondomar (São Cosme), Valbom e Jovim;

- Lomba;
- Melres e Medas;
- Rio Tinto.

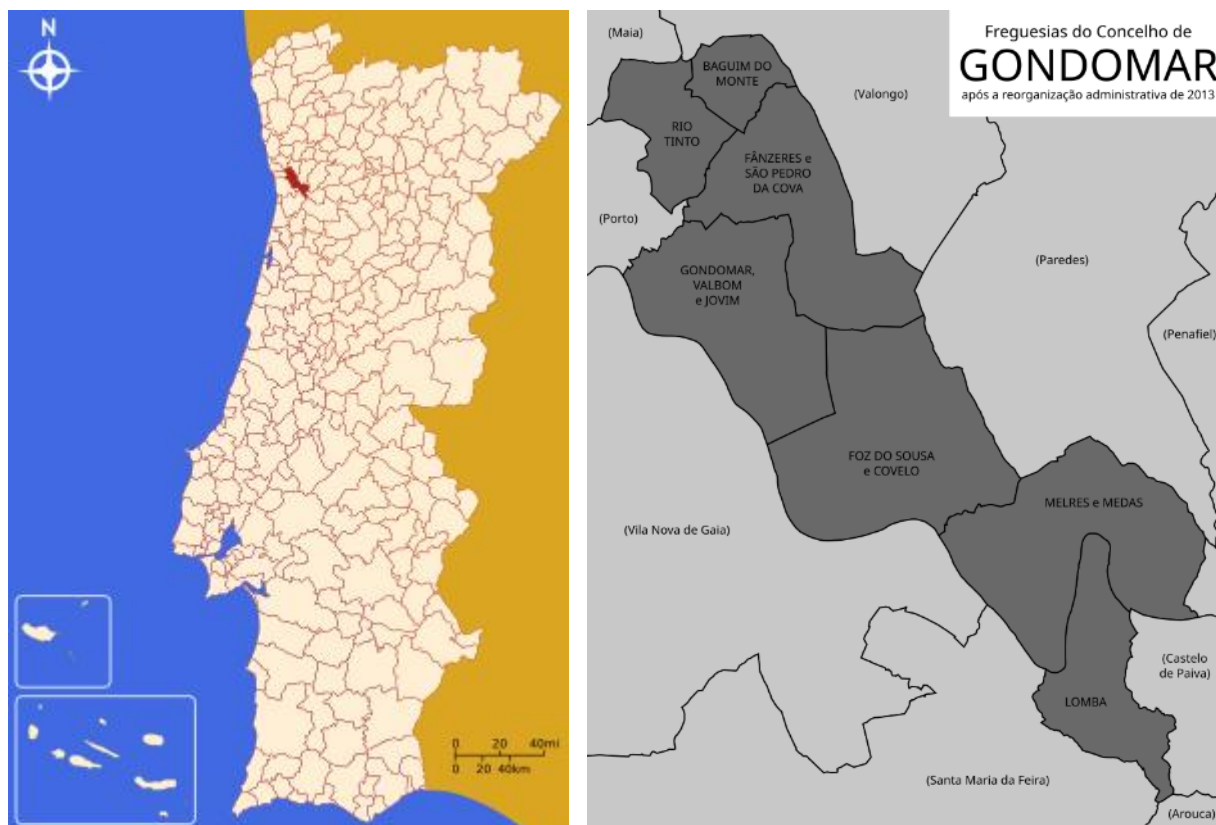


Figura 13 - Localização de Gondomar no mapa de Portugal Continental, assim como respetivas freguesias. [3]

Na Tabela 3 são enumeradas todas as freguesias do concelho de Gondomar, assim como as suas características demográficas. Os dados apresentados foram obtidos através dos CENSOS 2021.

Tabela 3 - Freguesias de Gondomar e respetivas características.

Freguesia	Área km ²	População	Densidade Populacional (Hab./ km ²)
Baguim do Monte	5,46	14 386	2 634,8
Fânzeres e São Pedro da Cova	21,96	37 3753	1 719,2
Foz do Sousa e Covelo	30,24	7 034	232,6
Gondomar (São Cosme), Valbom e Jovim	23,32	47 422	2 033,5
Lomba	13,7	1 284	93,7
Melres e Medas	27,81	5 295	190,4

Rio Tinto	9,58	51 083	5 332,3
-----------	------	--------	---------

4.1.1. RECURSOS HÍDRICOS, INFRAESTRUTURAS ASSOCIADAS E MEDIDAS DE GESTÃO IMPLEMENTADAS PELO MUNICÍPIO DE GONDOMAR

Gondomar é caracterizada por uma rede hidrográfica diversificada, com várias linhas de água que desempenham um papel crucial no ecossistema local. O “Plano Estratégico para as Linhas de Água de Gondomar” destaca a importância da preservação e gestão sustentável desses recursos, visando mitigar riscos de cheias e inundações, bem como promover a biodiversidade aquática.

A Câmara Municipal de Gondomar, em colaboração com a empresa Águas de Gondomar, tem implementado diversas iniciativas para assegurar a qualidade e disponibilidade da água no concelho. Entre estas, destaca-se a monitorização contínua das linhas de água, a manutenção das infraestruturas de saneamento e abastecimento, e campanhas de sensibilização para o uso eficiente da água. Estas ações são fundamentais para enfrentar desafios como a escassez hídrica e as alterações climáticas.

Historicamente, Gondomar tem registado episódios de precipitação intensa que resultaram em cheias e inundações, afetando infraestruturas e comunidades locais. Para mitigar estes riscos, o município desenvolveu planos de emergência e sistemas de alerta precoce, além de investir na requalificação das margens dos rios e na criação de zonas de retenção de águas pluviais. A Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações climáticas (EMAAC) de Gondomar detalha estas medidas, enfatizando a necessidade de adaptação às condições meteorológicas adversas.

A empresa Águas de Gondomar é responsável pela gestão das redes de abastecimento e saneamento no concelho. A empresa tem investido na modernização das infraestruturas, garantindo a qualidade da água fornecida e a eficiência no tratamento de águas residuais. Estas melhorias são essenciais para a proteção dos recursos hídricos locais e para a saúde pública.

4.1.2. REDE DE ÁGUAS RESIDUAIS DE GONDOMAR

O sistema de saneamento desempenha um papel fundamental na promoção da saúde pública e na proteção ambiental, garantindo a correta recolha, transporte e tratamento das águas residuais. No município de Gondomar, o sistema de saneamento integra uma infraestrutura abrangente composta pela rede coletora, interceptores e emissários, estações de tratamento de águas residuais (ETAR) e fossas sépticas coletivas, que operam de forma articulada para atender às necessidades da população e minimizar impactos ambientais.

A tabela apresentada a seguir detalha os principais elementos do sistema de saneamento indicando o número de ramais, o número de clientes atendidos, o número das ETAR e outros dados relevantes relacionados à rede de águas residuais.

Tabela 4 - Informações da rede de águas residuais.

Comprimento total de coletores (km)	574
Ramais de ligação (nº)	31047
Estações elevatórias (nº)	25
Estações de tratamento (nº)	5

Clientes (n.º)	70101
----------------	-------

Atualmente, o sistema de drenagem e tratamento de águas residuais do concelho é organizado em seis subsistemas principais: Rio Tinto, Freixo, Gramido, Rio Ferreira, Medas e Melres. Cada subsistema desempenha um papel específico na gestão das águas residuais, adaptando-se às características da área servida e contribuindo para a eficiência geral do sistema.

O subsistema do Freixo é uma componente fundamental do sistema de saneamento que serve diversas áreas do concelho de Gondomar. Este subsistema organiza-se em torno do emissário E5, que acompanha o traçado das margens do rio Torto ao longo do seu percurso. Após atravessar os limites administrativos de Gondomar, o emissário E5 conecta-se ao emissário do Rio Torto, que encaminha as águas residuais para tratamento na Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) do Freixo, localizada no município do Porto.

Este subsistema cobre uma área significativa que inclui as freguesias de Baguim do Monte, bem como as Uniões de Freguesias de Fânzeres e São Pedro da Cova, e de São Cosme, Valbom e Jovim. A ETAR do Freixo desempenha um papel crucial na gestão e tratamento das águas residuais destas regiões, garantindo a redução de impactos ambientais e a proteção da qualidade dos recursos hídricos.

No âmbito deste trabalho, a bacia de drenagem em estudo está incluída no subsistema do Freixo (Figura 14).

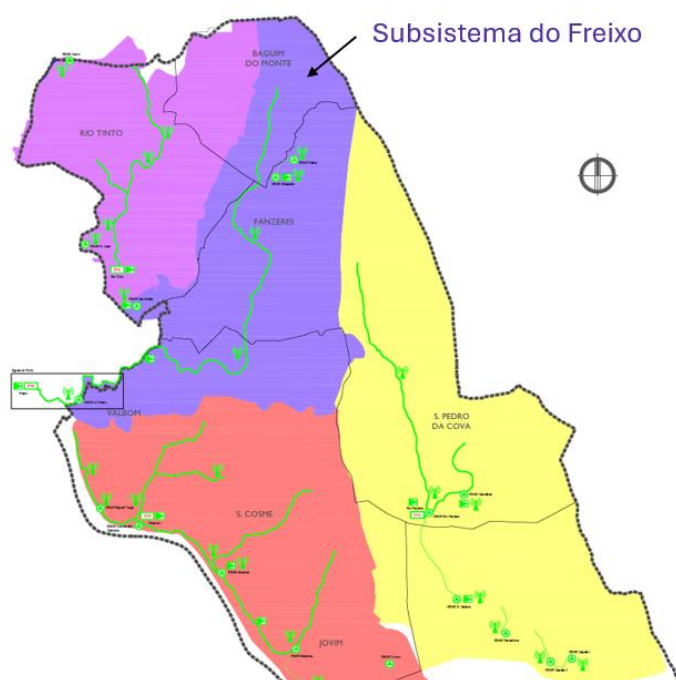


Figura 14 - Subsistema associada ao caso de estudo (Bacia do Freixo).

4.2. MODELAÇÃO HIDRÁULICA DA REDE

4.2.1. STORM WATER MANAGEMENT MODEL (SWMM)

Neste projeto, recorreu-se à utilização do software SWMM (Storm Water Management Model), desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US EPA) desde 1971. A versão mais recente do SWMM é a 5.2.4, sendo amplamente utilizado para o planeamento, análise e dimensionamento de sistemas de drenagem urbana, abrangendo o escoamento de águas pluviais, redes de coletores unitários e separativos, bem como outros sistemas de drenagem. O SWMM permite a avaliação de estratégias de controlo baseadas em infraestrutura cinzenta, como coletores e sumidouros, constituindo igualmente uma ferramenta valiosa para o dimensionamento de soluções integradas que conciliam infraestruturas verdes e cinzentas, promovendo uma gestão sustentável e economicamente eficiente das águas pluviais. A simplicidade na utilização aliada à gratuidade do programa, faz o SWMM uma ferramenta amplamente aplicada em consultoria, por entidades gestoras de infraestruturas urbanas de menor dimensão, e em ambientes académicos (Cambez et al., 2008).

O SWMM estrutura-se em diferentes módulos que representam as várias componentes do ciclo hidrológico urbano:

- Módulo atmosférico – integra dados de precipitação e deposição de poluentes;
- Módulo de escoamento superficial – simula o comportamento hidrológico das sub-bacias e a geração do escoamento;
- Módulo de águas subterrâneas – modela a infiltração, interagindo com o escoamento superficial e o transporte nos coletores;
- Módulo de transporte – representa a rede de drenagem, incluindo coletores, dispositivos de armazenamento, regulação e estruturas de tratamento.

Este modelo dinâmico de precipitação-escoamento é utilizado na gestão de sistemas de drenagem urbana e no apoio à decisão, permitindo a simulação da quantidade e da qualidade do escoamento gerado. O SWMM possibilita a análise de eventos pluviais isolados, bem como simulações contínuas de longo prazo, recorrendo a séries históricas de precipitação, sendo igualmente aplicável à modelação de sistemas de drenagem de águas residuais (Piqueiro, 2019).

As capacidades de modelação do programa incluem a simulação de precipitações variáveis no tempo, evaporação em reservatórios e superfícies estagnadas, infiltração em solos não saturados, percolação para aquíferos, captação e retenção de escoamentos em bacias de retenção, albufeiras e outros dispositivos de regularização. O SWMM permite acompanhar a evolução do escoamento e da qualidade da água em cada sub-bacia, bem como monitorizar a vazão, altura de escoamento e parâmetros de qualidade ao longo dos coletores e canais durante o período de simulação (Piqueiro, 2019).

No âmbito específico deste trabalho, recorre-se ao SWMM com o objetivo principal de modelar o comportamento hidráulico da rede de drenagem da bacia em estudo, avaliando a interceção de escoamentos excedentários que possam afluir indevidamente ao sistema. Através desta modelação, é possível analisar o impacto do escoamento superficial que contribui para a rede residual, bem como aferir a eficácia das estratégias de mitigação implementadas, com vista à redução de afluências indevidas, numa perspetiva quantitativa e qualitativa.

4.3. BACIA DE DRENAGEM NA FREGUESIA DE FÂNZERES

Este subcapítulo tem como objetivo caracterizar o caso de estudo desenvolvido nesta dissertação, focando-se na bacia de drenagem associada a uma pequena área da freguesia de Fânzeres. O trabalho foi realizado na bacia de Girassóis, que pertence ao subsistema do Freixo.

4.3.1. REDE DA BACIA DE DRENAGEM EM ESTUDO

A área em estudo localiza-se na bacia de Girassóis, uma bacia de dimensões reduzidas, predominantemente habitacional. A bacia abrange as imediações das ruas dos Girassóis, dos Cravos e das Hortênsias. Embora a ocupação urbana seja o uso dominante, a área integra um armazém de pequena dimensão, sem expressão industrial significativa. A bacia encontra-se adjacente a uma linha de água, o que confere particular importância à gestão da drenagem e potencia a ocorrência de afluências indevidas. A Bacia de Girassóis está representada na Figura 15.

A envolvente imediata da bacia apresenta um contraste de usos do solo, como uma malha urbana consolidada a Oeste da bacia e, a Este, uma área de uso misto, com algumas áreas de vegetação espontânea e campos agrícolas, que contribui para a degradação do solo e pode influenciar os padrões de infiltração.

A rede de drenagem em estudo desagua numa estação elevatória, responsável pelo redireccionamento do caudal para um coletor situado a montante da rede da bacia de Girassóis, integrando-se assim no sistema de saneamento municipal.



Figura 15 - Bacia de Girassóis.

A escolha da bacia de Girassóis como área de estudo deve-se a diversos fatores determinantes para a viabilidade da análise. A bacia apresenta uma área total de 2,82 hectares (28 168,55 m²), o que facilita a modelação e monitorização de fluxos. A dimensão reduzida e bem delimitada da área

permite uma abordagem mais precisa e detalhada. Além disso, todos os registos e informações relevantes foram obtidos através do cadastro atualizado disponibilizado pelas Águas de Gondomar, assegurando a fiabilidade dos dados. A disponibilidade de consumos de água e existência de um cadastro completo tornam possível a modelação integral da rede utilizando o software SWMM, permitindo assim a identificação e análise de potenciais afluências indevidas de forma eficiente.

Na Figura 16 apresenta-se a rede de drenagem da bacia de Girassóis, modelada no software SWMM. Esta representação serviu de base para a realização de todos os cálculos e simulações necessários ao estudo, permitindo a análise detalhada do comportamento hidráulico da rede e a identificação de eventuais afluências indevidas.



Figura 16 – Rede escolhida para a quantificação de afluências indevidas (Bacia de Girassóis).

Nesta bacia existiu uma fossa séptica que foi desativada, pelo que a rede de drenagem caracteriza-se pela coexistência de coletores antigos e recentes. Os coletores mais antigos, predominantemente em grés cerâmico, foram amplamente utilizados devido à sua resistência à abrasão e durabilidade. O material dos novos troços instalados é o propileno corrugado. Este material mais leve, flexível e resistente a agressões químicas, não só aumenta a eficiência hidráulica, como também facilita a sua instalação, contribuindo para a melhoria global da rede.

A extensão total da rede em estudo é de aproximadamente 541.21 metros, com coletores de diâmetro nominal de 200 mm. No entanto, os diâmetros interiores variam entre 180 e 200 mm, consoante os materiais considerados, o troço e a capacidade de escoamento necessária. A rede é composta por 23 câmaras de visita, podendo ser observadas na Figura 16, com as respetivas identificações.

Na Tabela 5, apresenta-se um resumo das características dos coletores da bacia, em toda a sua extensão.

Tabela 5 - Características dos Coletores.

Coletor	Material	Rugosidade [n]	Diâmetro Interior [mm]	Comprimento [m]
1250727	Grés Cerâmico	0.014	200	53.88
1250724	Grés Cerâmico	0.014	200	54.3
1250723	Grés Cerâmico	0.014	200	50.88
1259072	Grés Cerâmico	0.014	200	11.05
1259073	Polipropileno Corrugado	0.011	180	8.06
1259071	Polipropileno Corrugado	0.011	180	31.17
1259070	Polipropileno Corrugado	0.011	180	8
1259067	Polipropileno Corrugado	0.011	180	20.27
1259066	Polipropileno Corrugado	0.011	180	24.26
1259065	Polipropileno Corrugado	0.011	180	21.46
1258846	Polipropileno Corrugado	0.011	180	18.07
1251437	Grés Cerâmico	0.014	200	31.15
1251438	Grés Cerâmico	0.014	200	31.8
1258748	Polipropileno Corrugado	0.011	180	11.92
1259069	Polipropileno Corrugado	0.011	180	47.12
1258747	Polipropileno Corrugado	0.011	180	14.34
1258746	Polipropileno Corrugado	0.011	180	14.12
1258745	Polipropileno Corrugado	0.011	180	15.78
1258744	Polipropileno Corrugado	0.011	180	13.61
1258743	Polipropileno Corrugado	0.011	180	23.49
1258742	Polipropileno Corrugado	0.011	180	21.18
1258741	Polipropileno Corrugado	0.011	180	15.3

4.4. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DE GIRASSÓIS

4.4.1. FASE INICIAL – VISITA AO LOCAL E INSTRUMENTAÇÃO UTILIZADA

Numa fase inicial do estudo da bacia de Girassóis, foi realizada uma visita ao local com o objetivo de complementar a análise teórica com observações diretas. Durante esta visita, procedeu-se à abertura das câmaras de visita, permitindo a inspeção visual das infraestruturas e a instalação de medidores de nível em pontos estratégicos da rede. A visita revelou-se essencial para obter uma percepção mais aprofundada das condições reais da área em estudo, permitindo a identificação de pormenores que, de outra forma, não seriam visíveis através de análise remota. Durante a visita, foi também possível registar visualmente um medidor de nível, conforme ilustrado na Figura 17.

A rede de drenagem em estudo está equipada com dois medidores de nível instalados nas câmaras de visita identificadas pelos códigos 1235121 e 1235114.



Figura 17 - Câmara de visita 1235114, com instalação de medidor de nível.

Adicionalmente, encontra-se um caudalímetro localizado no ponto final da rede (CV: 1235107). Os dados de caudal foram obtidos através desse caudalímetro eletromagnético de secção cheia (marca *Krhone*, modelo *Waterflux*), instalado na conduta elevatória a jusante da estação elevatória dos Girassóis. Esta estação opera como um sistema DIP (Direct In-Line Pump System), que se distingue por não possuir poço de bombagem nem gradagem (Figura 18). O sistema permite que as águas residuais se acumulem diretamente na tubagem de chegada, onde está instalada uma sonda hidrostática. O acionamento das bombas é realizado de acordo com os parâmetros previamente configurados, assegurando o funcionamento eficiente do sistema em resposta às variações de nível detetadas.

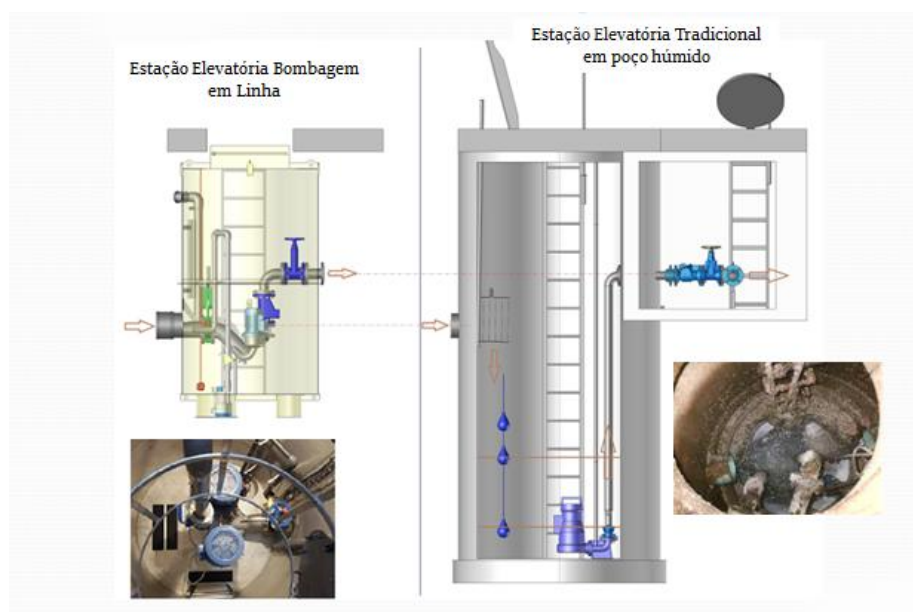


Figura 18 – Exemplos de sistemas DIP e de poço tradicional (estação elevatória DIP no esquema da esquerda e poço tradicional no esquema da direita).

Esta instrumentação permite monitorizar o comportamento hidráulico da rede, fornecendo dados essenciais para a análise de afluências indevidas e para a calibração do modelo no SWMM.

4.4.2. OBTENÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS PARA MODELAÇÃO INICIAL DO SWMM

Durante a primeira etapa, foram disponibilizados dados referentes aos consumos por ramal, discriminados para cada coletor da rede em estudo. Adicionalmente, foram fornecidos registos de precipitação desde o ano de 2017. Contudo, para o presente estudo, foram considerados apenas os dados a partir de 2023, uma vez que correspondem ao período fornecido relativo às medições de nível nas câmaras de visita correspondentes, através dos sensores instalados.

Os dados de precipitação, embora relevantes, não foram utilizados nas primeiras etapas de modelação. Inicialmente, o foco estava na inserção dos caudais associados às águas residuais domésticas, excluindo as contribuições pluviais. A precipitação foi incorporada em fases posteriores, durante o estudo das afluências indevidas, após a calibração do modelo para representar unicamente as águas de saneamento.

Este procedimento permitiu que o modelo desenvolvido no SWMM refletisse, numa primeira fase, o funcionamento normal da rede de drenagem sanitária, garantindo maior precisão na análise de afluências indevidas quando os dados pluviais forem integrados.

Assim, com base nos dados disponibilizados, procedeu-se à distribuição dos valores de consumo por ramal, alocando cada valor aos coletores correspondentes. Este processo permitiu a atribuição dos caudais a cada câmara de visita da rede. Dado que os consumos foram fornecidos em metros cúbicos por ano (m^3/ano), foi necessário efetuar a conversão para litros por segundo (L/s), de forma a viabilizar a introdução correta dos dados no SWMM.

Os valores de consumo por ramal encontram-se detalhados na Tabela apresentada no Anexo A.1. A partir desses valores, foi possível determinar os caudais correspondentes a cada coletor da rede em análise, os quais estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores dos Caudais, relativos aos consumos por coletor.

Coletor	Consumo por coletor [m³/ano]	Consumo por coletor [L/s]
1250727	1322	0.041920345
1250724	1591	0.050450279
1250723	2974	0.094304921
1259072	392	0.012430238
1259073	11	0.000348808
1259071	260	0.008244546
1259070	0	0
1259067	0	0
1259066	0	0
1259065	0	0
1258846	0	0
1251437	358	0.011352106
1251438	2012	0.063800101
1258748	0	0
1259069	75	0.002378234
1258747	0	0
1258746	0	0
1258745	0	0
1258744	0	0
1258743	244	0.007737189
1258742	0	0
1258741	0	0

Antes de proceder à inserção dos caudais no SWMM, é essencial considerar o Fator de Afluência (FA), conforme estipulado pelo Decreto-Lei nº23/95. Este fator, que varia entre 0,70 e 0,90 dependendo das características da rede e da área de estudo, deve ser definido inicialmente, pois impacta diretamente os valores de caudal a serem introduzidos no software. No caso específico em análise, inicialmente foi assumido um fator de 0,85 como referência padrão. No entanto, durante o processo de calibração, verificou-se que o valor de 0,90 proporcionava maior precisão e uma melhor adequação dos dados reais do projeto, especialmente ao comparar as saídas do modelo com as medições observadas no terreno. As Figuras 19 e 20 ilustram o que foi previamente explicado, sendo possível verificar a comparação entre os dois valores.

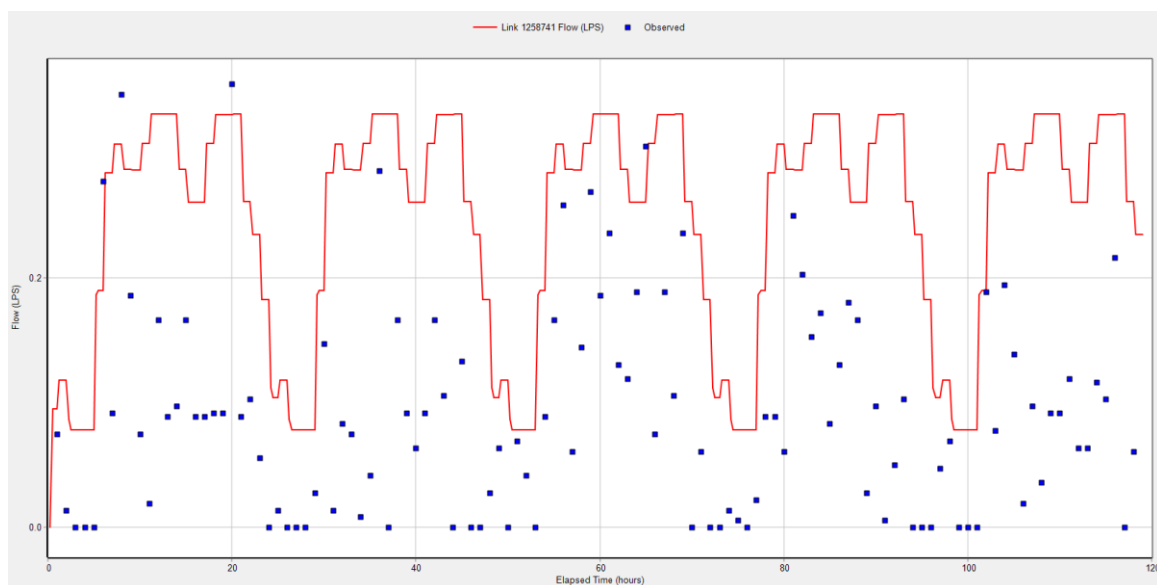


Figura 19 - Valores do caudal, considerando um fator de afluência de 0,85.

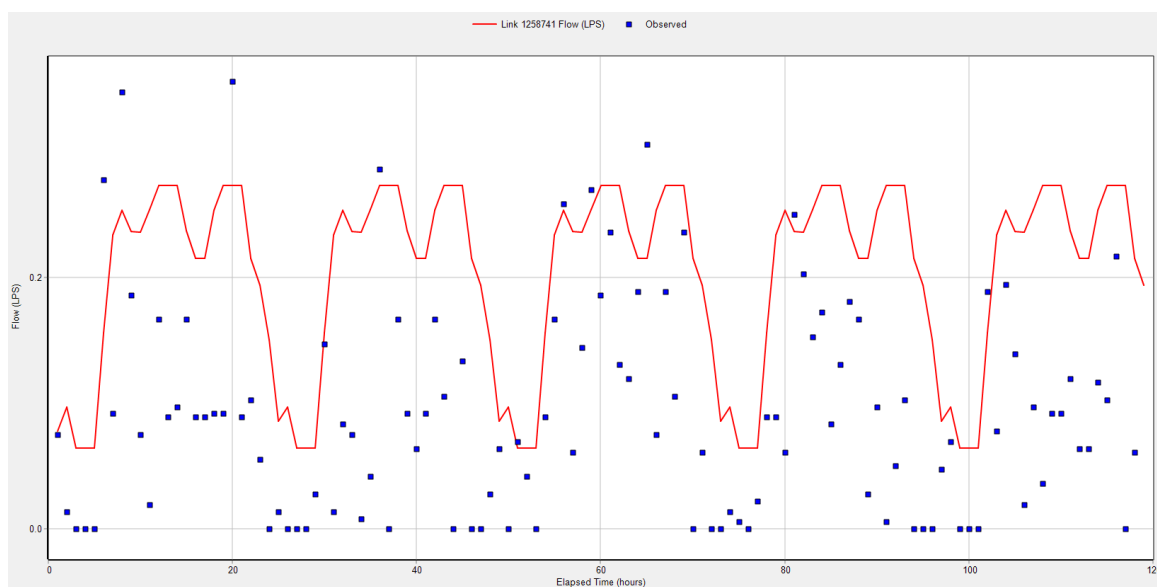


Figura 20 - Valores do caudal, considerando um fator de afluência de 0,90.

Além do FA, deve-se notar que a inserção dos valores de caudal no SWMM requer uma abordagem cuidadosa, especialmente devido ao facto de que o caudal inicial nunca será zero. Em situações em que as câmaras de visita não têm qualquer ligação anterior (câmaras de visita de cabeceira), o caudal inicial nunca deve ser considerado igual a 0 L/s, uma vez que isso não corresponde à realidade dos sistemas de saneamento, onde existe sempre algum fluxo residual, mesmo em condições de seca.

Com isso em mente, a distribuição do caudal em cada coletor foi ajustada conforme a proximidade de outras câmaras de visita. Especificamente, o caudal será distribuído da seguinte forma: 1/3 do caudal será associado à câmara de visita a montante, e 2/3 será associado à câmara de visita a jusante, refletindo a dinâmica do fluxo ao longo da rede.

Após a definição do Fator de Afluência e a distribuição dos caudais, os valores de caudal de águas de saneamento serão associados às câmaras de visita da rede. Esses valores devem ser inseridos na secção “Average Value (LSP)” na área “Inflow” do software, especificamente no campo “Dry Weather”. A Figura 21 ilustra este processo, mostrando como os caudais devem ser adicionados no campo “Dry Weather”, que representa o caudal de base, especialmente durante períodos secos, refletindo o fluxo residual diário da rede de saneamento. É importante referir que os valores de caudal introduzidos para cada câmara de visita são automaticamente somados pelo programa, permitindo a obtenção do caudal total ao longo da rede de drenagem de forma precisa e eficiente.

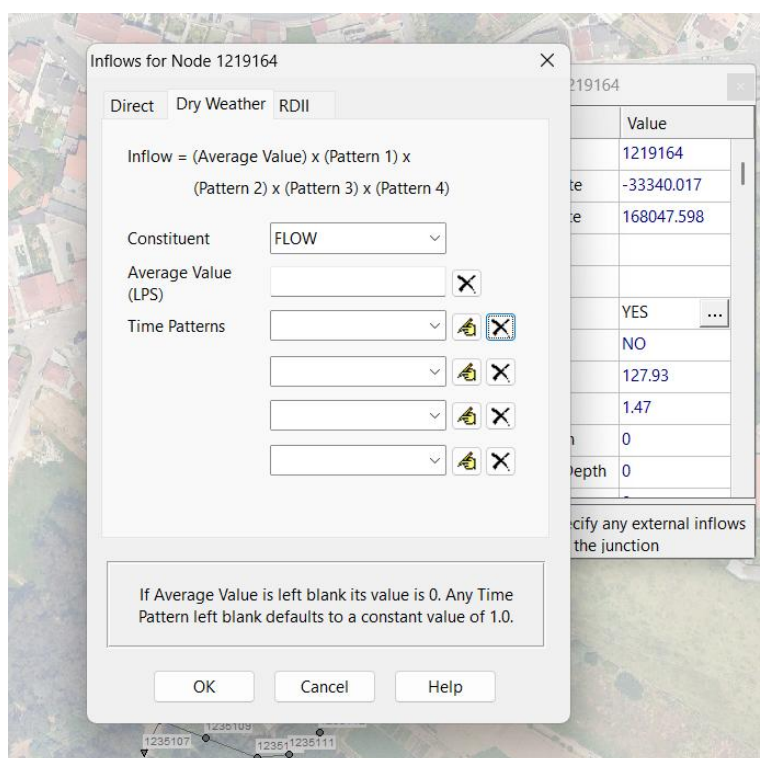


Figura 21 - Inserção dos caudais em "tempo seco", no SWMM.

A distribuição foi ajustada com base num padrão horário, o qual corresponde à zona dos Girassóis, refletindo a variação dos consumos ao longo do dia. Esse ajuste temporal é crucial para garantir que o modelo reflita adequadamente os picos e as quedas nos consumos de água, como as que ocorrem em horários de maior e menor utilização. Este padrão horário ajuda a simular, de forma mais precisa, o comportamento da rede ao longo de um ciclo diário.

O padrão horário foi fornecido pelas Águas de Gondomar, o qual pode ser observado na Tabela 7.

Tabela 7 - Padrão Horário associado ao "Dry Weather".

Hora	Padrão Horário
0	0.4
1	0.5
2	0.3
3	0.3
4	0.3
5	0.8
6	1.2
7	1.3
8	1.1
9	1.2
10	1.3
11	1.4
12	1.4
13	1.4
14	1.1
15	1
16	1
17	1.3
18	1.4
19	1.4
20	1.3
21	1
22	0.9
23	0.7

Posto isto, a Tabela 8 apresenta os valores dos caudais distribuídos pelas câmaras de visita correspondentes aos respetivos coletores. Estes valores foram calculados com base na distribuição do caudal entre as câmaras de visita a montante e a jusante, conforme explicado anteriormente, garantindo que o fluxo seja representado de forma realista na rede de saneamento.

Tabela 8 - Distribuição dos Caudais por câmaras de visita.

Coletores	CV Montante	CV Jusante	Consumo Coletor [L/s]	Contributo CV Montante [L/s]	Contributo CV Jusante [L/s]
1250727	1219164	1229195	0.041920345	0.013973448	0.027946897
1250724	1229195	1229193	0.050450279	0.01681676	0.033633519
1250723	1235134	1229193	0.094304921	0.031434974	0.062869948
1259072	1229193	1235122	0.012430238	0.004143413	0.008286826

1259073	1235122	1235121	0.000348808	0.000116269	0.000232538
1259071	1235121	1235120	0.008244546	0.002748182	0.005496364
1259070	1235120	1235119	0	0	0
1259067	1235119	1235118	0	0	0
1259066	1235118	1235117	0	0	0
1259065	1235117	1235116	0	0	0
1258846	1235116	1235113	0	0	0
1251437	1218735	1229199	0.011352106	0.003784035	0.00756807
1251438	1229199	1229294	0.063800101	0.0212667	0.042533401
1258748	1229294	1235115	0	0	0
1259069	1235115	1235114	0.002378234	0.000792745	0.00158549
1258747	1235114	1235113	0	0	0
1258746	1235113	1235112	0	0	0
1258745	1235112	1235111	0	0	0
1258744	1235111	1235110	0	0	0
1258743	1235110	1235109	0.007737189	0.002579063	0.005158126
1258742	1235109	1235108	0	0	0
1258741	1235108	1235107	0	0	0

Adicionalmente, a Tabela 9 apresenta os valores finais dos caudais a serem inseridos no SWMM, já considerando o Fator de Afluência (FA). Estes valores refletem a adaptação do caudal de acordo com a variação do FA, que foi ajustado durante a calibração do modelo, permitindo uma maior precisão nas simulações do sistema.

Tabela 9 - Caudal distribuído pelas CV's, tendo em consideração o Fator de Afluência.

CV	Soma Contributos ligados ao CV	Caudal por CV considerando FA [L/s]
1219164	0.013973448	0.012576104
1229195	0.044763656	0.040287291
1235134	0.031434974	0.028291476
1229193	0.10064688	0.090582192
1235122	0.008403095	0.007562785
1235121	0.00298072	0.002682648
1235120	0.005496364	0.004946728
1235119	0	0
1235118	0	0
1235117	0	0
1235116	0	0

1218735	0.003784035	0.003405632
1229199	0.028834771	0.025951294
1229294	0.042533401	0.038280061
1235115	0.000792745	0.00071347
1235114	0.00158549	0.001426941
1235113	0	0
1235112	0	0
1235111	0	0
1235110	0.002579063	0.002321157
1235109	0.005158126	0.004642314
1235108	0	0
1235107	0	0
Total	0.292966768	0.263670091

Assim, foram inseridos todos os dados no SWMM, associando cada caudal à respectiva câmara de visita, e o programa foi executado para a simulação do comportamento da rede.

Após a execução do programa, foi possível verificar os valores dos erros na simulação, chamados Erros de Continuidade, cujo valor foi de 1,51%, conforme observado na Figura 22.

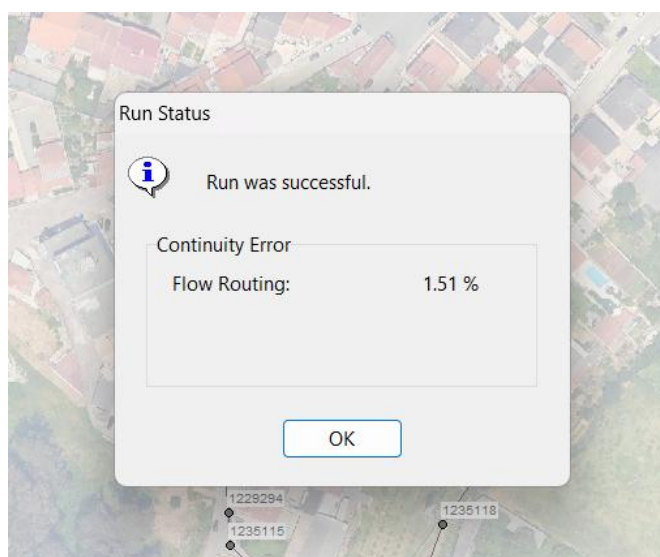


Figura 22 - Observação do Erro de Continuidade, no SWMM, em período seco.

De acordo com o manual do SWMM, um erro de continuidade de 0% indica que não há razão para preocupação. Valores de erro de continuidade inferiores a 1% são considerados excelentes, abaixo de 2% são classificados como ótimos, e valores abaixo de 5% são considerados bons, ou, pelo menos, aceitáveis, conforme os critérios de qualidade do modelo. No caso da simulação realizada, obteve-se um erro de continuidade de 1.51%, o que, de acordo com o manual, é classificado como um valor ótimo, refletindo a precisão do modelo dentro dos limites aceitáveis.

Para finalizar a análise referente ao regime de tempo seco, ou seja, considerando exclusivamente as águas residuais de saneamento, é necessário proceder à calibração do modelo. Dado que se trata de tempo seco, importa considerar os valores de caudal em períodos de ausência de precipitação. Assim, optou-se por selecionar como representativo do tempo seco o mês com temperaturas mais elevadas e menor precipitação, correspondendo este ao período de verão, designadamente o mês de agosto. Para tal, foi realizada uma análise dos meses de agosto dos anos de 2023 e 2024. A partir dessa análise, procedeu-se à seleção de uma semana (de segunda a sexta-feira) cujo primeiro dia fosse precedido por, pelo menos, três dias sem precipitação.

As calibrações foram realizadas de forma a permitir a observação dos valores no SWMM, nos pontos equipados com medidores de nível, assim como no caudalímetro situado no final da rede. Os ficheiros de calibração foram introduzidos no SWMM, associando automaticamente os valores de nível observados às câmaras de visita correspondentes, de forma a refletir os níveis de águas residuais nas referidas câmaras. No entanto, o caudal foi analisado no coletor imediatamente anterior à estação elevatória, dado que o SWMM apenas calcula o caudal nos “Links” (ou seja, nos coletores).

Assim, após a análise dos dados fornecidos, as semanas selecionadas para a obtenção dos valores mais representativos de tempo seco para a calibração foram:

- De 7 a 11 de agosto de 2023;
- De 5 a 9 de agosto de 2024;
- De 12 a 16 de agosto de 2024;
- De 19 a 23 de agosto de 2024.

Os valores fornecidos pelas Águas de Gondomar, relativos aos níveis e caudais das semanas escolhidas, podem ser consultados no Anexo A.2. Posto isto, foram criados ficheiros de calibração para cada semana, contendo os valores de caudal hora a hora, durante a semana considerada, com os dados deste anexo, de forma a possibilitar a análise e a seleção da semana mais apropriada. A seleção da semana considerou os valores dos níveis, no entanto, a prioridade foi dada aos valores do caudal, visto serem mais determinantes para uma calibração mais precisa. Os valores do caudal podem ser observados nas figuras seguintes (23, 24, 25 e 26).

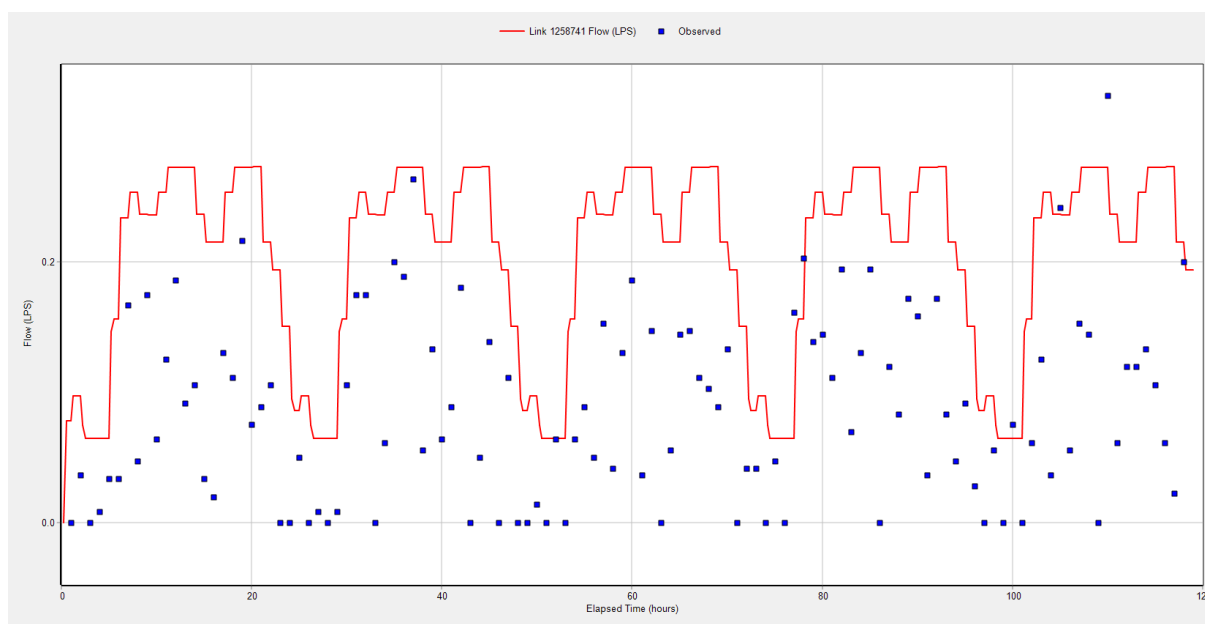


Figura 23 - Gráfico do caudal gerado pelo SWMM, semana de 7 a 11 de agosto de 2023.

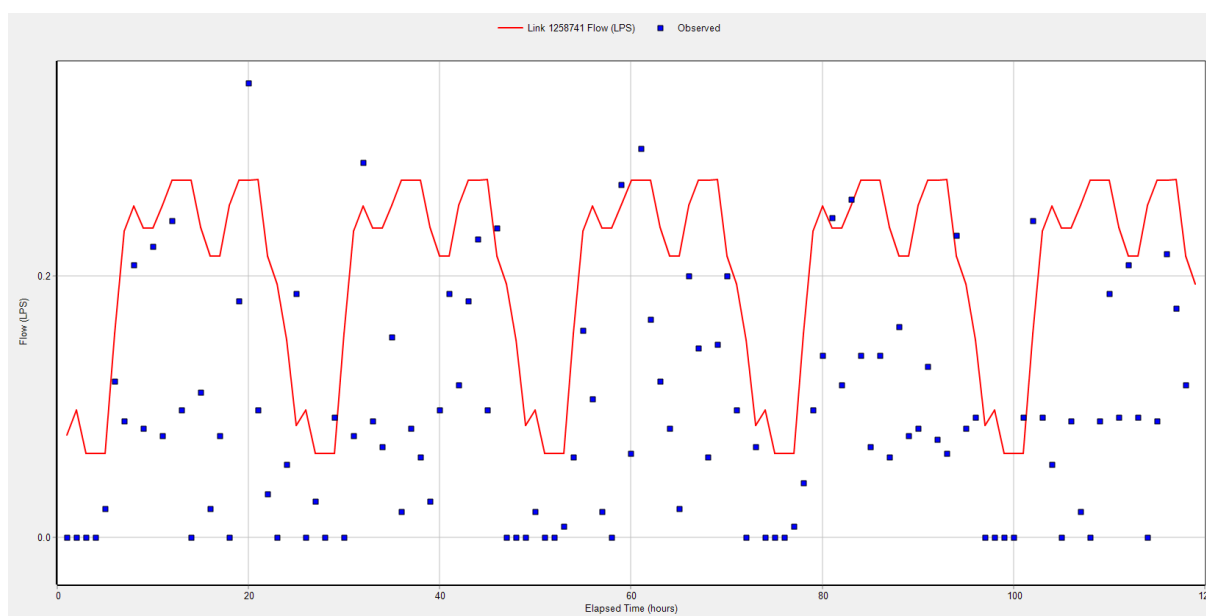


Figura 24 -Gráfico do caudal gerado pelo SWMM, semana de 5 a 9 de agosto de 2024.

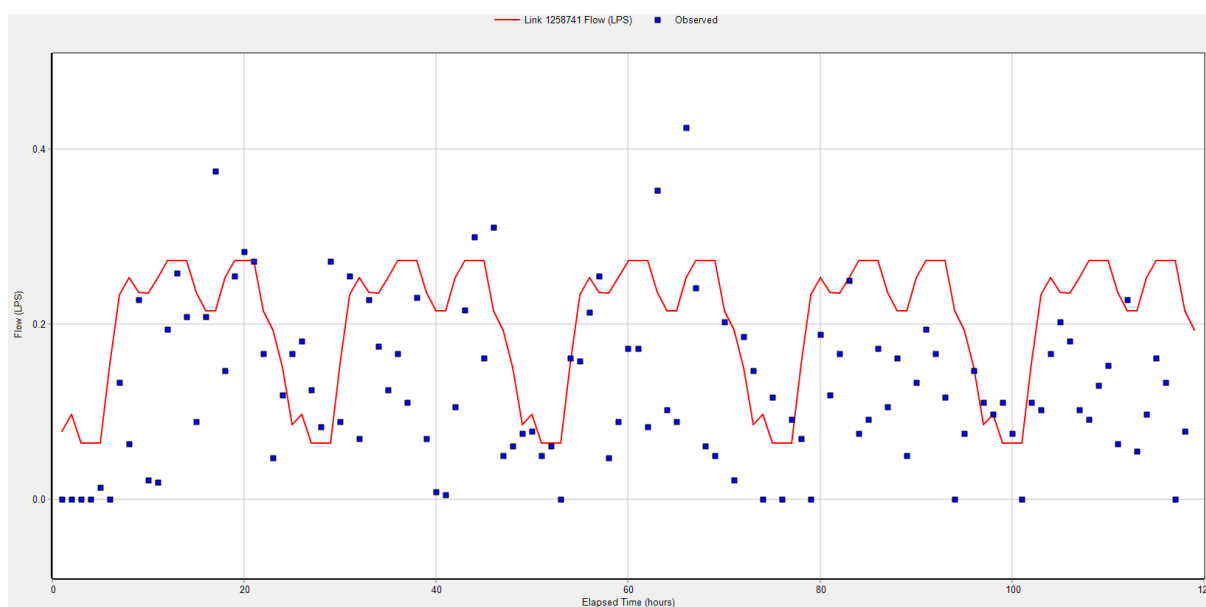


Figura 25- Gráfico do caudal gerado pelo SWMM, semana de 12 a 16 de agosto de 2024.

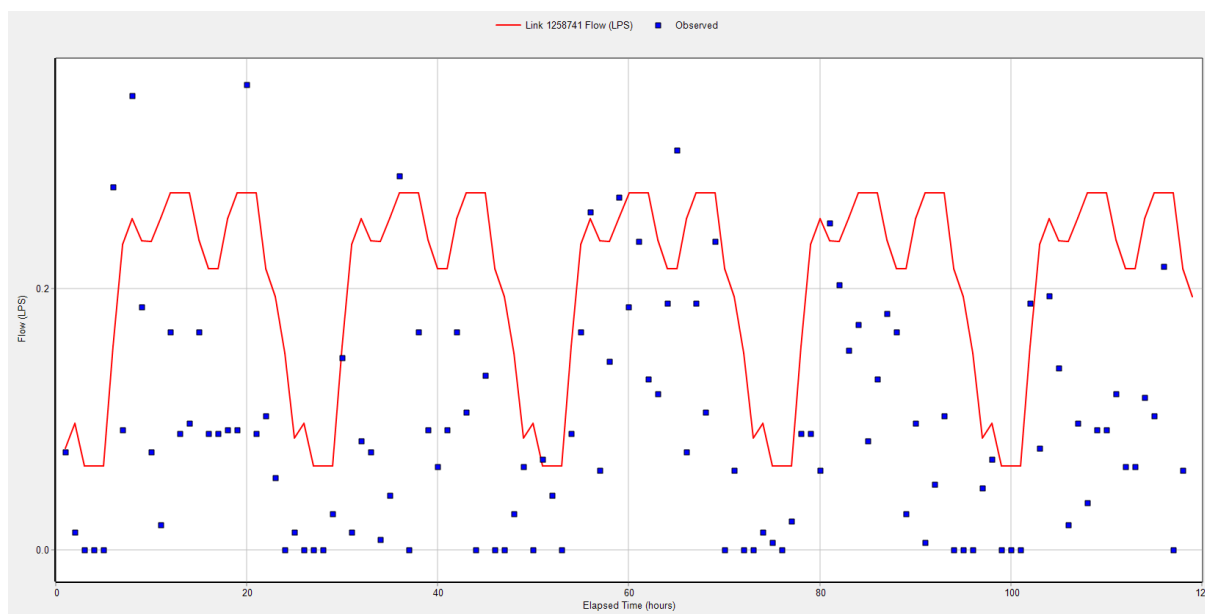


Figura 26 – Gráfico do caudal gerado pelo SWMM, semana de 19 a 23 de agosto de 2024.

Após a execução do programa para cada uma das semanas, os erros observados nas três primeiras semanas foram iguais, com um valor de 1,19%. Por outro lado, a semana de 19 a 23 de agosto de 2024 apresentou um erro de continuidade ligeiramente inferior, de 1,18%. A semana de 19 a 23 de agosto é a que é precedida pelo maior número de dias secos seguidos (17 dias). Assim, a semana de 19 a 23 de agosto de 2024 foi selecionada como a semana, representativa do período seco, para efeitos de calibração. Os valores obtidos através do SWMM, referentes à semana considerada para o regime de tempo seco, tanto para o caudal como para o nível, encontram-se apresentados no Anexo A.3.

Para uma melhor calibração, os valores de erro de continuidade devem ser os menores possíveis, e o gráfico deve refletir a realidade da forma mais precisa. No entanto, foi possível ajustar alguns parâmetros no SWMM para melhorar a calibração. Procedeu-se à verificação do fator de afluência, à análise da adequação da distribuição dos caudais, à avaliação da rugosidade dos coletores, entre outros. Conforme referido anteriormente, e após a verificação semanal, o Fator de Afluência foi ajustado de 0,85 para 0,90.

No presente trabalho, optou-se por ajustar também o coeficiente de rugosidade de Manning (n) no SWMM, uniformizando os valores inicialmente atribuídos (0.011 e 0.014) para 0.026 em todos os coletores da rede. Este ajuste teve como objetivo melhorar a calibração do modelo e aproximar os resultados simulados às condições observadas ou esperadas. A alteração dos valores de Manning foi baseada na tabela apresentada na Figura 27.

Conduit Material	Manning n
Asbestos-cement pipe	0.011 - 0.015
Brick	0.013 - 0.017
Cast iron pipe - Cement-lined & seal coated	0.011 - 0.015
Concrete (monolithic) - Smooth forms - Rough forms	0.012 - 0.014 0.015 - 0.017
Concrete pipe	0.011 - 0.015
Corrugated-metal pipe (1/2-in. x 2-2/3-in. corrugations) - Plain - Paved invert - Spun asphalt lined	0.022 - 0.026 0.018 - 0.022 0.011 - 0.015
Plastic pipe (smooth)	0.011 - 0.015
Vitrified clay - Pipes - Liner plates	0.011 - 0.015 0.013 - 0.017

Figura 27 - Intervalo de valores de Manning, n, e materiais correspondentes.

A alteração do coeficiente de rugosidade, embora não corresponda a modificações físicas na infraestrutura real, foi considerada uma abordagem válida no contexto da modelação, uma vez que permitiu obter simulações mais fiáveis e coerentes com os dados disponíveis. Este processo é comum em estudos hidráulicos, onde a calibração de parâmetros como a rugosidade é essencial para garantir a qualidade das previsões.

Importa, no entanto, salientar que este tipo de ajuste implica desvios em relação à realidade física dos coletores. Um coeficiente de rugosidade mais elevado reduz a velocidade de escoamento e pode impactar a capacidade hidráulica da rede, o que exige uma análise criteriosa dos resultados obtidos. Nesse sentido, foi realizada uma validação detalhada do modelo, comparando os resultados simulados com dados reais, para garantir que as alterações introduzidas eram adequadas e não comprometeriam as conclusões do estudo.

A análise dos gráficos gerados pelo modelo demonstrou que, após a alteração dos valores do fator de afluência e rugosidade, os resultados simulados apresentaram melhorias significativas na previsão dos níveis de água nos coletores, assim como os valores de caudal, evidenciando uma maior aproximação aos valores reais.

Após as alterações realizadas no processo de calibração do programa, foi possível alcançar uma redução significativa do erro de continuidade, que passou para 1,13%. Este resultado reflete a eficácia das mudanças implementadas, nomeadamente a adequação dos valores do Fator de Afluência e da rugosidade.

Nas imagens apresentadas a seguir (Figuras 28 e 29), encontram-se os gráficos que ilustram a evolução dos caudais e dos níveis de água residual no sistema, comparando as condições antes e depois do processo de calibração. Esses gráficos evidenciam as diferenças obtidas com a alteração dos parâmetros mencionados, demonstrando a melhoria no desempenho e na representatividade do modelo em relação às condições reais na rede.

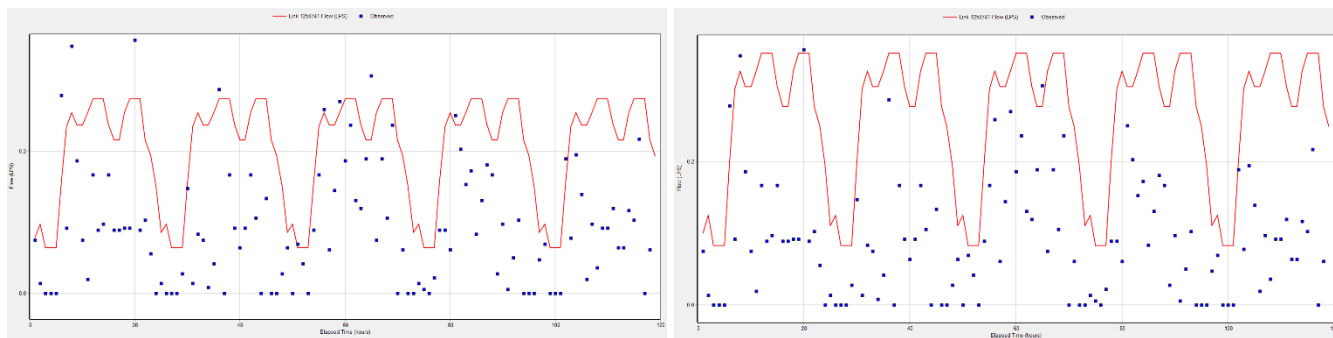


Figura 28 - Gráficos do caudal (eixo y) em função do tempo (eixo x), antes e após a calibração (lado esquerdo e direito, respectivamente).

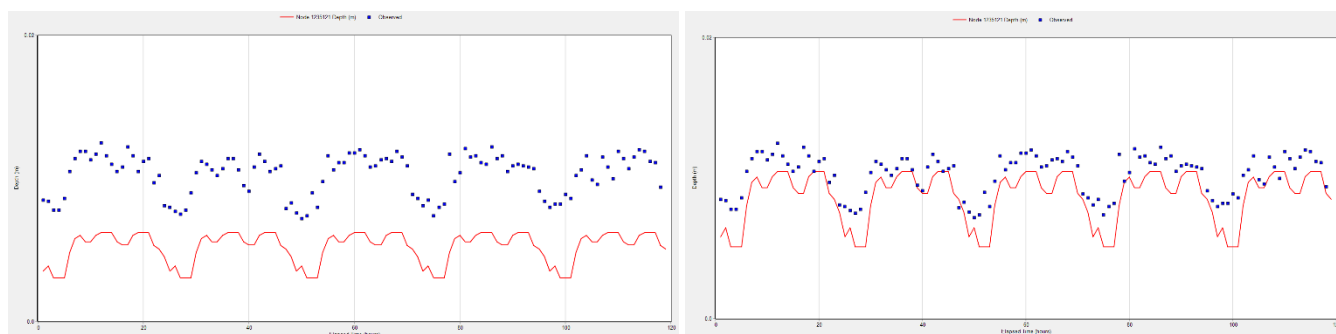


Figura 29 - Gráficos de nível (eixo y) em função do tempo (eixo x), na câmara de visita 1235121, antes e após a calibração (lado esquerdo e direito, respectivamente).

Os dados de nível considerados mais consistentes e representativos para a análise, assim como para a calibração, são os obtidos através do equipamento de medição que se encontra instalado na câmara de visita 1235121. Nos períodos em análise, verificou-se a existência de valores muito elevados na câmara de visita 1235114, devido à acumulação de resíduos provocada pela redução da velocidade.

A razão pela qual nos gráficos dos caudais, os valores observados se encontrarem tão dispersos, deve-se ao local de instalação do caudalímetro. No contexto de uma estação elevatória com sistema DIP (Direct In-Line Pump System), o caudalímetro encontra-se instalado na conduta elevatória de águas residuais. As bombas do sistema DIP elevam as águas residuais diretamente a partir da tubagem de chegada, desde que um nível mínimo de água seja detetado. A sonda hidrostática instalada na tubagem de chegada é usada para monitorizar a pressão do líquido dentro da tubagem.

Quando a água residual se acumula na tubagem de chegada até alcançar um nível mínimo, a sonda hidrostática deteta este nível e aciona as bombas. As bombas então entram em funcionamento

e transportam a água residual através da conduta elevatória. Este processo de bombagem pode causar variações no fluxo que são refletivas nos valores de caudal medidos pelo caudalímetro.

Estas variações podem resultar em picos e quedas nos valores de caudal, criando um gráfico de caudal disperso. As variações no caudal são normais em sistemas onde a bombagem não é contínua e ocorre em intervalos, dependendo do nível da água na tubagem.

Como se pode observar na Figura 30, após a união dos pontos correspondentes aos valores de caudal observados no caudalímetro de girassóis, é possível verificar a confirmação do que foi anteriormente afirmado.

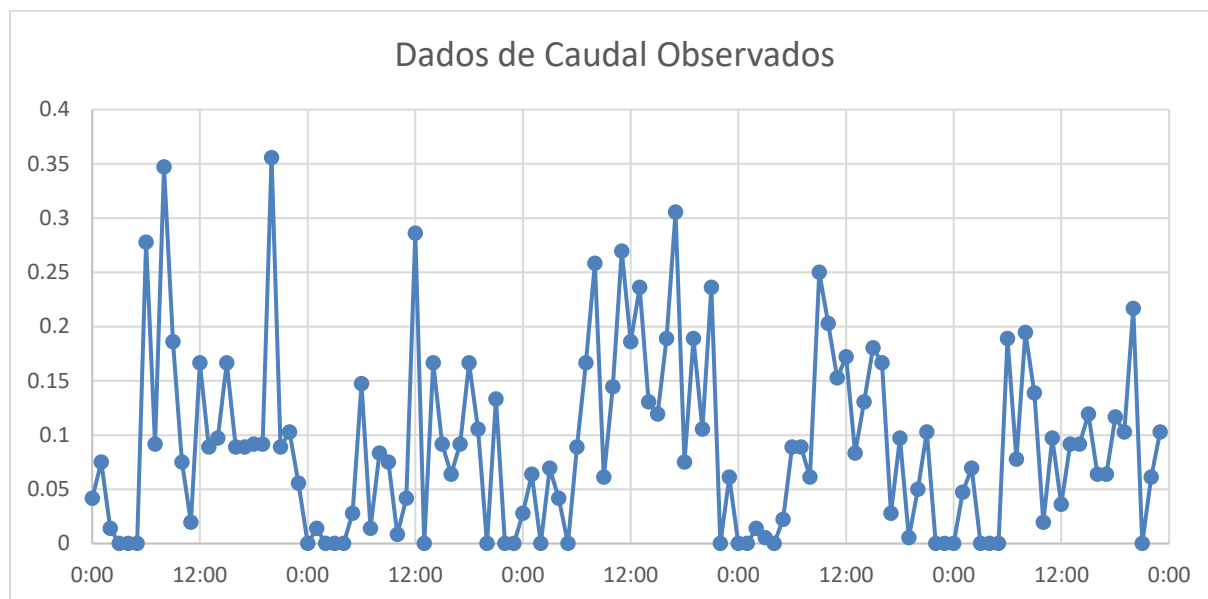


Figura 30 – Gráfico relativo às variações no fluxo que são refletivas nos valores de caudal medidos pelo caudalímetro, na estação elevatória.

Embora a configuração das definições de uma bomba no programa SWMM possa ser um passo relevante para a modelação de sistemas de drenagem com estações elevatórias, no presente trabalho tal procedimento não foi realizado. Ainda assim, é importante destacar que o SWMM permite a simulação detalhada das bombas, sendo possível configurar curvas de desempenho que relacionam a vazão com a altura manométrica, além de definir regras operacionais baseadas em níveis de água, horários ou outros parâmetros específicos. No caso dos sistemas como o DIP, as bombas operam de forma intermitente, dependendo do nível de água na tubagem de chegada. Essas características podem ser representadas no SWMM por meio de curvas de bombeamento e regras de controle, refletindo o comportamento operacional da estação elevatória.

Embora não seja um processo extremamente complicado, inserir as informações de uma bomba no SWMM pode exigir tempo e atenção, especialmente em sistemas mais complexos ou com operações específicas, como o DIP.

Finalmente, com o programa devidamente calibrado, assim como todos os detalhes revistos, torna-se necessário iniciar o processo de introdução da precipitação no SWMM, com o objetivo de estudar as afluências indevidas.

4.5. SIMULAÇÃO DE AFLUÊNCIAS INDEVIDAS

4.5.1. ESTUDO E PRÉ-TRATAMENTO DE DADOS

As afluências indevidas, como referido em capítulos anteriores, referem-se a caudais não desejados que ingressam nos sistemas de drenagem de águas residuais, especialmente em redes separativas. Estas entradas podem sobrecarregar as estruturas, comprometendo a sua eficiência e aumentando os custos operacionais. Existem dois tipos principais de afluências indevidas: as infiltrações e as afluências diretas.

No presente caso de estudo, a tipificação destas afluências foi realizada de acordo com o critério estabelecido pela FEUP, conforme explicado no Capítulo 3. Neste contexto, as infiltrações indevidas são definidas como as águas que ingressam nos sistemas de drenagem de águas residuais provenientes de várias origens, incluindo lençóis freáticos, fissuras e outros defeitos na rede, bem como ligações indevidas de coletores de águas pluviais. Estas infiltrações entram diretamente na rede, comprometendo a estabilidade hidráulica e estrutural. Estas entradas podem ocorrer por via de ligações prediais mal efetuadas ou coletores danificados.

No caso da rede de Girassóis, foi possível aplicar o método do teste de fumos para identificar e localizar eventuais afluências indevidas antes da introdução dos dados de águas pluviais no modelo SWMM.

Após a realização dos testes de fumos, foram identificadas cinco habitações com potencial ocorrência de afluências indevidas na rede de saneamento. Contudo, é importante considerar que outros problemas estruturais podem estar na origem dessas anomalias, como, por exemplo, fissuras e rachaduras nos coletores, erosão e abrasão de materiais ou deficiências na construção.

Diante estas possibilidades, torna-se essencial agendar uma fiscalização detalhada ao local para avaliar a integridade da rede de saneamento, identificar a origem das anomalias e determinar as medidas corretivas necessárias.

Nas Figuras 31, 32 e 33, apresentam-se as cinco habitações com possível ocorrência de afluências indevidas, identificadas na Rua dos Cravos, Rua das Hortências e Rua dos Girassóis.



Figura 31 - Afluências indevidas identificadas na Rua dos Cravos, com recurso ao teste de fumos.



Figura 32 - Afluência indevida identificada na Rua das Hortênsias, com recurso ao teste de fumos.



Figura 33 - Afluência indevida identificada na Rua dos Girassóis, com recurso ao teste de fumos.

Após a identificação das possíveis afluências indevidas, foi realizada uma visita ao local para inspeção das redes prediais. Contudo, não foi possível inspecionar quatro das cinco habitações identificadas. Na quinta habitação (localizada na Rua dos Cravos), entretanto, foi confirmada a existência de uma ligação indevida. É importante salientar que muitas habitações presentes na rede são de construção mais antiga, o que pode justificar a ausência de intervenções necessárias para a separação entre as águas residuais e as águas pluviais.

Tendo em conta a identificação dos locais com possíveis afluências indevidas, torna-se necessário proceder à análise dos dados fornecidos pelas Águas de Gondomar. Essa análise inclui a avaliação dos registos de precipitação ocorrida na área em estudo, bem como a verificação dos

caudais e dos valores de nível observados em dias com ocorrência de precipitação. Uma análise mais aprofundada destes aspetos será apresentada no subcapítulo seguinte.

4.5.2. TRATAMENTO DE DADOS

Para o estudo das afluências indevidas com recurso à ferramenta SWMM, foi necessário analisar os registos de precipitação, caudais e valores de nível. Nesse sentido, e visando uma melhor avaliação da ocorrência de afluências indevidas na bacia de Girassóis, foram seleccionadas duas semanas com registos de precipitação. Assim, os eventos de precipitação foram escolhidos considerando: uma semana com chuva durante o inverno (entendido como o período entre janeiro e março, assim como com o maior valor de pluviosidade) e uma semana imediatamente após um período de tempo seco de verão, neste caso, após o mês de agosto.

As semanas consideradas para os efeitos mencionados anteriormente foram: a semana de 5 a 9 de fevereiro de 2024, representativa do período de inverno, e a semana de 23 a 27 de setembro de 2024, imediatamente posterior à semana de tempo seco.

Deste modo, os dados de precipitação relativos às semanas mencionadas encontram-se apresentadas na tabela no Anexo A.4, bem como nas figuras seguintes (Figuras 34 e 35), que ilustram de forma detalhada esses dados para análise.

Os valores mais elevados de precipitação correspondem à semana de setembro, após o período seco, com destaque para um dia em que a precipitação ultrapassou os 10 mm (26 de setembro de 2024). Já os valores da semana de fevereiro, embora inferiores, caracterizam-se por uma chuva mais intensa concentrada num único dia (9 de fevereiro de 2024).



Figura 34 - Gráfico da precipitação (em mm, no eixo dos yy) em função do tempo, ao longo da semana de 5 a 9 de fevereiro de 2024 (em horas, no eixo dos xx).



Figura 35 - Gráfico da precipitação (em mm, no eixo dos yy) em função do tempo, ao longo da semana de 23 a 27 de setembro de 2024 (em horas, no eixo dos xx).

Com base nos dados de precipitação, nos valores de caudal iniciais referentes à semana de tempo seco e nos respetivos valores de nível, tornou-se possível proceder à introdução dos dados relativos às águas pluviais no modelo SWMM.

4.5.3. INTRODUÇÃO DA PRECIPITAÇÃO NO SWMM

Para integrar os dados de precipitação no modelo SWMM, é necessário utilizar a rede já existente, tendo por base o ficheiro original, ao qual se associa o ficheiro que contém os dados das águas residuais previamente introduzidos e calibrados. Nesta rede, para iniciar a introdução dos dados de precipitação, torna-se necessário criar sub-bacias de drenagem. Essas sub-bacias, designadas como *subcatchments* no SWMM, correspondem às cinco habitações identificadas através do teste de fumos, mencionadas anteriormente. Adicionalmente, é fundamental considerar o volume de áreas verdes circundantes aos coletores, especialmente nas proximidades do curso de água existente na zona, reconhecido como uma potencial área suscetível a infiltrações.

Deste modo, e dando início ao processo descrito, foram criadas as bacias ilustradas na Figura 36. Estas foram divididas em quatro sub-bacias associadas às habitações e uma sub-bacia correspondente à área verde. As sub-bacias associadas às habitações totalizam quatro, em vez de cinco, dado que duas das habitações em consideração correspondem a casas geminadas. Para efeitos do presente trabalho, não há impacto em considerá-las juntas, uma vez que estão associadas à mesma câmara de visita, pelo que foram agrupadas e representadas como uma única sub-bacia.

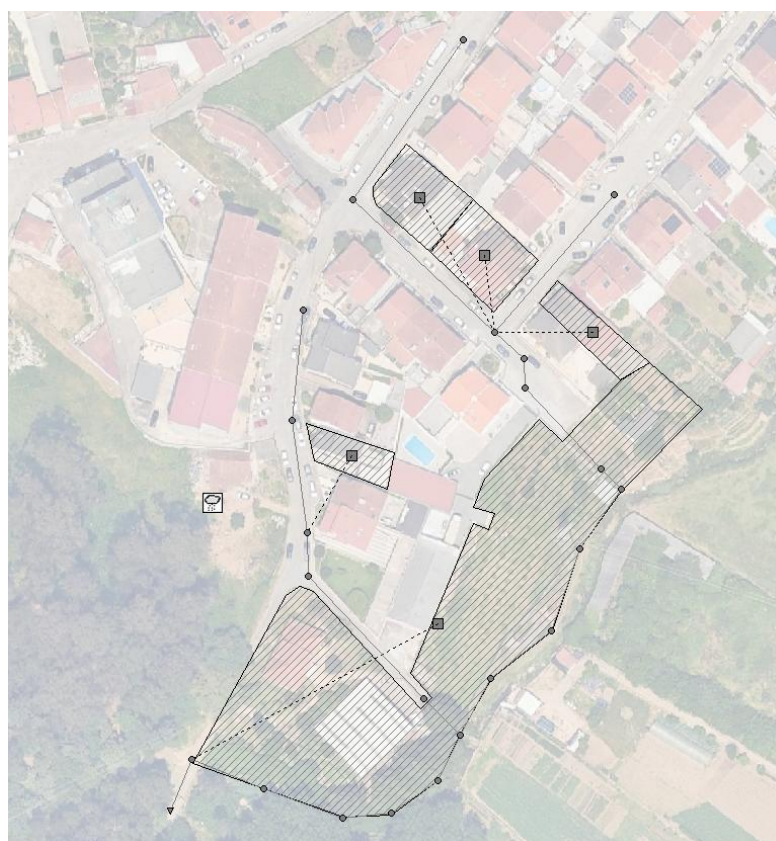


Figura 36 – Bacia de Girassóis, SWMM, com as sub-bacias associadas às possíveis afluências indevidas.

Além da criação das bacias de drenagem, foi necessário configurar um udómetro no modelo, no qual se inseriu toda a precipitação correspondente às semanas de fevereiro e de setembro, cujos dados estão apresentados no Anexo A.4.

Após a delimitação das sub-bacias de drenagem, foi necessário atribuir as características específicas a cada *subcatchment*. Para tal, deve-se identificar a câmara de visita correspondente a cada bacia, sendo esta a localizada a jusante do ramal associado a cada habitação. Adicionalmente, foi essencial introduzir os valores das áreas correspondentes a cada bacia, bem como os respectivos valores de impermeabilidade.

Com base nas coordenadas extraídas do cadastro, a rede foi desenhada no SWMM. Para uma análise mais detalhada das áreas de cada habitação e da área verde, os dados de áreas e perímetros foram verificados utilizando a ferramenta do Google Earth. Os valores correspondentes às características de cada sub-bacia, incluindo o nome de cada subcatchment e a câmara de visita associada, estão apresentadas na tabela seguinte.

Tabela 10 - Características de cada sub-bacia.

Sub-bacia	Nó (associado)	Área (m ²)	Área (hectares)	Perímetro	Área Impermeável	Largura (m)
S1	1229193	439.05	0.04	83.6	90%	18.47
S2	1229193	448.17	0.04	85.42	90%	18.67
S3	1229193	298.91	0.03	85.26	90%	10.31

S4	1229294	215.57	0.02	67.67	90%	10.03
S5	1235108	5 429.52	0.54	464.89	20%	30.91

As bacias de drenagem, apresentadas na Figura 37, foram definidas considerando os elementos delineados no modelo.

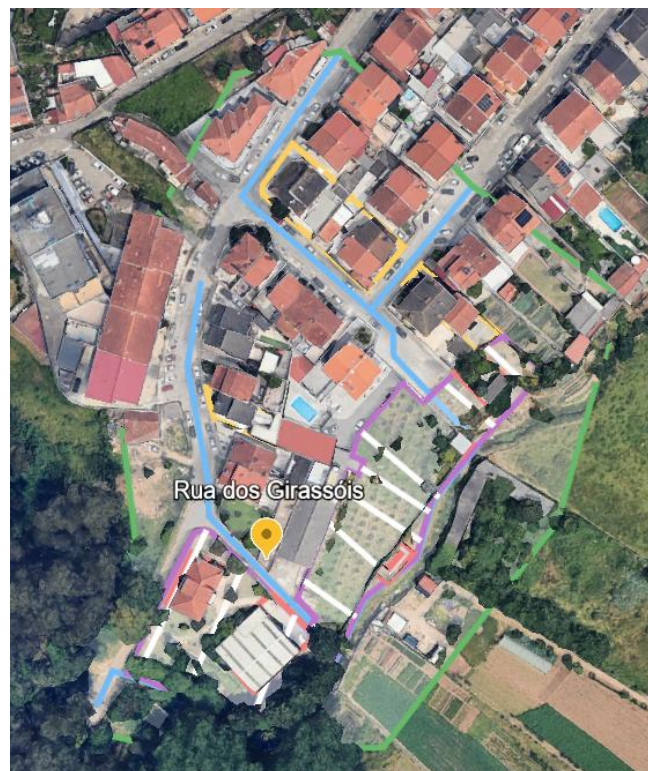


Figura 37 - Rede desenhada no Google Earth.

Com todos os dados necessários reunidos para iniciar a simulação no SWMM, tornou-se essencial inserir essas informações nos respectivos campos do modelo, de forma a garantir uma simulação mais precisa e eficaz.

Deste modo, após a introdução de cada característica nas respectivas bacias, foram criadas três “Time Series” (Séries Temporais) para associar os valores de precipitação às respectivas datas e horas. Embora fosse possível criar apenas uma série temporal, optou-se por criar três, com o objetivo de permitir uma calibração final mais precisa. A primeira série contém todos os dados, incluindo as semanas de setembro e de fevereiro. As outras duas séries foram elaboradas separadamente, com uma contendo apenas os dados da semana de fevereiro e a outra apenas os da semana de setembro, possibilitando uma análise mais detalhada. Contudo, a série temporal utilizada para a simulação será apenas a que inclui os dados combinados das duas semanas. Na fase final da simulação de uma série, é possível selecionar o intervalo de tempo necessário, de forma a otimizar a análise dos dados.

Ao editar as séries temporais, uma das razões para a criação de três séries foi permitir uma melhor verificação do modelo. Essa abordagem possibilitou a comparação dos resultados com os dados registrados numa folha Excel, garantindo que todos os valores foram inseridos corretamente.

Adicionalmente, os gráficos de precipitação gerados permitiram uma análise comparativa, como ilustrado nas Figuras 38 e 39.

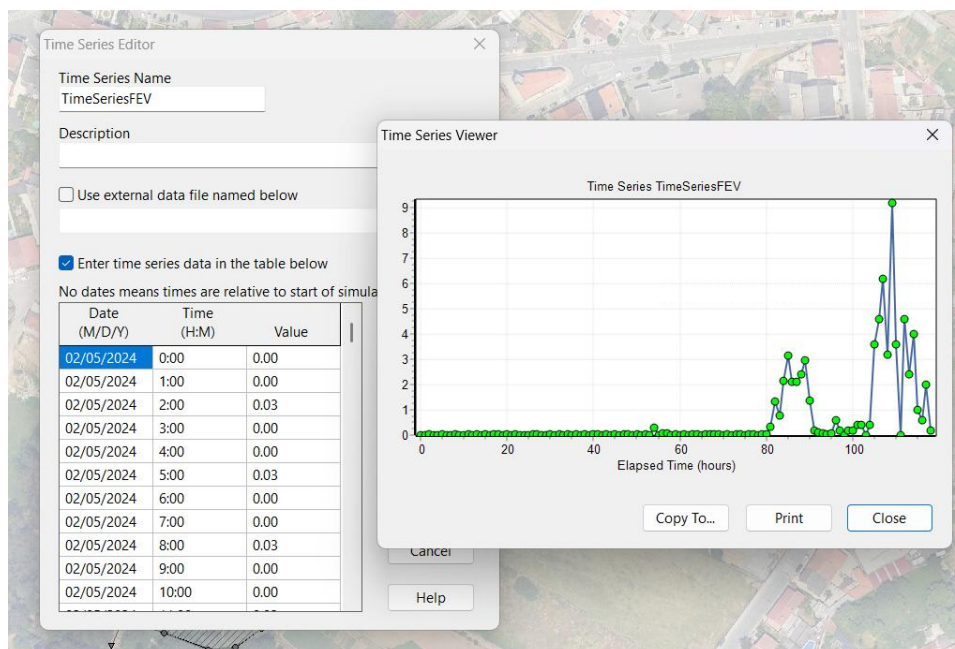


Figura 38 - Série temporal da semana de fevereiro, e respectivo gráfico da precipitação (SWMM).

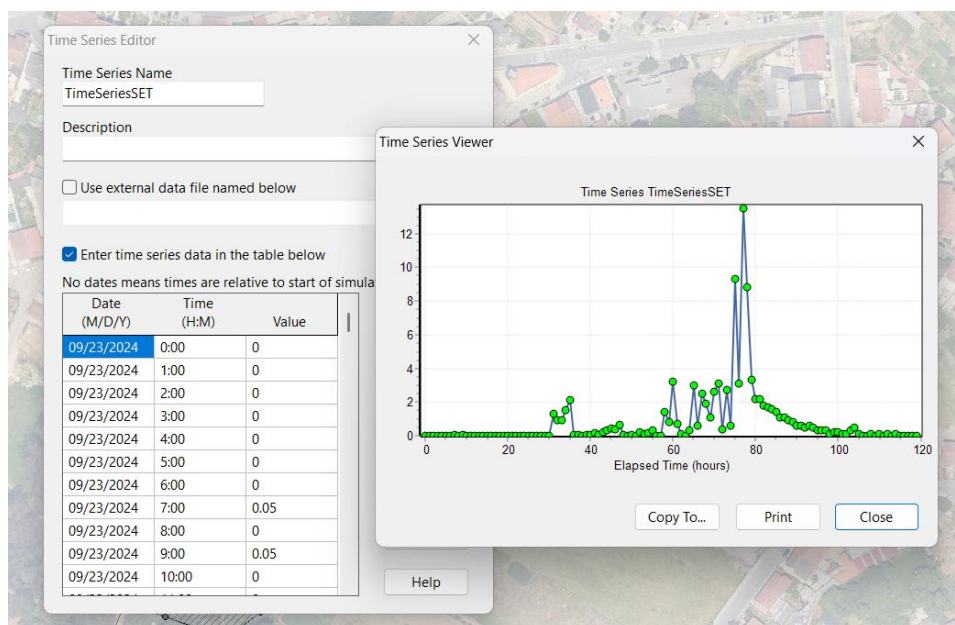


Figura 39 - Série temporal da semana de setembro, com respectivo gráfico de precipitação (SWMM).

Para associar as séries temporais à rede em estudo, foi necessário criar um udômetro (Figura 40), denominado "Rain Gage" no SWMM, onde se associou a série temporal relevante para a análise, neste caso, a série temporal 1, que inclui os dados das duas semanas. Durante as fases da

análise das semanas separadamente, o SWMM permite a escolha da semana a ser analisada, possibilitando, assim, o trabalho com todos os dados disponíveis.

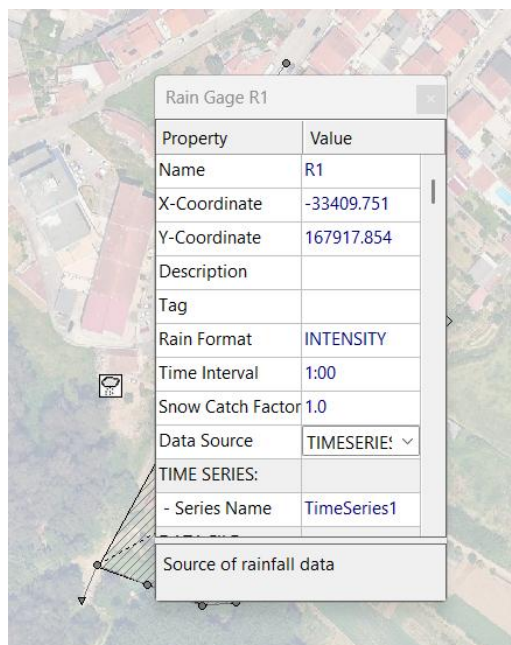


Figura 40 - Udômetro associado à bacia de drenagem em estudo.

Seguidamente, foi necessário definir o intervalo de tempo para a simulação no SWMM, tendo-se estabelecido as datas entre o dia 5 de fevereiro e o dia 27 de setembro de 2024. Esta configuração é realizada nas opções do SWMM.

No âmbito deste estudo sobre afluências indevidas, foi possível inserir o contributo das afluências através das bacias de águas pluviais. Para tal, os valores de precipitação medidos pelo udômetro foram associados às bacias. Esta abordagem permitiu a comparação entre os valores simulados e os valores observados, através de gráficos que ilustram essa relação (Figuras 41 e 42).

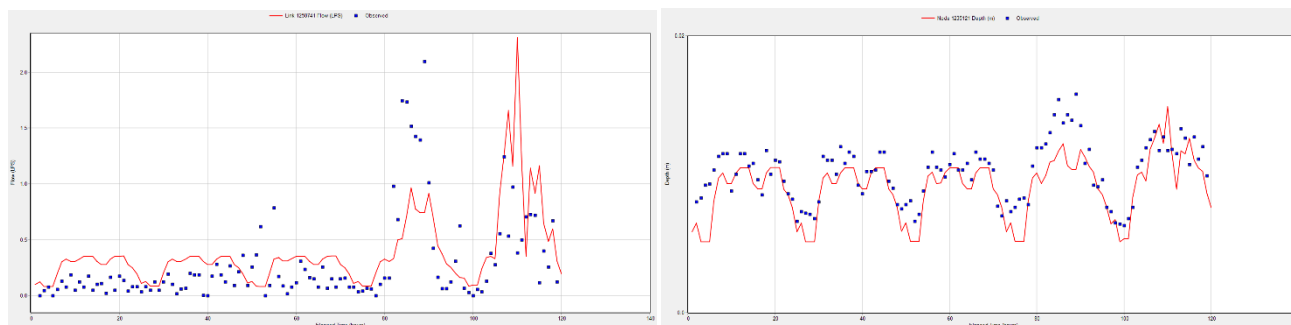


Figura 41 - Valores iniciais da simulação, semana de 5 a 9 de fevereiro, do lado esquerdo correspondente ao caudal, e do lado direito correspondente ao nível.

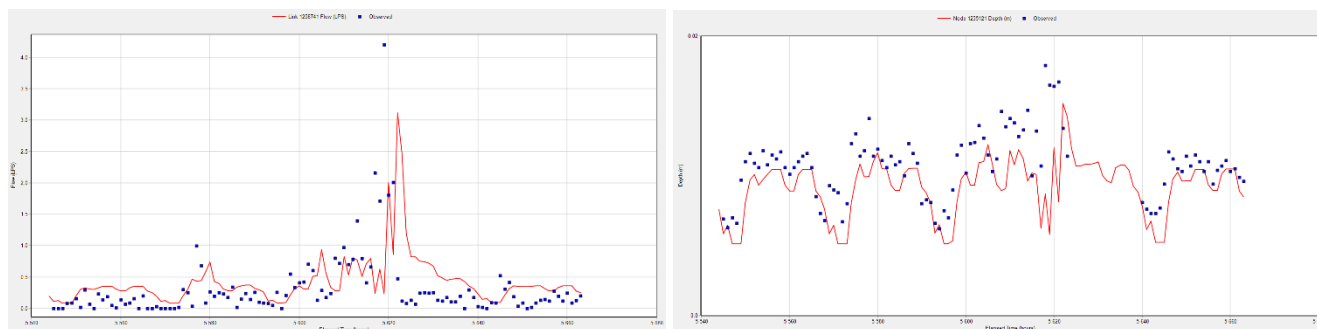


Figura 42 - Valores iniciais da simulação, semana de 23 a 27 de setembro, do lado esquerdo correspondente ao caudal, e do lado direito correspondente ao nível.

No entanto, existe uma opção mais avançada, o RDII (Rainfall Dependent Infiltration and Inflow), que modela esse contributo na forma de um hidrograma. O RDII é uma ferramenta mais eficaz para a calibração da simulação, pois permite um ajustamento mais preciso da resposta do sistema. Assim, o parâmetro RDII será abordado e analisado com maior detalhe no subcapítulo seguinte.

4.5.4. RDII

No modelo SWMM, o termo RDII refere-se a “Rainfall Dependent Infiltration and Inflow” (Infiltração e Influxo dependentes da chuva). Este conceito descreve o aumento do fluxo de águas pluviais em sistemas de águas residuais devido à infiltração da chuva através de defeitos nas infraestruturas subterrâneas, como tubulações danificadas ou ligações ilegais.

Para modelar o RDII no SWMM, utiliza-se o método RTK, que define um hidrograma unitário triangular (Figura 43) caracterizado por três parâmetros:

- **R:** Representa a área sob o gráfico triangular, indicando a proporção da precipitação que entra no sistema de águas residuais.
- **T:** Tempo desde o início da precipitação até o pico do hidrograma, refletindo o tempo de resposta do sistema ao evento de chuva.
- **K:** Razão entre o tempo de recessão e o tempo até o pico do hidrograma, indicando a rapidez com que o fluxo diminui após atingir o pico.

Esses parâmetros são ajustados para representar diferentes respostas temporais do sistema de águas residuais (Figura 44):

- **Short-Term (Curto prazo):** Resposta imediata do sistema, geralmente associada a infiltrações rápidas através de defeitos próximos à superfície.
- **Medium-Term (Médio prazo):** Resposta intermédia, relacionada a infiltrações que ocorrem algumas horas após o início da precipitação.
- **Long-Term (Longo prazo):** Resposta tardia, associada a infiltrações que ocorrem após um período prolongado de chuva, geralmente devido a infiltrações profundas ou infiltrações de águas subterrâneas.

Para realizar os cálculos do RDII com o método RTK, no SWMM, é necessário: definir os parâmetros RTK (R, T e K) com base em dados históricos ou medições específicas do sistema, considerando as respostas temporais de curto, médio e longo prazo; calibrar o modelo ajustando os parâmetros de forma a reproduzir adequadamente o comportamento observado do sistema durante eventos de precipitação passados; e analisar os resultados das simulações para identificar áreas críticas e propor estratégias de mitigação do RDII.

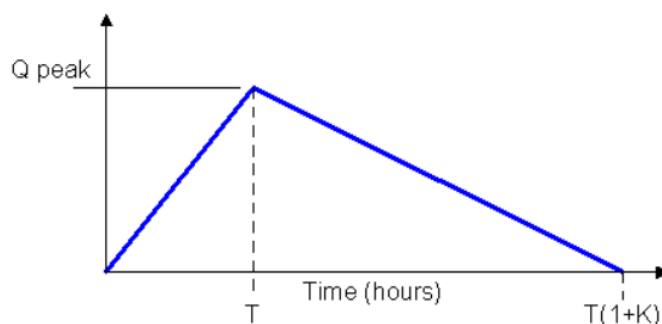


Figura 43 - Exemplo de um hidrograma unitário. [4]

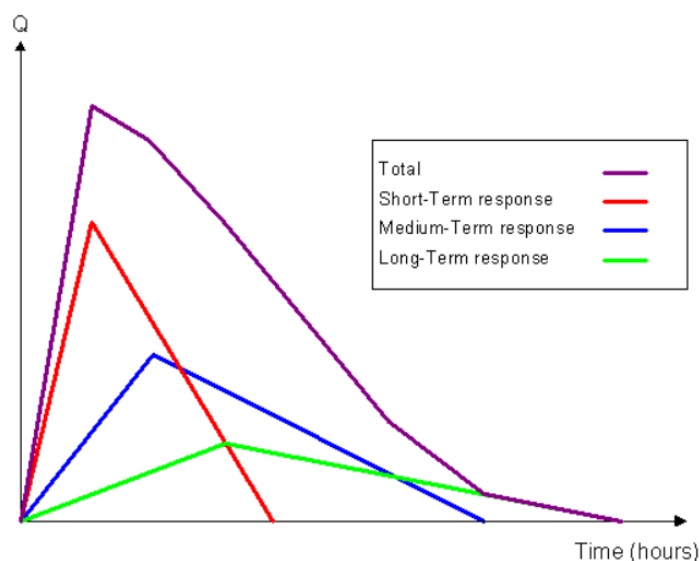


Figura 44 - Exemplo de um hidrograma unitário, utilizando o método RTK. [4]

Com base nas informações previamente mencionadas e nos dados apresentados nos capítulos anteriores, é possível proceder à introdução dos dados no modelo SWMM. Para tal, foram recolhidos, a partir de documentos que estudaram o cálculo dos parâmetros RTK, os valores iniciais necessários para parametrizar o RDII, garantindo uma configuração alinhada com as condições reais do sistema em análise (Rodrigues, 2017), (Ferreira, 2014). Embora fosse possível utilizar o programa Sanitary Sewer Overflow Analysis and Planning (SSOAP) Toolbox para o cálculo dos parâmetros de RDII, optou-se por não recorrer a este devido à sua complexidade, utilizando, em vez disso, os dados obtidos nos documentos mencionados.

Para configurar adequadamente o RDII, foi imperativo a criação hidrogramas unitários para representar fontes de contribuição de fluxo, como habitações e áreas de infiltração próximas a linhas

de água. Cada hidrograma pode ser ajustado para refletir variações mensais, permitindo até 12 conjuntos de hidrogramas unitários (um por mês). Além disso, foi crucial associar corretamente as áreas de contribuição a cada nó do sistema a garantir a representatividade das sub-bacias (Figura 45).

A consistência dos dados deve ser verificada, garantindo a ausência de valores negativos ou inconsistências que possam prejudicar as simulações. Após a definição inicial dos parâmetros, foi vital a calibração do modelo utilizando dados observacionais, ajustando os parâmetros RTK e incorporando variações sazonais e especiais para melhorar a precisão.

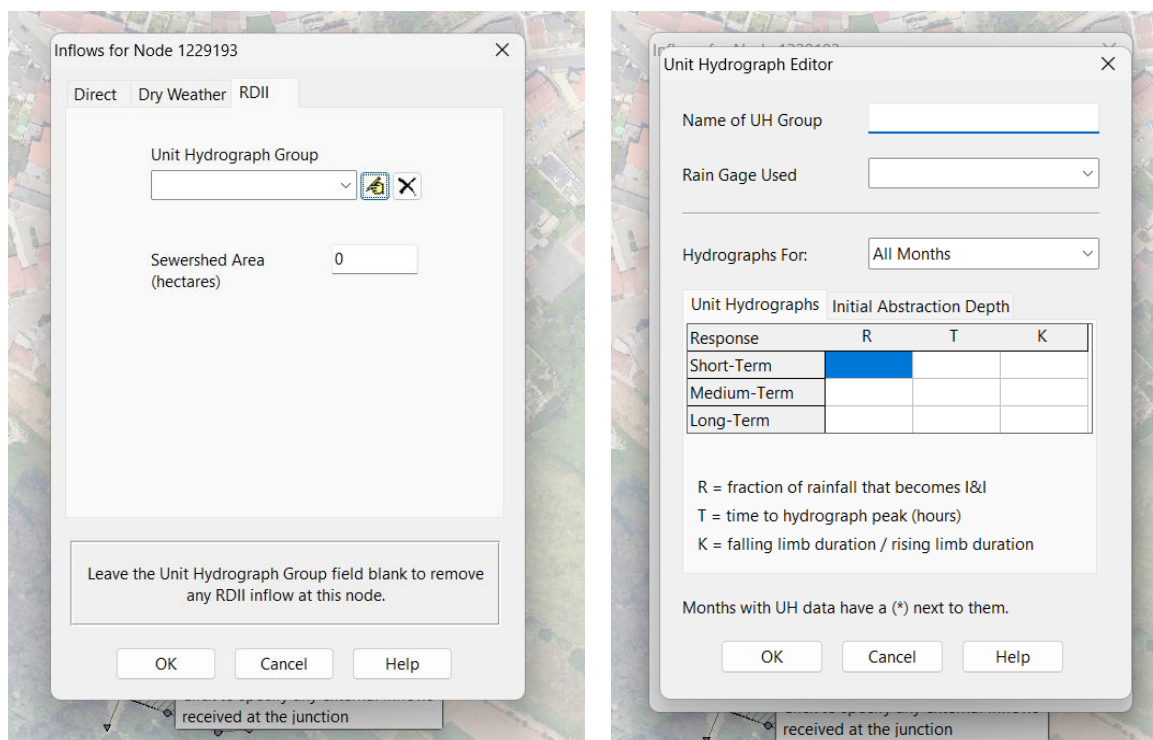


Figura 45 - Editor do hidrograma unitário, SWMM.

Assim, para a parametrização dos valores relativos ao método RTK, foram desenvolvidos dois hidrogramas, o UH-1, associado às habitações, e o UH-2, referente à zona verde. A cada um desses hidrogramas foram atribuídos os valores correspondentes aos meses de fevereiro e setembro, com base nas semanas previamente selecionadas como representativas de cada período.

Posto isto, e de acordo com as tabelas apresentadas a seguir, é possível identificar os valores utilizados para uma análise inicial.

É importante salientar que, inicialmente, foi considerada a área total de cada sub-bacia na análise. Contudo, verificou-se que essa abordagem não resultava em simulações compatíveis com os dados observados. Assim, foi ajustada a metodologia, passando a considerar apenas 10% da área total das sub-bacias como representativa das zonas suscetíveis a infiltrações e influxos indevidos, refletindo de forma mais precisa as condições reais do sistema. Esse ajuste encontra-se ilustrado na Tabela 11.

Tabela 11 - Associação de cada área drenada, para modelagem do RDII.

Sub-Bacia	Área de Drenagem (hectares)
S1	0.011
S2	
S3	
S4	0.002
S5	0.054

Posto isto, foram introduzidos os valores relativos aos parâmetros RDII, conforme os dados apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Valores iniciais do RDII.

Sub-Bacias das Habitações (UH-1)			
UH (setembro)	R	T (Horas)	K
Curto-Prazo	0.34	1.2	4
Médio-Prazo	0.11	5.5	10
Longo-Prazo	0.02	12	25
UH (fevereiro)	R	T (Horas)	K
Curto-Prazo	0.45	5	2
Médio-Prazo	0.12	50	8
Longo-Prazo	0.2	10	20
Sub-Bacia da Linha de Água (UH-2)			
UH (setembro)	R	T (Horas)	K
Curto-Prazo	0.2	1.3	5.5
Médio-Prazo	0.3	7	13
Longo-Prazo	0.06	13.5	28
UH (fevereiro)	R	T (Horas)	K
Curto-Prazo	0.5	5	2
Médio-Prazo	0.3	50	12
Longo-Prazo	0.1	12	20

Além dos valores apresentados na Tabela 12, foram inseridos os valores de calibração correspondentes às datas das semanas de precipitação selecionadas, através dos ficheiros correspondentes, incluindo tanto os valores de caudal quanto os de nível. Os valores de calibração podem ser observados no Anexo A.5.

Com base nos valores anteriormente apresentados, procedeu-se à realização de uma simulação no programa, com o objetivo de analisar os resultados obtidos.

Embora a verificação dos erros de continuidade seja relevante, a análise dos gráficos assume maior importância, pois é por meio deles que se avalia a veracidade da calibração, ao verificar a proximidade entre os dados observados e os resultados simulados, assegurando maior precisão e

confiabilidade no modelo. No entanto, é possível constatar, através dos erros de continuidade apresentados na Figura 46, que a simulação apresenta um valor excelente.

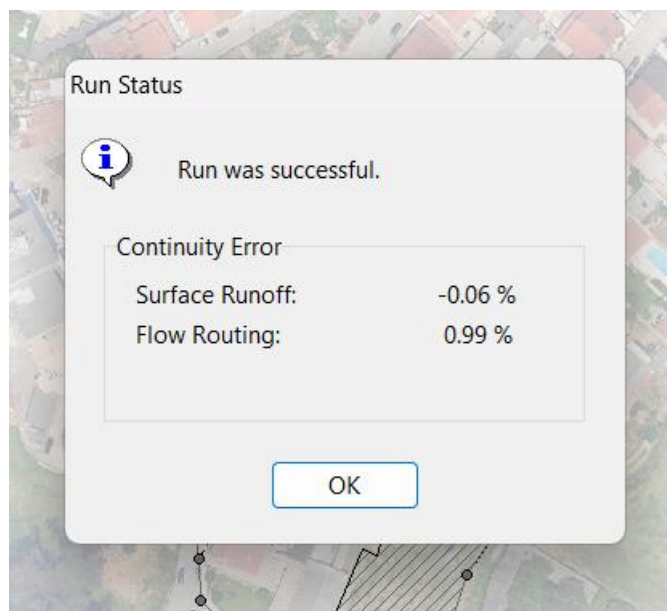


Figura 46 - Erros de continuidade da primeira simulação, associados ao RDII.

Com base na análise dos gráficos, é possível identificar algum desvio entre os valores simulados e os valores observados. Assim, pode-se proceder a ajustes adicionais nos parâmetros do RDII, de forma a alcançar uma melhor concordância com os dados reais.

As imagens apresentadas a seguir (Figuras 47 e 48) ilustram os valores de caudal iniciais correspondentes às semanas analisadas no âmbito deste estudo.

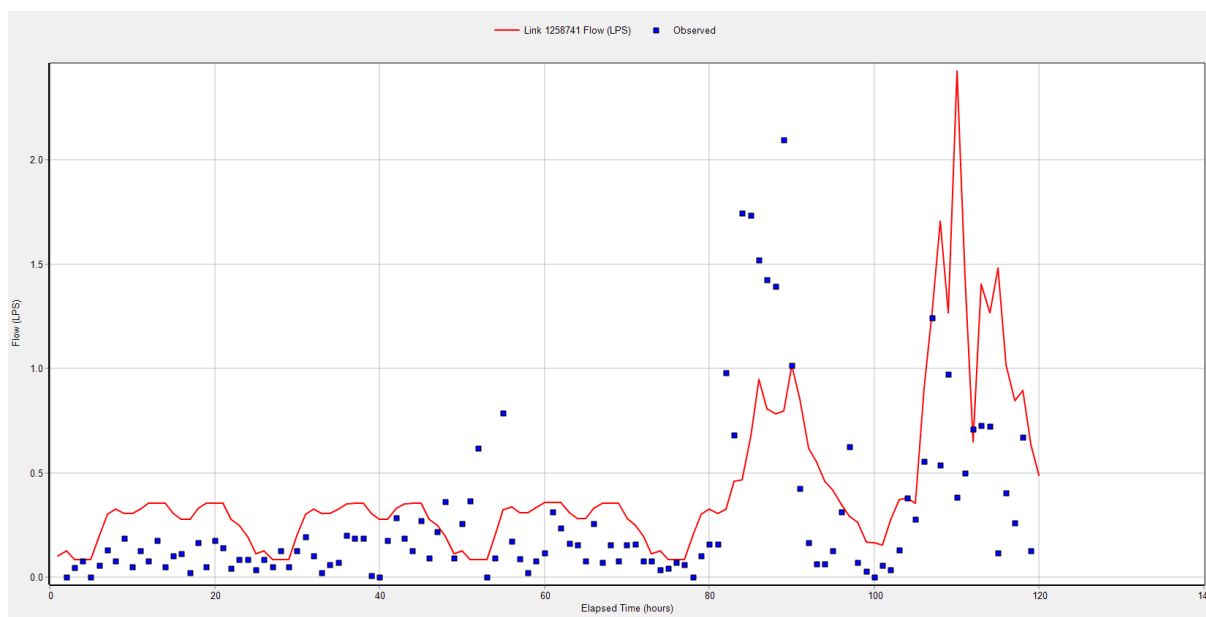


Figura 47 - Gráfico do caudal, associado à semana de fevereiro, valores obtidos vs. valores observados.

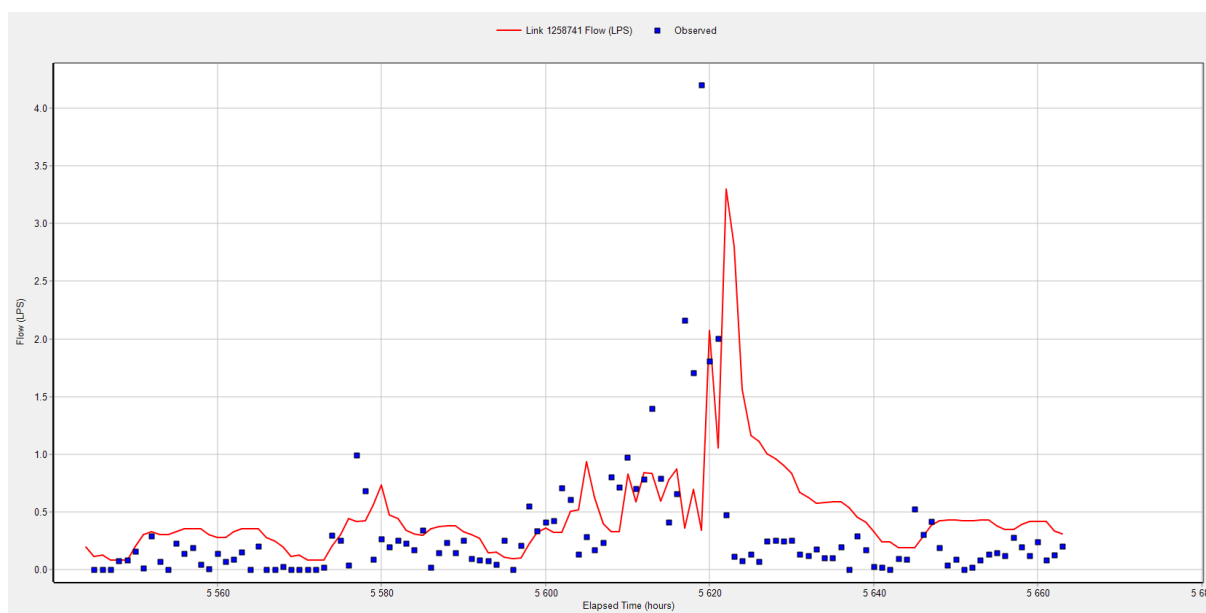


Figura 48 - Gráfico do caudal, associado à semana de setembro, valores obtidos vs. valores observados.

Posto isto, foi efetuada uma alteração nos valores dos parâmetros RTK, servindo como calibração, com o objetivo de verificar se haveria algum tipo de melhoria na correspondência com os dados fornecidos, bem como analisar como estes valores influenciam a curva da simulação.

Procedeu-se, então, à modificação dos parâmetros RTK, visando melhorar a correspondência entre os valores de caudal observados e os resultados simulados pelo modelo SWMM.

Após várias iterações, foi possível aprimorar a simulação, procedendo-se à atualização dos valores dos parâmetros RTK, conforme apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 - Valores do RDII finais.

Sub-bacias das Habitações (UH-1)			
UH (setembro)	R	T (Horas)	K
Curto-Prazo	0.9	0.16	2
Médio-Prazo	0.05	48	2
Longo-Prazo	0.05	48	2
UH (fevereiro)	R	T (Horas)	K
Curto-Prazo	0.9	0.16	2
Médio-Prazo	0.05	1	2
Longo-Prazo	0.05	2	2
Sub-bacia da Linha de Água (UH-2)			
UH (setembro)	R	T (Horas)	K
Curto-Prazo	0.1	0.16	2
Médio-Prazo	0.5	48	2
Longo-Prazo	0.4	48	2
UH (fevereiro)	R	T (Horas)	K
Curto-Prazo	0.1	0.16	2
Médio-Prazo	0.5	1	2
Longo-Prazo	0.4	2	2

Após a simulação final, foi possível verificar os erros de continuidade, os quais apresentam valores ligeiramente mais elevados, conforme explícito na Figura 49.

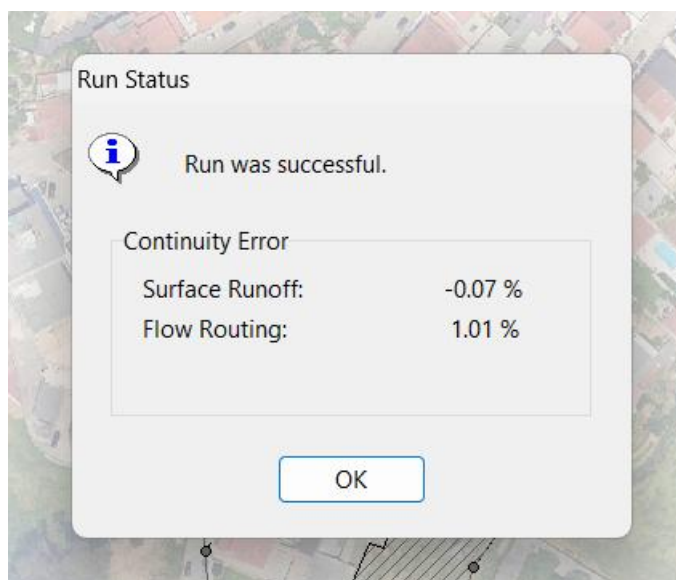


Figura 49 - Erros de continuidade, associados ao RDII final.

Um modelo pode ter um erro de continuidade ligeiramente maior devido a ajustes nos parâmetros, como rugosidade, parâmetros de infiltração ou RDII, que melhoram a correspondência entre os dados simulados e os dados observados em termos de caudal e nível. Esses ajustes podem introduzir pequenas variações no balanço da massa, aumentando o erro de continuidade, mas resultando numa reprodução mais realista do comportamento hidráulico do sistema.

Portanto, ao avaliar a calibração de um modelo no SWMM, é crucial considerar não apenas o erro de continuidade, mas também a precisão com que o modelo reproduz os padrões e as tendências observadas nos gráficos de caudal e nível, bem como a sua adequação ao objetivo de estudo.

As Figuras 50 e 51 apresentam os valores de caudal correspondentes às semanas selecionadas para a calibração final.

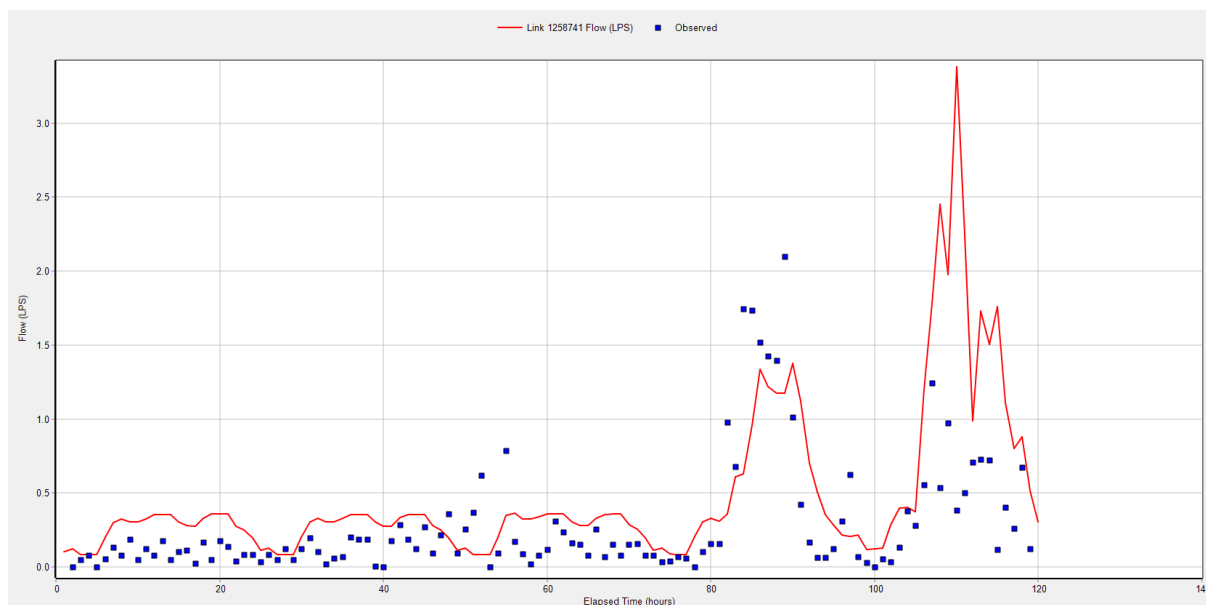


Figura 50 - Valores do caudal, associados à semana de fevereiro (calibração final).

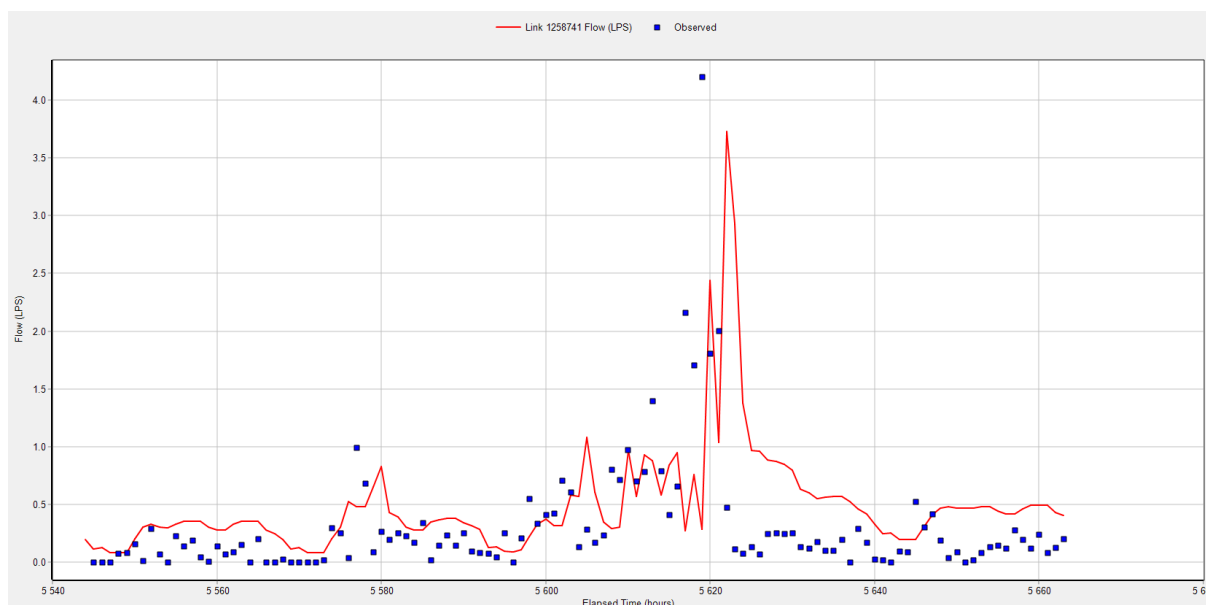


Figura 51 - Valores do caudal, associados à semana de setembro (calibração final).

Além dos valores de caudal, também é possível realizar uma análise comparativa dos valores de nível. Contudo, para os fins do trabalho realizado, é mais relevante focar na verificação dos valores de caudal. As comparações entre os valores de nível, antes e após a calibração dos valores RDII, podem ser observados nos gráficos apresentados nas Figuras 52 e 53.

Nas imagens da esquerda, é possível verificar as comparações pré-calibração, enquanto nas imagens à direita estão apresentadas as comparações após a calibração.

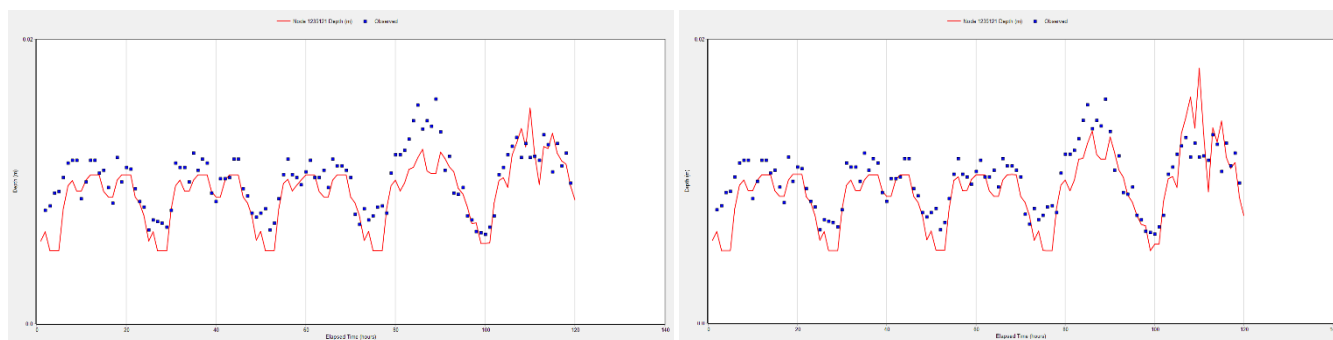


Figura 52 - Análises comparativas dos valores de nível, em função do tempo, no mês de fevereiro.

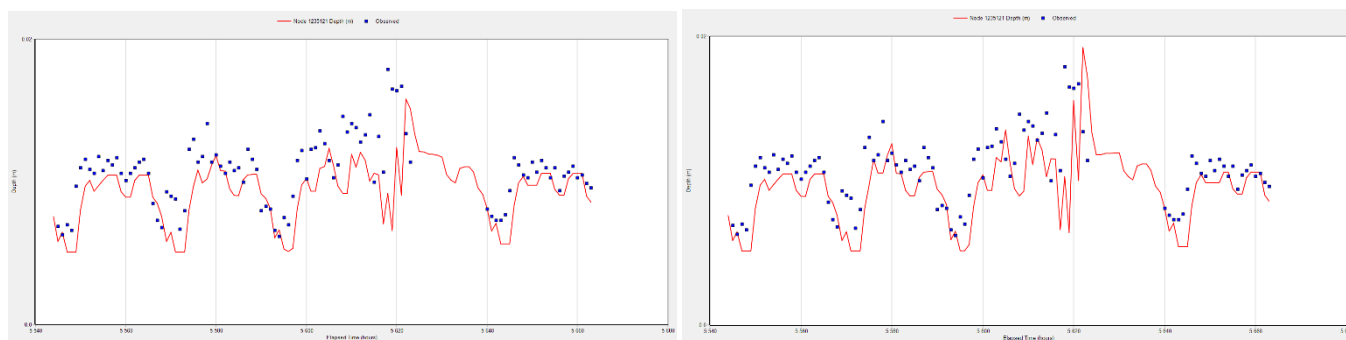


Figura 53 - Análises comparativas dos valores de nível, em função do tempo, no mês de setembro.

Com a calibração realizada no programa, foi possível observar que, ao ajustar os parâmetros do RTK, houve dias em que o modelo apresentou melhorias nos resultados (relativamente aos valores do caudal), enquanto noutros, os valores se afastaram ligeiramente dos observados, considerando a mesma semana e apenas ajustando os valores do RDII. Vale a pena destacar que, para um ajuste perfeito, seriam necessárias muitas mais iterações, de modo a aproximar o modelo ao comportamento real. No entanto, este processo é demorado, e, devido ao tempo limitado para a realização da presente dissertação, não seria exequível realizar mais iterações. Por isso, foi considerada a melhor iteração obtida para a bacia em estudo. Este ajuste permite a identificação de pontos de afluência indevida na rede, já que os parâmetros do modelo estão mais alinhados com o comportamento real do sistema. Os modos de identificação das afluências indevidas incluem os “picos” nas linhas do simulado no SWMM, assim como os pontos dos valores observados alinhados com as linhas do simulado. Assim, é possível detetar áreas problemáticas e implementar medidas corretivas para otimizar o desempenho da rede de drenagem.

O RDII permite um ajuste mais preciso da linha de simulação do programa aos dados observados. Embora pudesse ter sido escolhida uma bacia de águas pluviais coincidente com a bacia de águas residuais, atribuindo valores de caudal diretamente nos nós na área do *Inflow-Direct*, o RDII apresenta-se como uma opção mais adequada para o caso em estudo.

4.5.5. PERFIS LONGITUDINAIS

Uma vez realizada a análise e identificação das afluências indevidas, é importante realizar uma avaliação do sistema de drenagem, de modo a perceber se existem troços críticos, como coletores com secção cheia ou câmaras de visita a transbordar. Para tal, foram observados os perfis longitudinais fornecidos pelo programa SWMM, com os dados relativos às semanas em estudo, estudando o comportamento tanto em períodos de tempo seco como durante episódios de precipitação. Estes perfis longitudinais permitem analisar o comportamento do fluxo de água ao longo da rede, possibilitando a visualização da dinâmica do sistema de drenagem e a identificação de potenciais pontos de sobrecarga ou falhas na operação do sistema durante os períodos analisados.

Ao analisar a rede em estudo, conclui-se a necessidade de estudar três perfis distintos para cada semana, de modo a abranger os diferentes percursos do sistema. Os três perfis seriam apresentados apenas se necessário, ou seja, caso fossem identificadas variações significativas nos troços anteriores aos coletores coincidentes na rede ao longo dos três percursos selecionados. Nesses casos, os perfis seriam detalhadamente avaliados até ao ponto terminal da rede, localizado na estação elevatória.

Os três perfis iniciam-se em câmaras de visita distintas: o primeiro perfil ao longo do percurso mais extenso, partindo da CV 1219164; o segundo iniciando-se na CV 1235134; e o terceiro na CV 1218735.

A Figura 54 contribui para uma melhor compreensão do descrito, sendo o primeiro percurso correspondente ao Percurso 1, o segundo o Percurso 2, e o último como Percurso 3.

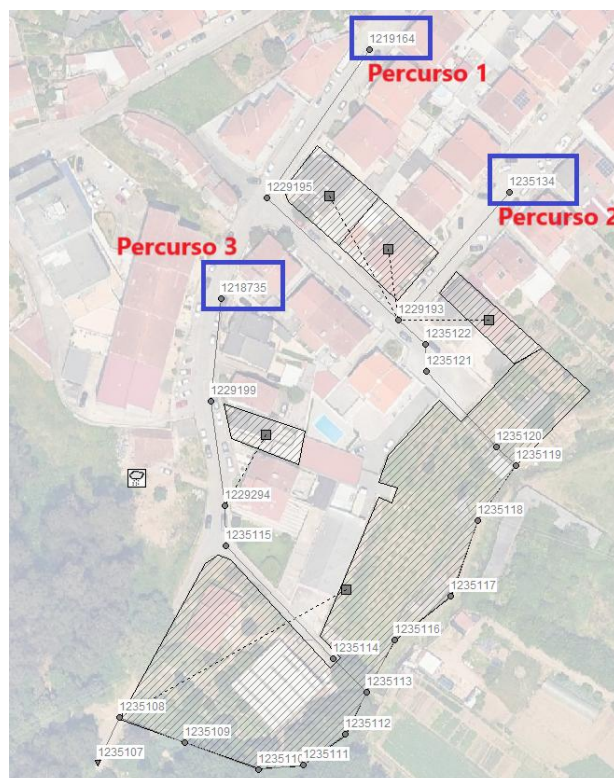


Figura 54 - Troços para a realização do perfil longitudinal.

Para a verificação da existência de situações críticas, conforme mencionado anteriormente, é necessário atribuir as datas correspondentes a cada semana, permitindo que o programa seja

executado durante os dias considerados. Esse procedimento visa identificar as horas, os dias e os impactos, sendo essas situações observadas nos perfis gerados pelo software SWMM.

É possível que os perfis não apresentem valores elevados de caudal, sendo assim representados apenas por uma linha azul, que ilustra o fluxo de água ao longo do perfil.

Assim, considerando inicialmente a semana de fevereiro e tendo em conta os dados de precipitação apresentados no Anexo A.4, conclui-se que o dia com maior precipitação, conforme referido nos capítulos anteriores, foi o dia 9 de fevereiro de 2024, por volta das 12h00. Deste modo, foram avaliados os perfis de cada percurso selecionado, com o objetivo de verificar a ocorrência de situações críticas ou de sobrecarga (Figuras 55 e 56).

Após a avaliação de cada perfil, constatou-se que o caudal foi identificado apenas na parte final da rede, nomeadamente nos últimos coletores, sendo esta a única zona onde se observa fluxo de água. Assim, foram apresentados apenas os perfis finais, de modo a possibilitar uma melhor visualização do caudal que atravessa os referidos coletores.

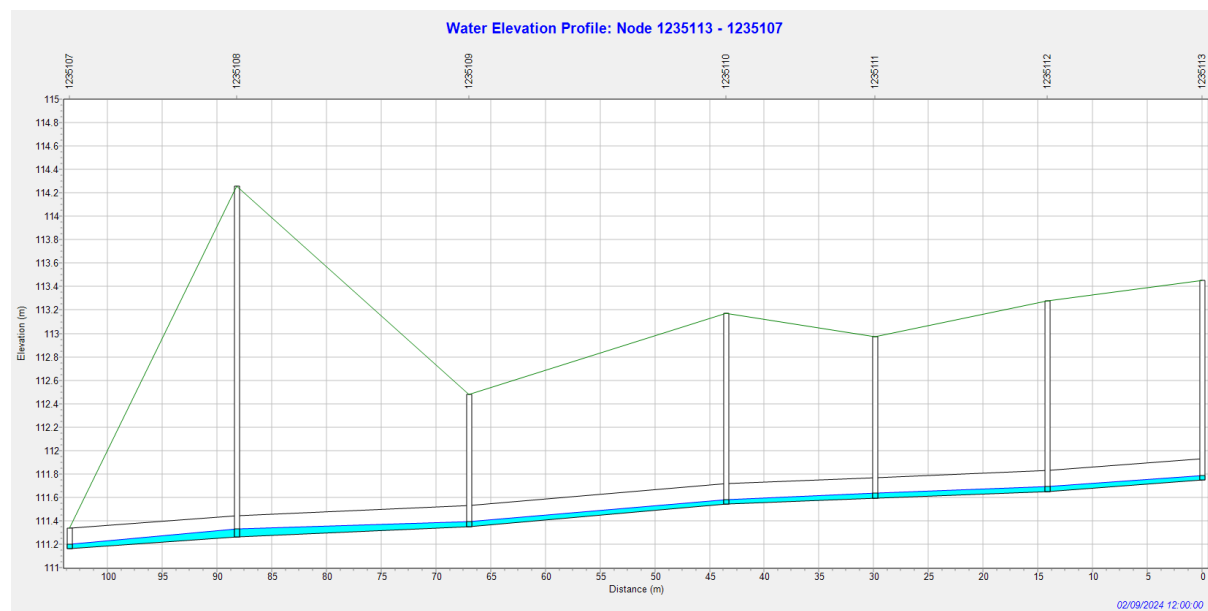


Figura 55 - Perfil longitudinal dos troços associados aos últimos coletores, na semana de fevereiro.

Assim, com base no perfil analisado, conclui-se que, durante a semana de fevereiro, não foram registados problemas de sobrecarga ou qualquer outra situação crítica na rede.

Em seguida, procedeu-se à análise da semana de setembro, com o objetivo de realizar a mesma avaliação comparativa.

No perfil correspondente à semana do mês de setembro, observa-se um ligeiro aumento do caudal escoado, em comparação com a semana de fevereiro. Conforme apresentado no Anexo A.4, o dia 26 de setembro registou um valor de precipitação de 13,5 mm/hora durante a madrugada, representando um episódio de chuva intensa. Na análise do perfil referente à hora com maior pluviosidade, é possível identificar a linha de água; contudo, esta não origina situações críticas nem outros problemas na rede.

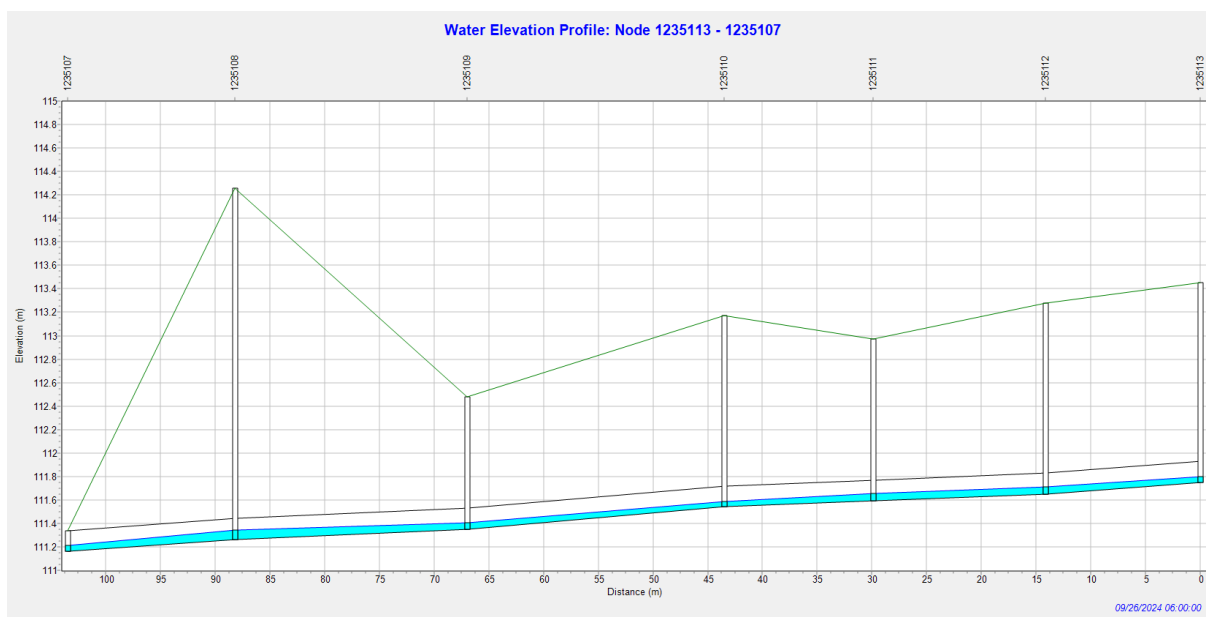


Figura 56 - Perfil longitudinal dos troços associados aos últimos coletores, na semana de 23 a 27 de setembro.

Podemos, assim, concluir que, além de ser possível identificar as afluências indevidas através dos perfis longitudinais, a rede não apresenta problemas de dimensionamento que possam provocar sobrecarga ou condições de secção cheia nos coletores, nos intervalos de tempo analisados. Adicionalmente, não foram registadas situações em que as câmaras de visita tenham atingido o ponto de transbordo.

5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. CONCLUSÕES GERAIS

A problemática das afluências indevidas é um dos principais desafios na gestão das redes de drenagem urbana, com implicações significativas na eficiência do sistema e na qualidade ambiental. Estas afluências, que resultam da infiltração de águas pluviais e das descargas não autorizadas na rede de drenagem, comprometem a capacidade de tratamento e transporte das águas residuais, sobrecarregando o sistema e podendo gerar sérios problemas de capacidade de operação. A análise e a identificação precisa das afluências indevidas são, portanto, essenciais para a otimização do desempenho das redes de drenagem, permitindo a adoção de medidas corretivas eficazes e a melhoria da gestão hídrica.

Ao longo do tempo, os sistemas de saneamento sofrem um desgaste natural que compromete a sua capacidade de estanquidade, o que resulta no aumento dos problemas de infiltração e exfiltração. Este processo, por sua vez, acelera a deterioração do próprio sistema e pode culminar na rutura dos coletores, agravando ainda mais os impactos sobre o funcionamento da rede e a eficiência da gestão das águas pluviais e residuais. Este ciclo de deterioração, se não for adequadamente monitorizado e intervencionado, pode gerar custos elevados e comprometer a integridade do sistema a longo prazo.

Outro fator que agrava a problemática das afluências indevidas é a falta de atualização e modernização das redes de drenagem separativas, muitas das quais ainda se apresentam em situações de ligações indevidas provenientes de habitações e outras infraestruturas. Estas conexões inadequadas comprometem o funcionamento eficaz das redes, uma vez que permitem que águas pluviais sejam redirecionadas para sistemas que não foram projetadas para tal. Este problema resulta em sobrecarga das infraestruturas, aumentando os custos operacionais e diminuição da eficiência geral do sistema.

A persistência destas situações deve-se, em grande parte, à inexistência de inspeções regulares, à ausência de intervenções para corrigir ligações indevidas e à falta de sensibilização dos utilizadores sobre a importância de uma rede de drenagem devidamente separada. Assim, torna-se essencial que os gestores e operadores das redes invistam na atualização das infraestruturas, na implementação de programas de inspeção e na promoção de ações educativas que visem a redução de ligações inadequadas. A modernização e adaptação das redes às condições urbanas e ambientais atuais são fundamentais para assegurar a sua funcionalidade, eficiência e sustentabilidade a longo prazo.

O SWMM (Storm Water Management Model) demonstrou ser uma ferramenta versátil e eficaz na análise e gestão de redes de drenagem, especialmente no que diz respeito à identificação de afluências indevidas. A sua capacidade de modelar a resposta hidrológica e hidráulica de sistemas urbanos permite uma análise detalhada dos padrões de fluxo e das condições da rede, identificando discrepâncias que podem indicar a presença de infiltrações, exfiltrações ou ligações indevidas. Este software não é a solução para todos os problemas relacionados com as afluências indevidas. Contudo, a sua aplicação é uma ajuda valiosa para a identificação e análise destas situações, mas deve ser complementada por inspeções de campo, manutenção regular das infraestruturas e estratégias de gestão integrada. Apenas através de uma abordagem combinada será possível mitigar eficazmente os impactos das afluências indevidas e assegurar a eficiência e sustentabilidade das redes de drenagem.

5.2. CONCLUSÕES RELATIVAS AO CASO DE ESTUDO

Na presente dissertação, foi desenvolvida uma análise detalhada da Bacia de Girassóis, em Gondomar, utilizando o software SWMM para modelar o comportamento da rede de drenagem e verificar a existência de afluências indevidas. Inicialmente, foi criada uma base sólida através da introdução dos dados relativos às águas residuais domésticas, excluindo a precipitação, de forma a garantir uma calibração precisa e representar o funcionamento normal da rede em regime de tempo seco.

A primeira etapa do trabalho destacou a importância de parâmetros essenciais, como o Fator de Afluência, a rugosidade dos coletores e a correta alocação dos caudais às câmaras de visita. A introdução cuidadosa dos caudais, ajustados com base num padrão horário específico da zona de estudo, permitiu que o modelo refletisse as variações diárias de utilização, aproximando os valores simulados dos dados observados. O ajuste do fator de afluência e a uniformização do coeficiente de rugosidade de Manning foram medidas fundamentais que contribuíram para a redução do erro de continuidade do modelo, evidenciando a eficácia das calibrações realizadas.

Outro ponto relevante foi a escolha criteriosa das semanas representativas do regime de tempo seco, selecionadas com base na ausência de precipitação e na análise dos valores observados de caudal e de nível. Este processo assegurou que os resultados obtidos fossem representativos das condições reais, permitindo uma calibração robusta do modelo. A validação foi realizada através da comparação gráfica entre os valores simulados e os dados observados, garantindo a coerência das simulações.

Embora a simulação detalhada de elementos como as estações elevatórias não tenha sido incluída neste trabalho, foi demonstrado que o SWMM fornece flexibilidade para abordar sistemas mais complexos no futuro. Esta etapa, embora não imprescindível para o objetivo atual, representa uma oportunidade para trabalhos futuros.

No caso da rede de Girassóis, foi possível aplicar o método do teste de fumos para identificar e localizar eventuais afluências indevidas através da introdução dos dados de águas pluviais no modelo SWMM. Após a realização dos testes, foram identificadas cinco habitações com potencial ocorrência de afluências indevidas na rede de saneamento. No entanto, outros problemas estruturais, como fissuras nos coletores ou deficiências na construção, podem contribuir para essas anomalias.

Uma visita ao local confirmou a existência de uma ligação indevida numa habitação, enquanto as demais não puderam ser inspecionadas, durante o período em que o trabalho foi desenvolvido. Este contexto evidencia a relevância de habitações mais antigas, cuja ausência de intervenções pode

justificar a falta de separação entre águas residuais e pluviais. Com base nessa identificação, foi realizada a análise de precipitação, caudais e níveis para selecionar períodos representativos: uma semana com maior pluviosidade e uma semana de chuva após um período seco de verão.

No modelo SWMM, foram definidas sub-bacias correspondentes às cinco habitações identificadas, incorporando dados de precipitação por meio de séries temporais específicas. Apesar de ser viável simular a contribuição das águas pluviais sem recorrer ao RDII, a utilização desta funcionalidade permitiu uma representação mais rigorosa dos processos de infiltração e da afluência induzida pela precipitação.

A utilização do RDII revelou-se uma metodologia mais sofisticada e precisa, ao representar as afluências sob a forma de hidrogramas. Com base em parâmetros RTK calibrados a partir de estudos prévios, esta abordagem proporcionou uma melhor correspondência com o comportamento real da rede, permitindo ainda a deteção de zonas com possíveis anomalias.

Embora a calibração final exigisse mais iterações, as análises realizadas destacaram que a rede não apresentou problemas críticos, como sobrecarga em coletores ou transbordo em câmaras de visita, como podemos observar através dos perfis longitudinais. Assim, além de identificar a contribuição das afluências indevidas para o aumento do nível e do caudal, o modelo confirmou que a altura máxima de escoamento não foi atingida, nos eventos de precipitação analisados.

Em síntese, o trabalho desenvolvido reforça a relevância do SWMM como uma ferramenta na modelação de redes de drenagem, desde a fase de calibração até à análise de cenários complexos. A experiência adquirida neste estudo ressalta a importância de uma abordagem sistemática e detalhada, aliada a uma constante validação dos dados, para garantir resultados confiáveis e úteis na gestão de infraestruturas hídricas. Assim, conclui-se que o SWMM demonstrou ser uma ferramenta eficiente na identificação de afluências indevidas e na análise do desempenho da rede, possibilitando uma compreensão detalhada do comportamento hídrico.

Adicionalmente, o uso do SWMM pode ser aplicado eficazmente na quantificação das afluências indevidas em modelos calibrados, através da realização de simulações nos períodos em análise. Para tal, basta garantir que o cadastro correspondente à rede está corretamente configurado, juntamente com os dados obtidos através das respetivas entidades, assegurando assim um processo de gestão e monitorização mais eficiente da rede de drenagem.

Por último, o SWMM poderá ainda ser utilizado na avaliação do impacto da correção das redes prediais com afluências indevidas identificadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, SS; MONTEIRO, PS (2004) – *Incidence of rainwater flows in wastewater drainage networks two case studies in municipalities in northern Portugal*. 2004.

AMORIM, Hélder António Alves de (2007) – *Afluências indevidas aos sistemas de drenagem de águas residuais*. 2007. Disponível em: < <https://hdl.handle.net/10216/12290> >

BONITO, António José Cordeiro (2014) – *Infiltrações na rede de drenagem de águas residuais caso da bacia de drenagem de Lanheses*. 2014. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/10216/76205>>

BRANDÃO, Paula Alexandra Oliveira e Sousa Ferraz (2011) – *Intercetor Douro – O sistema centenário de saneamento da cidade do Porto*. 2011.

CARDOSO, A; ALMEIDA, MC; COELHO, ST (2002) – Evaluation of the infiltration impact on the performance of urban sewer systems. In *Proceedings of the 9th National Congress on Water, Wastewater and Solid Waste*. 2002.

CARDOSO, A. [et al.] (2006) – *Assessing the impact of infiltration and exfiltration in sewer systems using performance indicators: case studies of the APUSS project*. 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/237481258_Assessing_the_impact_of_infiltration_and_exfiltration_in_sewer_systems_using_performance_indicators_case_studies_of_the_APUSS_project>

COELHO, Inês Isabel Ribeiro (2013) – *Variabilidade de afluências às redes de drenagem de águas residuais causas e efeitos versus sustentabilidade económica um caso de estudo*. 2013. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/10216/68729>>.

GOMES, Marcos Filipe Oliveira (2015) – *Variabilidade de afluências indevidas às redes de drenagem urbanas. Causas e efeitos. Estratégias de controlo e redução*. 2015. Disponível em: < <https://hdl.handle.net/10216/79991> >

BRANCO, João Henrique Almeida Castelo (2022) – *Redes de Drenagem de Águas Pluviais – Bacias de Retenção – Modelação de um caso de estudo*. 2022. Disponível em: < <https://hdl.handle.net/10216/142833> >

BAPTISTA, Diogo José Fernandes (2021) – *Afluências Indevidas nas Redes de Drenagem Públicas. Efeitos das Bacias de Retenção*. 2021. Disponível em: < <https://hdl.handle.net/10216/135358> >

DR N°23/95 (1995) – *Decreto Regulamentar N°23/95, de 23 de agosto*. <<https://diariodarepublica.pt/dr/analise-juridica/decreto-regulamentar/23-1995-431873>>.

EPA (1991) – *Sewer System Infrastructure Analysis and Rehabilitation*.

ERSAR, (Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos) (2023) – *RASARP 2023 - Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal*. Disponível em: < <https://www.ersar.pt/pt/site-comunicacao/site-noticias/Paginas/RASARP-2023-principais-intervenientes-setor.aspx> >

Bertrand-Krajewski, J.-L., Baer, E., Cardoso, M., de Bénédittis, J., Ellis, B., Franz, T., Frehmann, T., Giulianelli, M., Gujer, W., Karpf, C., Kohout, D., Kracht, O., Krebs, P., Metelka, T., Pliska, Z., Pollert, J., Prigiobbe, V., Princ, I., Pryl, K., Revitt, M., Rieckermann, J., Rutsch, M. e Vanecek, S.

(2005). *Assessing Infiltration and Exfiltration on the Performance of Urban Sewer Systems – Final Report. European Commission 5th R&D Framework Programme.*

GALVÃO, Ana Fonseca (2009) – *Comportamento Hidráulico e Ambiental de Zonas Húmidas Construídas Para o Tratamento de Águas Residuais.* (2009). Disponível em: <<https://scholar.tecnico.ulisboa.pt/authors/6ffa28a613535215e8a67ce8d521ce28c63c156237577e249995e17c3011c5c0/records?page=0&perPage=50>>

INFLOW, Infiltration and Exfiltration Policy (2004) – *Greater Dublin Strategic Drainage Study.* 2004. Disponível em: <<https://www.dublincity.ie/residential/environment>>

IRAR, nº04/2007 (2007) – *Faturação de Serviços em “Alta” de Saneamento de Águas Residuais Urbanas em Sistemas Com Contribuição de Águas Pluviais.* 2007.

KRETSCHMER, F; ERTL, T; KOCH, F (2008) – *Discharge Monitoring and Determination of Infiltration Water in Sewer Systems.* 2008.

MARQUES, Miguel Ângelo Ferreira (2010) – *Metodologias para aplicação do Princípio do ciclo de vida a sistemas de drenagem de águas residuais.* 2010. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/10216/58806>>

MATOS, José de Saldanha (2003) – *Aspetos Históricos e Atuais da Evolução da Drenagem de Águas Residuais em Meio Urbano.* 2003.

MERRIL, M Steve; BUTLER, Rick (1994) – New dimensions in infiltration/inflow analysis. In a *Global Perspective for Reducing CSOs: Balancing Technologies, Costs, and Water Quality. Water Environment Federation Specialty Conference Series Proceedings.* 1994.

MORTINHO, Ana Filipa Mota (2011) – *Avaliação de Caudais de Infiltração em sistemas de Drenagem de Águas Residuais.* 2011.

RODRIGUES, Vera (2013) – *Avaliação de Infiltração em Drenagem Urbana Recorrendo a Métodos Convencionais e não Convencionais.* 2013. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395146000777/dissertacao_VeraRodrigues.pdf>

RODRIGUES, Isabel Moreira Ribeiro Carmona (2017) – *Aplicação do modelo Sanitary Sewer Overflow Analysis and Planning (SSOAP-EPA) para avaliação das afluências indevidas em coletores de águas residuais.* 2017. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1689244997257486/Dissertacao_IsabelCR.pdf>

PAIXÃO, José Pedro Saraiva Rebelo Boal (2016) – *Afluências indevidas em sistemas de drenagem de águas residuais.* 2016. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/10316/38721>>

FERREIRA, Paulo César Morgado (2014) – *Modelação Dinâmica de Sistemas de Drenagem Urbana. Aplicação a um caso de estudo.* 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10400.22/6273>>

PIQUEIRO, Francisco Oliveira (2014) - *Bacias de Retenção. Textos pedagógicos desenvolvidos no âmbito da unidade curricular de Sistemas de Drenagem Urbana.* 2014

PIQUEIRO, Francisco Oliveira (2019) - *Águas Residuais. A aplicação do SWMM - Storm Water Management Model SWMM. Textos pedagógicos desenvolvidos no âmbito da unidade curricular de Sistemas de Drenagem Urbana.*

https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-02/documents/epaswmm5_1_manual_master_8-2-15.pdf - Datas de acesso: desde meados de outubro a finais de dezembro

http://www.ppa.pt/wp-content/uploads/2017/12/GuiaTecnico_AflInd_PPA_PTPC_20171204.pdf

– Data de Acesso: 10 de outubro de 2024

<https://www.infraquinta.pt/161/afluencias-indevidas> – Data de Acesso: 10 de outubro de 2024

<https://www.autodesk.com/support/technical/article/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/How-to-Understand-the-Node-Inflow-Table-in-ICM-SWMMHow-to-Understand-the-Node-Inflow-Table-in-ICM-SWMM.html> - Data de Acesso: 23 de outubro de 2024

<https://swmm5.org/2017/11/06/13-surface-runoff-hydrology-options-in-infoswmm-and-infoswmm-sa/> - Data de Acesso: 26 de novembro de 2024

<https://www.epa.gov/water-research/sanitary-sewer-overflow-analysis-and-planning-ssoap-toolbox> - Data de Acesso: 2 de dezembro de 2024

<https://www.wef.org/globalassets/assets-wef/direct-download-library/public/03---resources/wsec-2017-fs-001-rdii-modeling-fact-sheet---final.pdf> – Data de acesso: 2 de dezembro de 2024

<https://www.openswmm.org/Topic/4640/rdii-unit-hydrograph-calibration> - Data de acesso: 3 de dezembro de 2024

https://h2opt.pt/data/_uploaded/actividades/ENEG%202015/Leite%20et%20al_Aplica%C3%A7%C3%A3o%20do%20software%20SSOAP_comunica%C3%A7%C3%A3o.pdf – Data de Acesso: 4 de dezembro de 2024

<https://www.gee.gov.pt/pt/docs/publicacoes/estatisticas-regionais/distritos-concelhos/porto/gondomar/3241-gondomar/file> - Data de Acesso: 4 de novembro de 2024

<https://www.gee.gov.pt/pt/lista-publicacoes/estatisticas-regionais/distritos-concelhos/porto/gondomar/3241-gondomar/file> – Data de Acesso: 4 de dezembro de 2024

https://www.cm-gondomar.pt/wp-content/uploads/2021/03/Relatorio-Diagnostico-PELAG-final_1.02.2021.pdf – Data de Acesso: 4 de dezembro de 2024

<https://www.cm-gondomar.pt/atividade-municipal/ambiente/torneira-fechada-agua-poupada/> – Data de Acesso: 4 de dezembro de 2024

<https://www.cm-gondomar.pt/wp-content/uploads/2020/09/EMAAAC-%E2%80%93-GONDOMAR.pdf> – Data de Acesso: 4 de dezembro de 2024

<https://aguasdegondomar.pt/> – Data de Acesso: 4 de dezembro de 2024

<https://www.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm> – Data de Acesso: 6 de dezembro de 2024

[Design Coefficient Tables.pdf](#) – Data de Acesso: 6 de dezembro de 2024

[Manning's Roughness Coefficients](#) – Data de Acesso: 6 de dezembro de 2024

[Manning's "n" Values \(Roughness Coefficients\) - EngineerExcel](#) – Data de Acesso: 6 de dezembro de 2024

[WATERFLUX 3070 For district metering of potable water and custody transfer \(CT\) measurement | KROHNE Group](#) – Data de Acesso: 6 de dezembro de 2024

[Características DIP. - Dibitec](#) – Data de Acesso: 6 de dezembro de 2024

[Vantagens DIP - Dibitec](#) – Data de Acesso: 6 de dezembro de 2024

https://www.pseau.org/outils/ouvrages/ersar_hidrologia_urbana_conceitos_basicos_2010.pdf -

Data de acesso: 9 de dezembro de 2024

<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P1008BP3.TXT?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=2006+Thru+2010&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=0&XmlQuery=&File=D%3A%5Czyfiles%5CIndex%20Data%5C06thru10%5CTxt%5C00000019%5CP1008BP3.txt&User=ANONYMOUS&Password=anonymous&SortMethod=h%7C->

<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P1008BP3.TXT?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=2006+Thru+2010&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=0&XmlQuery=&File=D%3A%5Czyfiles%5CIndex%20Data%5C06thru10%5CTxt%5C00000019%5CP1008BP3.txt&User=ANONYMOUS&Password=anonymous&SortMethod=h%7C-&MaximumDocuments=1&FuzzyDegree=0&ImageQuality=r75g8/r75g8/x150y150g16/i425&Display=hpfr&DefSeekPage=x&SearchBack=ZyActionL&Back=ZyActionS&BackDesc=Results%20page&MaximumPages=1&ZyEntry=1&SeekPage=x&ZyPURL> – Data de Acesso: 9 de dezembro de 2024

https://help2.innovyze.com/infoworksicm/Content/HTML/ICM_ILCM/RTK_Method.htm - Data de Acesso: 14 de dezembro de 2024

<https://www.icwmm.org/Archive/2010-C019-11/a-step-by-step-procedure-for-calculating-a-physically-based-time-to-peak-recession-time-and-rdii-v> – Data de Acesso: 14 de dezembro de 2024

https://www.vesiyhdistys.fi/wp-content/uploads/2020/09/Hule2020_AlmeidaPedro.pdf – Data de Acesso: 14 de dezembro de 2024

<https://help.autodesk.com/view/IWICMS/2025/ENU/?guid=GUID-54F4D3D3-43E6-4553-912A-530535A408C7> – Data de Acesso: 15 de dezembro de 2024

<https://www.chiwater.com/Files/UsersGuideToSWMM5Edn13.pdf> - Data de Acesso: 16 de dezembro de 2024

https://apambiente.pt/sites/default/files/_SNIAMB_Agua/DRH/PlaneamentoOrdenamento/PlanosSetoriais/SetorUrbano/PENSAAR2020/2020_Relatorio_GAG_PENSAAR_2020.pdf?utm_source=chatgpt.com – Data de Acesso: Novembro de 2024

Bibliografia (IMAGENS):

[1] – https://www.halifaxwater.ca/sites/default/files/2024-02/smoke_test_fact_sheet.pdf

[2] - <https://www.vapar.co/what-is-pipe-jetting/>

[3] - https://en.wikipedia.org/wiki/Gondomar%2C_Portugal

[4] - https://help2.innovyze.com/infoworksicm/Content/HTML/ICM_ILCM/RTK_Method.htm

Anexos

ANEXO A.1. VALORES DE CAUDAL – CONSUMOS POR RAMAL

Coletor	Ramal AR	Comprimento [m]	Consumo por ramais [m³/ano]	Consumo por coletor [m³/ano]
1250727	1180190	53.88	137	1322
	1180191		79	
	1180191		79	
	1180192		74	
	1180193		156	
	1188499		118	
	1188499		118	
	1188511		208	
	1188511		208	
	1188512		145	
1250724	1180180	54.3	39	1591
	1180181		101	
	1180181		101	
	1180181		101	
	1180185		138	
	1180185		138	
	1180185		138	
	1187594		694	
	1188513		141	
1250723	1180045	50.88	175	2974
	1180046		163	
	1180046		163	
	1180046		163	
	1180046		163	
	1180046		163	
	1180046		163	
	1180046		163	
	1180047		69	
	1180047		69	
	1180170		115	
	1180170		115	
	1180170		115	
	1180171		205	
	1180171		205	
	1180172		43	
	1180172		43	
	1180173		60	
	1180174		107	
	1180174		107	
	1180174		107	

	1180175		121	
	1180176		88	
	1180182		89	
1259072	1180179	11.05	196	392
	1180179		196	
1259073		8.06	11	11
	1180177		21	
1259071	1180177	31.17	21	260
	1188933		218	
1259070		8	0	0
1259067		20.27	0	0
1259066		24.26	0	0
1259065		21.46	0	0
1258846		18.07	0	0
	1180186		55	
1251437	1180186	31.15	55	358
	1188498		124	
	1188498		124	
	1180187		34	
	1180188		114	
	1180189		5	
	1180189		5	
1251438	1192861	31.8	309	2012
	1192861		309	
	1192861		309	
	1192861		309	
	1192861		309	
	1192861		309	
1258748		11.92	0	0
1259069	1192769	47.12	75	75
1258747		14.34	0	0
1258746		14.12	0	0
1258745		15.78	0	0
1258744		13.61	0	0
1258743	1192771	23.49	122	244
	1192771		122	
1258742		21.18	0	0
1258741		15.3	0	0

ANEXO A.2. VALORES DE ESCOLHA PARA CALIBRAÇÃO – NÍVEL E CAUDAL

Calibração dos valores de nível - escolha de semanas					
Nó associado	1235114		Nó associado	1235121	
Data	Tempo	Nível	Data	Tempo	Nível
07/08/2023	00:00	0.0574	07/08/2023	00:00	0.0082
07/08/2023	01:00	0.0584	07/08/2023	01:00	0.0078
07/08/2023	02:00	0.0565	07/08/2023	02:00	0.0078
07/08/2023	03:00	0.058	07/08/2023	03:00	0.008
07/08/2023	04:00	0.0579	07/08/2023	04:00	0.0072
07/08/2023	05:00	0.0581	07/08/2023	05:00	0.0079
07/08/2023	06:00	0.0563	07/08/2023	06:00	0.0111
07/08/2023	07:00	0.0569	07/08/2023	07:00	0.01
07/08/2023	08:00	0.0573	07/08/2023	08:00	0.0107
07/08/2023	09:00	0.0595	07/08/2023	09:00	0.01
07/08/2023	10:00	0.0587	07/08/2023	10:00	0.012
07/08/2023	11:00	0.0549	07/08/2023	11:00	0.0111
07/08/2023	12:00	0.0511	07/08/2023	12:00	0.0115
07/08/2023	13:00	0.0373	07/08/2023	13:00	0.0108
07/08/2023	14:00	0.0398	07/08/2023	14:00	0.0086
07/08/2023	15:00	0.0363	07/08/2023	15:00	0.0097
07/08/2023	16:00	0.0363	07/08/2023	16:00	0.0093
07/08/2023	17:00	0.0347	07/08/2023	17:00	0.009
07/08/2023	18:00	0.0264	07/08/2023	18:00	0.0095
07/08/2023	19:00	0.0126	07/08/2023	19:00	0.0102
07/08/2023	20:00	0.0139	07/08/2023	20:00	0.0102
07/08/2023	21:00	0.0124	07/08/2023	21:00	0.0104
07/08/2023	22:00	0.0122	07/08/2023	22:00	0.0093
07/08/2023	23:00	0.0124	07/08/2023	23:00	0.0085
08/08/2023	00:00	0.0124	08/08/2023	00:00	0.0083
08/08/2023	01:00	0.0124	08/08/2023	01:00	0.008
08/08/2023	02:00	0.0114	08/08/2023	02:00	0.0083
08/08/2023	03:00	0.0116	08/08/2023	03:00	0.0085
08/08/2023	04:00	0.0115	08/08/2023	04:00	0.0106
08/08/2023	05:00	0.0122	08/08/2023	05:00	0.0105
08/08/2023	06:00	0.0116	08/08/2023	06:00	0.0096
08/08/2023	07:00	0.011	08/08/2023	07:00	0.0111
08/08/2023	08:00	0.0135	08/08/2023	08:00	0.0116
08/08/2023	09:00	0.0121	08/08/2023	09:00	0.0102
08/08/2023	10:00	0.0125	08/08/2023	10:00	0.0119
08/08/2023	11:00	0.0119	08/08/2023	11:00	0.0094
08/08/2023	12:00	0.0123	08/08/2023	12:00	0.0105
08/08/2023	13:00	0.0151	08/08/2023	13:00	0.0106
08/08/2023	14:00	0.0176	08/08/2023	14:00	0.0104

08/08/2023	15:00	0.0133	08/08/2023	15:00	0.0095
08/08/2023	16:00	0.0117	08/08/2023	16:00	0.0108
08/08/2023	17:00	0.0117	08/08/2023	17:00	0.01
08/08/2023	18:00	0.0125	08/08/2023	18:00	0.0095
08/08/2023	19:00	0.0132	08/08/2023	19:00	0.0111
08/08/2023	20:00	0.0129	08/08/2023	20:00	0.0092
08/08/2023	21:00	0.0128	08/08/2023	21:00	0.0103
08/08/2023	22:00	0.0132	08/08/2023	22:00	0.0101
08/08/2023	23:00	0.0129	08/08/2023	23:00	0.0086
09/08/2023	00:00	0.0124	09/08/2023	00:00	0.0083
09/08/2023	01:00	0.0124	09/08/2023	01:00	0.0082
09/08/2023	02:00	0.0114	09/08/2023	02:00	0.008
09/08/2023	03:00	0.0116	09/08/2023	03:00	0.0081
09/08/2023	04:00	0.0115	09/08/2023	04:00	0.0081
09/08/2023	05:00	0.0122	09/08/2023	05:00	0.0089
09/08/2023	06:00	0.0116	09/08/2023	06:00	0.0105
09/08/2023	07:00	0.011	09/08/2023	07:00	0.0097
09/08/2023	08:00	0.0135	09/08/2023	08:00	0.0101
09/08/2023	09:00	0.0121	09/08/2023	09:00	0.0095
09/08/2023	10:00	0.0125	09/08/2023	10:00	0.011
09/08/2023	11:00	0.0119	09/08/2023	11:00	0.0104
09/08/2023	12:00	0.0123	09/08/2023	12:00	0.0113
09/08/2023	13:00	0.0151	09/08/2023	13:00	0.0115
09/08/2023	14:00	0.0176	09/08/2023	14:00	0.0107
09/08/2023	15:00	0.0133	09/08/2023	15:00	0.0102
09/08/2023	16:00	0.0117	09/08/2023	16:00	0.009
09/08/2023	17:00	0.0117	09/08/2023	17:00	0.0097
09/08/2023	18:00	0.0125	09/08/2023	18:00	0.0091
09/08/2023	19:00	0.0132	09/08/2023	19:00	0.0106
09/08/2023	20:00	0.0129	09/08/2023	20:00	0.0105
09/08/2023	21:00	0.0128	09/08/2023	21:00	0.0099
09/08/2023	22:00	0.0132	09/08/2023	22:00	0.0101
09/08/2023	23:00	0.0129	09/08/2023	23:00	0.0092
10/08/2023	00:00	0.0388	10/08/2023	00:00	0.008
10/08/2023	01:00	0.0344	10/08/2023	01:00	0.008
10/08/2023	02:00	0.0087	10/08/2023	02:00	0.008
10/08/2023	03:00	0.0102	10/08/2023	03:00	0.0081
10/08/2023	04:00	0.0104	10/08/2023	04:00	0.0081
10/08/2023	05:00	0.0089	10/08/2023	05:00	0.0086
10/08/2023	06:00	0.0167	10/08/2023	06:00	0.0108
10/08/2023	07:00	0.0105	10/08/2023	07:00	0.0119
10/08/2023	08:00	0.0196	10/08/2023	08:00	0.0108
10/08/2023	09:00	0.0114	10/08/2023	09:00	0.01
10/08/2023	10:00	0.0089	10/08/2023	10:00	0.0111
10/08/2023	11:00	0.015	10/08/2023	11:00	0.0116

10/08/2023	12:00	0.0114	10/08/2023	12:00	0.0107
10/08/2023	13:00	0.0081	10/08/2023	13:00	0.0126
10/08/2023	14:00	0.012	10/08/2023	14:00	0.0098
10/08/2023	15:00	0.0109	10/08/2023	15:00	0.0091
10/08/2023	16:00	0.0155	10/08/2023	16:00	0.0094
10/08/2023	17:00	0.0157	10/08/2023	17:00	0.0097
10/08/2023	18:00	0.0106	10/08/2023	18:00	0.011
10/08/2023	19:00	0.0108	10/08/2023	19:00	0.0106
10/08/2023	20:00	0.0125	10/08/2023	20:00	0.0107
10/08/2023	21:00	0.0095	10/08/2023	21:00	0.0092
10/08/2023	22:00	0.0085	10/08/2023	22:00	0.014
10/08/2023	23:00	0.0089	10/08/2023	23:00	0.0197
11/08/2023	00:00	0.0091	11/08/2023	00:00	0.0087
11/08/2023	01:00	0.0149	11/08/2023	01:00	0.008
11/08/2023	02:00	0.0096	11/08/2023	02:00	0.008
11/08/2023	03:00	0.0087	11/08/2023	03:00	0.0078
11/08/2023	04:00	0.0082	11/08/2023	04:00	0.0086
11/08/2023	05:00	0.0086	11/08/2023	05:00	0.0092
11/08/2023	06:00	0.0094	11/08/2023	06:00	0.0095
11/08/2023	07:00	0.0141	11/08/2023	07:00	0.0098
11/08/2023	08:00	0.0221	11/08/2023	08:00	0.0108
11/08/2023	09:00	0.0255	11/08/2023	09:00	0.0113
11/08/2023	10:00	0.0141	11/08/2023	10:00	0.011
11/08/2023	11:00	0.0166	11/08/2023	11:00	0.0109
11/08/2023	12:00	0.0278	11/08/2023	12:00	0.0111
11/08/2023	13:00	0.0229	11/08/2023	13:00	0.0096
11/08/2023	14:00	0.0221	11/08/2023	14:00	0.0099
11/08/2023	15:00	0.0182	11/08/2023	15:00	0.012
11/08/2023	16:00	0.0161	11/08/2023	16:00	0.0095
11/08/2023	17:00	0.0131	11/08/2023	17:00	0.0107
11/08/2023	18:00	0.0182	11/08/2023	18:00	0.0105
11/08/2023	19:00	0.0181	11/08/2023	19:00	0.0112
11/08/2023	20:00	0.0101	11/08/2023	20:00	0.0101
11/08/2023	21:00	0.0122	11/08/2023	21:00	0.01
11/08/2023	22:00	0.0148	11/08/2023	22:00	0.01
11/08/2023	23:00	0.0165	11/08/2023	23:00	0.0095
05/08/2024	00:00	0.0118	05/08/2024	00:00	0.0087
05/08/2024	01:00	0.008	05/08/2024	01:00	0.0083
05/08/2024	02:00	0.0082	05/08/2024	02:00	0.008
05/08/2024	03:00	0.0087	05/08/2024	03:00	0.0081
05/08/2024	04:00	0.008	05/08/2024	04:00	0.0081
05/08/2024	05:00	0.0086	05/08/2024	05:00	0.0083
05/08/2024	06:00	0.0094	05/08/2024	06:00	0.0106
05/08/2024	07:00	0.0112	05/08/2024	07:00	0.0116
05/08/2024	08:00	0.0109	05/08/2024	08:00	0.0105

05/08/2024	09:00	0.0102	05/08/2024	09:00	0.0097
05/08/2024	10:00	0.0112	05/08/2024	10:00	0.0109
05/08/2024	11:00	0.0116	05/08/2024	11:00	0.0111
05/08/2024	12:00	0.0118	05/08/2024	12:00	0.0106
05/08/2024	13:00	0.0111	05/08/2024	13:00	0.011
05/08/2024	14:00	0.0112	05/08/2024	14:00	0.0102
05/08/2024	15:00	0.0105	05/08/2024	15:00	0.01
05/08/2024	16:00	0.0128	05/08/2024	16:00	0.0094
05/08/2024	17:00	0.0108	05/08/2024	17:00	0.0098
05/08/2024	18:00	0.0101	05/08/2024	18:00	0.0102
05/08/2024	19:00	0.01	05/08/2024	19:00	0.0098
05/08/2024	20:00	0.0113	05/08/2024	20:00	0.0104
05/08/2024	21:00	0.0116	05/08/2024	21:00	0.0103
05/08/2024	22:00	0.0108	05/08/2024	22:00	0.0099
05/08/2024	23:00	0.0099	05/08/2024	23:00	0.0087
06/08/2024	00:00	0.0086	06/08/2024	00:00	0.0101
06/08/2024	01:00	0.0086	06/08/2024	01:00	0.0083
06/08/2024	02:00	0.0084	06/08/2024	02:00	0.0079
06/08/2024	03:00	0.0104	06/08/2024	03:00	0.0072
06/08/2024	04:00	0.0091	06/08/2024	04:00	0.0079
06/08/2024	05:00	0.0084	06/08/2024	05:00	0.0085
06/08/2024	06:00	0.0105	06/08/2024	06:00	0.0101
06/08/2024	07:00	0.0112	06/08/2024	07:00	0.01
06/08/2024	08:00	0.0117	06/08/2024	08:00	0.0106
06/08/2024	09:00	0.0112	06/08/2024	09:00	0.0111
06/08/2024	10:00	0.0096	06/08/2024	10:00	0.0104
06/08/2024	11:00	0.0087	06/08/2024	11:00	0.0097
06/08/2024	12:00	0.0115	06/08/2024	12:00	0.0111
06/08/2024	13:00	0.011	06/08/2024	13:00	0.0099
06/08/2024	14:00	0.0108	06/08/2024	14:00	0.0101
06/08/2024	15:00	0.0113	06/08/2024	15:00	0.0097
06/08/2024	16:00	0.0109	06/08/2024	16:00	0.0099
06/08/2024	17:00	0.011	06/08/2024	17:00	0.0101
06/08/2024	18:00	0.0111	06/08/2024	18:00	0.0098
06/08/2024	19:00	0.0131	06/08/2024	19:00	0.0111
06/08/2024	20:00	0.0111	06/08/2024	20:00	0.0096
06/08/2024	21:00	0.0113	06/08/2024	21:00	0.011
06/08/2024	22:00	0.0114	06/08/2024	22:00	0.0096
06/08/2024	23:00	0.0114	06/08/2024	23:00	0.0098
07/08/2024	00:00	0.0092	07/08/2024	00:00	0.0081
07/08/2024	01:00	0.0086	07/08/2024	01:00	0.0083
07/08/2024	02:00	0.008	07/08/2024	02:00	0.008
07/08/2024	03:00	0.0084	07/08/2024	03:00	0.0081
07/08/2024	04:00	0.0086	07/08/2024	04:00	0.0089
07/08/2024	05:00	0.0095	07/08/2024	05:00	0.0093

07/08/2024	06:00	0.0103	07/08/2024	06:00	0.0158
07/08/2024	07:00	0.0112	07/08/2024	07:00	0.0155
07/08/2024	08:00	0.0112	07/08/2024	08:00	0.014
07/08/2024	09:00	0.0112	07/08/2024	09:00	0.0126
07/08/2024	10:00	0.0114	07/08/2024	10:00	0.0133
07/08/2024	11:00	0.0113	07/08/2024	11:00	0.0108
07/08/2024	12:00	0.0113	07/08/2024	12:00	0.0109
07/08/2024	13:00	0.0112	07/08/2024	13:00	0.0117
07/08/2024	14:00	0.0102	07/08/2024	14:00	0.0105
07/08/2024	15:00	0.0102	07/08/2024	15:00	0.0106
07/08/2024	16:00	0.0102	07/08/2024	16:00	0.0101
07/08/2024	17:00	0.01	07/08/2024	17:00	0.0092
07/08/2024	18:00	0.0109	07/08/2024	18:00	0.0115
07/08/2024	19:00	0.0114	07/08/2024	19:00	0.0121
07/08/2024	20:00	0.0128	07/08/2024	20:00	0.0124
07/08/2024	21:00	0.0117	07/08/2024	21:00	0.0111
07/08/2024	22:00	0.0112	07/08/2024	22:00	0.011
07/08/2024	23:00	0.0113	07/08/2024	23:00	0.0099
08/08/2024	00:00	0.0099	08/08/2024	00:00	0.0088
08/08/2024	01:00	0.0093	08/08/2024	01:00	0.0091
08/08/2024	02:00	0.0082	08/08/2024	02:00	0.0089
08/08/2024	03:00	0.0088	08/08/2024	03:00	0.0087
08/08/2024	04:00	0.0088	08/08/2024	04:00	0.0082
08/08/2024	05:00	0.0116	08/08/2024	05:00	0.0099
08/08/2024	06:00	0.0115	08/08/2024	06:00	0.0109
08/08/2024	07:00	0.0114	08/08/2024	07:00	0.0107
08/08/2024	08:00	0.0112	08/08/2024	08:00	0.0109
08/08/2024	09:00	0.0117	08/08/2024	09:00	0.0107
08/08/2024	10:00	0.0115	08/08/2024	10:00	0.0123
08/08/2024	11:00	0.0114	08/08/2024	11:00	0.0109
08/08/2024	12:00	0.0111	08/08/2024	12:00	0.011
08/08/2024	13:00	0.0114	08/08/2024	13:00	0.0124
08/08/2024	14:00	0.013	08/08/2024	14:00	0.0134
08/08/2024	15:00	0.012	08/08/2024	15:00	0.0102
08/08/2024	16:00	0.0123	08/08/2024	16:00	0.0104
08/08/2024	17:00	0.0113	08/08/2024	17:00	0.0101
08/08/2024	18:00	0.0119	08/08/2024	18:00	0.0105
08/08/2024	19:00	0.0114	08/08/2024	19:00	0.0114
08/08/2024	20:00	0.011	08/08/2024	20:00	0.0099
08/08/2024	21:00	0.0112	08/08/2024	21:00	0.0101
08/08/2024	22:00	0.011	08/08/2024	22:00	0.0111
08/08/2024	23:00	0.0116	08/08/2024	23:00	0.0095
09/08/2024	00:00	0.0109	09/08/2024	00:00	0.0085
09/08/2024	01:00	0.0109	09/08/2024	01:00	0.0082
09/08/2024	02:00	0.0103	09/08/2024	02:00	0.008

09/08/2024	03:00	0.0092	09/08/2024	03:00	0.0081
09/08/2024	04:00	0.0092	09/08/2024	04:00	0.0082
09/08/2024	05:00	0.0101	09/08/2024	05:00	0.0086
09/08/2024	06:00	0.011	09/08/2024	06:00	0.011
09/08/2024	07:00	0.0115	09/08/2024	07:00	0.0104
09/08/2024	08:00	0.0118	09/08/2024	08:00	0.0102
09/08/2024	09:00	0.0114	09/08/2024	09:00	0.0102
09/08/2024	10:00	0.012	09/08/2024	10:00	0.0092
09/08/2024	11:00	0.0116	09/08/2024	11:00	0.0113
09/08/2024	12:00	0.0114	09/08/2024	12:00	0.0108
09/08/2024	13:00	0.0112	09/08/2024	13:00	0.0113
09/08/2024	14:00	0.0104	09/08/2024	14:00	0.0102
09/08/2024	15:00	0.0122	09/08/2024	15:00	0.0108
09/08/2024	16:00	0.0112	09/08/2024	16:00	0.0105
09/08/2024	17:00	0.0104	09/08/2024	17:00	0.0104
09/08/2024	18:00	0.011	09/08/2024	18:00	0.0108
09/08/2024	19:00	0.0114	09/08/2024	19:00	0.0098
09/08/2024	20:00	0.0132	09/08/2024	20:00	0.0098
09/08/2024	21:00	0.0127	09/08/2024	21:00	0.0103
09/08/2024	22:00	0.0122	09/08/2024	22:00	0.0107
09/08/2024	23:00	0.0098	09/08/2024	23:00	0.0093
12/08/2024	00:00	0.0085	12/08/2024	00:00	0.0082
12/08/2024	01:00	0.0111	12/08/2024	01:00	0.0082
12/08/2024	02:00	0.0093	12/08/2024	02:00	0.0081
12/08/2024	03:00	0.0086	12/08/2024	03:00	0.0082
12/08/2024	04:00	0.0082	12/08/2024	04:00	0.0083
12/08/2024	05:00	0.0084	12/08/2024	05:00	0.0086
12/08/2024	06:00	0.0082	12/08/2024	06:00	0.0093
12/08/2024	07:00	0.0101	12/08/2024	07:00	0.0101
12/08/2024	08:00	0.0114	12/08/2024	08:00	0.0095
12/08/2024	09:00	0.011	12/08/2024	09:00	0.0101
12/08/2024	10:00	0.0108	12/08/2024	10:00	0.0109
12/08/2024	11:00	0.0117	12/08/2024	11:00	0.0113
12/08/2024	12:00	0.0109	12/08/2024	12:00	0.0115
12/08/2024	13:00	0.0087	12/08/2024	13:00	0.0107
12/08/2024	14:00	0.0107	12/08/2024	14:00	0.0104
12/08/2024	15:00	0.0113	12/08/2024	15:00	0.0108
12/08/2024	16:00	0.0106	12/08/2024	16:00	0.0099
12/08/2024	17:00	0.0092	12/08/2024	17:00	0.0111
12/08/2024	18:00	0.0101	12/08/2024	18:00	0.011
12/08/2024	19:00	0.0108	12/08/2024	19:00	0.0112
12/08/2024	20:00	0.0109	12/08/2024	20:00	0.0115
12/08/2024	21:00	0.0093	12/08/2024	21:00	0.01
12/08/2024	22:00	0.0091	12/08/2024	22:00	0.0098
12/08/2024	23:00	0.0085	12/08/2024	23:00	0.0086

13/08/2024	00:00	0.0083	13/08/2024	00:00	0.0075
13/08/2024	01:00	0.008	13/08/2024	01:00	0.0087
13/08/2024	02:00	0.008	13/08/2024	02:00	0.0082
13/08/2024	03:00	0.0079	13/08/2024	03:00	0.0081
13/08/2024	04:00	0.0084	13/08/2024	04:00	0.0081
13/08/2024	05:00	0.0091	13/08/2024	05:00	0.0084
13/08/2024	06:00	0.01	13/08/2024	06:00	0.0098
13/08/2024	07:00	0.0118	13/08/2024	07:00	0.0103
13/08/2024	08:00	0.0112	13/08/2024	08:00	0.0099
13/08/2024	09:00	0.0113	13/08/2024	09:00	0.0127
13/08/2024	10:00	0.0092	13/08/2024	10:00	0.0109
13/08/2024	11:00	0.0085	13/08/2024	11:00	0.0101
13/08/2024	12:00	0.009	13/08/2024	12:00	0.0113
13/08/2024	13:00	0.0111	13/08/2024	13:00	0.0108
13/08/2024	14:00	0.0109	13/08/2024	14:00	0.0114
13/08/2024	15:00	0.0103	13/08/2024	15:00	0.009
13/08/2024	16:00	0.0083	13/08/2024	16:00	0.0092
13/08/2024	17:00	0.0108	13/08/2024	17:00	0.0109
13/08/2024	18:00	0.0111	13/08/2024	18:00	0.01
13/08/2024	19:00	0.0109	13/08/2024	19:00	0.0112
13/08/2024	20:00	0.0104	13/08/2024	20:00	0.0119
13/08/2024	21:00	0.0113	13/08/2024	21:00	0.0168
13/08/2024	22:00	0.0114	13/08/2024	22:00	0.0168
13/08/2024	23:00	0.0112	13/08/2024	23:00	0.0095
14/08/2024	00:00	0.0103	14/08/2024	00:00	0.0083
14/08/2024	01:00	0.0097	14/08/2024	01:00	0.0083
14/08/2024	02:00	0.0087	14/08/2024	02:00	0.0083
14/08/2024	03:00	0.0091	14/08/2024	03:00	0.0081
14/08/2024	04:00	0.0114	14/08/2024	04:00	0.0081
14/08/2024	05:00	0.0096	14/08/2024	05:00	0.0083
14/08/2024	06:00	0.0118	14/08/2024	06:00	0.0096
14/08/2024	07:00	0.0102	14/08/2024	07:00	0.0098
14/08/2024	08:00	0.0114	14/08/2024	08:00	0.0098
14/08/2024	09:00	0.0115	14/08/2024	09:00	0.0102
14/08/2024	10:00	0.0109	14/08/2024	10:00	0.0096
14/08/2024	11:00	0.0111	14/08/2024	11:00	0.0104
14/08/2024	12:00	0.0105	14/08/2024	12:00	0.0103
14/08/2024	13:00	0.0111	14/08/2024	13:00	0.0106
14/08/2024	14:00	0.0115	14/08/2024	14:00	0.0096
14/08/2024	15:00	0.0092	14/08/2024	15:00	0.012
14/08/2024	16:00	0.0092	14/08/2024	16:00	0.0103
14/08/2024	17:00	0.0099	14/08/2024	17:00	0.0112
14/08/2024	18:00	0.0121	14/08/2024	18:00	0.0119
14/08/2024	19:00	0.0112	14/08/2024	19:00	0.0119
14/08/2024	20:00	0.0123	14/08/2024	20:00	0.0118

14/08/2024	21:00	0.011	14/08/2024	21:00	0.0115
14/08/2024	22:00	0.011	14/08/2024	22:00	0.0122
14/08/2024	23:00	0.0115	14/08/2024	23:00	0.0118
15/08/2024	00:00	0.009	15/08/2024	00:00	0.0114
15/08/2024	01:00	0.0082	15/08/2024	01:00	0.0107
15/08/2024	02:00	0.0082	15/08/2024	02:00	0.0077
15/08/2024	03:00	0.009	15/08/2024	03:00	0.0081
15/08/2024	04:00	0.0085	15/08/2024	04:00	0.0081
15/08/2024	05:00	0.0113	15/08/2024	05:00	0.0082
15/08/2024	06:00	0.0109	15/08/2024	06:00	0.0082
15/08/2024	07:00	0.0138	15/08/2024	07:00	0.0092
15/08/2024	08:00	0.0127	15/08/2024	08:00	0.0119
15/08/2024	09:00	0.0117	15/08/2024	09:00	0.0091
15/08/2024	10:00	0.0104	15/08/2024	10:00	0.0119
15/08/2024	11:00	0.0086	15/08/2024	11:00	0.011
15/08/2024	12:00	0.0092	15/08/2024	12:00	0.0114
15/08/2024	13:00	0.0094	15/08/2024	13:00	0.012
15/08/2024	14:00	0.0112	15/08/2024	14:00	0.0092
15/08/2024	15:00	0.0117	15/08/2024	15:00	0.0086
15/08/2024	16:00	0.0102	15/08/2024	16:00	0.0088
15/08/2024	17:00	0.013	15/08/2024	17:00	0.0112
15/08/2024	18:00	0.0114	15/08/2024	18:00	0.0113
15/08/2024	19:00	0.0101	15/08/2024	19:00	0.0115
15/08/2024	20:00	0.0101	15/08/2024	20:00	0.0113
15/08/2024	21:00	0.0121	15/08/2024	21:00	0.0091
15/08/2024	22:00	0.0103	15/08/2024	22:00	0.0109
15/08/2024	23:00	0.0117	15/08/2024	23:00	0.0092
16/08/2024	00:00	0.0171	16/08/2024	00:00	0.0095
16/08/2024	01:00	0.0122	16/08/2024	01:00	0.0075
16/08/2024	02:00	0.0085	16/08/2024	02:00	0.0081
16/08/2024	03:00	0.0083	16/08/2024	03:00	0.0076
16/08/2024	04:00	0.008	16/08/2024	04:00	0.0082
16/08/2024	05:00	0.0092	16/08/2024	05:00	0.0084
16/08/2024	06:00	0.0099	16/08/2024	06:00	0.0095
16/08/2024	07:00	0.0099	16/08/2024	07:00	0.0096
16/08/2024	08:00	0.0092	16/08/2024	08:00	0.0102
16/08/2024	09:00	0.0121	16/08/2024	09:00	0.0115
16/08/2024	10:00	0.0105	16/08/2024	10:00	0.0109
16/08/2024	11:00	0.0103	16/08/2024	11:00	0.0116
16/08/2024	12:00	0.0109	16/08/2024	12:00	0.0118
16/08/2024	13:00	0.0126	16/08/2024	13:00	0.012
16/08/2024	14:00	0.0117	16/08/2024	14:00	0.0112
16/08/2024	15:00	0.0146	16/08/2024	15:00	0.0107
16/08/2024	16:00	0.0107	16/08/2024	16:00	0.0121
16/08/2024	17:00	0.0122	16/08/2024	17:00	0.0114

16/08/2024	18:00	0.0125	16/08/2024	18:00	0.012
16/08/2024	19:00	0.0139	16/08/2024	19:00	0.0116
16/08/2024	20:00	0.0099	16/08/2024	20:00	0.0112
16/08/2024	21:00	0.0127	16/08/2024	21:00	0.009
16/08/2024	22:00	0.0182	16/08/2024	22:00	0.0102
16/08/2024	23:00	0.0154	16/08/2024	23:00	0.0098
19/08/2024	00:00	0.0125	19/08/2024	00:00	0.009
19/08/2024	01:00	0.0085	19/08/2024	01:00	0.0085
19/08/2024	02:00	0.0085	19/08/2024	02:00	0.0084
19/08/2024	03:00	0.0082	19/08/2024	03:00	0.0078
19/08/2024	04:00	0.0083	19/08/2024	04:00	0.0078
19/08/2024	05:00	0.0083	19/08/2024	05:00	0.0086
19/08/2024	06:00	0.0093	19/08/2024	06:00	0.0105
19/08/2024	07:00	0.0113	19/08/2024	07:00	0.0114
19/08/2024	08:00	0.0094	19/08/2024	08:00	0.0119
19/08/2024	09:00	0.0138	19/08/2024	09:00	0.0119
19/08/2024	10:00	0.0112	19/08/2024	10:00	0.0113
19/08/2024	11:00	0.0107	19/08/2024	11:00	0.0117
19/08/2024	12:00	0.0129	19/08/2024	12:00	0.0125
19/08/2024	13:00	0.0103	19/08/2024	13:00	0.0116
19/08/2024	14:00	0.0094	19/08/2024	14:00	0.011
19/08/2024	15:00	0.0095	19/08/2024	15:00	0.0105
19/08/2024	16:00	0.0088	19/08/2024	16:00	0.0108
19/08/2024	17:00	0.0096	19/08/2024	17:00	0.0122
19/08/2024	18:00	0.0088	19/08/2024	18:00	0.0116
19/08/2024	19:00	0.0119	19/08/2024	19:00	0.0105
19/08/2024	20:00	0.012	19/08/2024	20:00	0.0112
19/08/2024	21:00	0.0111	19/08/2024	21:00	0.0114
19/08/2024	22:00	0.0111	19/08/2024	22:00	0.0097
19/08/2024	23:00	0.0109	19/08/2024	23:00	0.0102
20/08/2024	00:00	0.0089	20/08/2024	00:00	0.0081
20/08/2024	01:00	0.0082	20/08/2024	01:00	0.008
20/08/2024	02:00	0.008	20/08/2024	02:00	0.0077
20/08/2024	03:00	0.0082	20/08/2024	03:00	0.0075
20/08/2024	04:00	0.0082	20/08/2024	04:00	0.0078
20/08/2024	05:00	0.0082	20/08/2024	05:00	0.009
20/08/2024	06:00	0.0083	20/08/2024	06:00	0.0104
20/08/2024	07:00	0.0112	20/08/2024	07:00	0.0112
20/08/2024	08:00	0.0115	20/08/2024	08:00	0.011
20/08/2024	09:00	0.0109	20/08/2024	09:00	0.0106
20/08/2024	10:00	0.0084	20/08/2024	10:00	0.0102
20/08/2024	11:00	0.0092	20/08/2024	11:00	0.0107
20/08/2024	12:00	0.0087	20/08/2024	12:00	0.0114
20/08/2024	13:00	0.0089	20/08/2024	13:00	0.0114
20/08/2024	14:00	0.0109	20/08/2024	14:00	0.0106

20/08/2024	15:00	0.0082	20/08/2024	15:00	0.0095
20/08/2024	16:00	0.0102	20/08/2024	16:00	0.0091
20/08/2024	17:00	0.0088	20/08/2024	17:00	0.0108
20/08/2024	18:00	0.0097	20/08/2024	18:00	0.0117
20/08/2024	19:00	0.0085	20/08/2024	19:00	0.0112
20/08/2024	20:00	0.0099	20/08/2024	20:00	0.0105
20/08/2024	21:00	0.011	20/08/2024	21:00	0.0107
20/08/2024	22:00	0.0093	20/08/2024	22:00	0.0109
20/08/2024	23:00	0.0082	20/08/2024	23:00	0.0079
21/08/2024	00:00	0.008	21/08/2024	00:00	0.0083
21/08/2024	01:00	0.0101	21/08/2024	01:00	0.0076
21/08/2024	02:00	0.008	21/08/2024	02:00	0.0072
21/08/2024	03:00	0.008	21/08/2024	03:00	0.0074
21/08/2024	04:00	0.008	21/08/2024	04:00	0.009
21/08/2024	05:00	0.008	21/08/2024	05:00	0.008
21/08/2024	06:00	0.0082	21/08/2024	06:00	0.0098
21/08/2024	07:00	0.0081	21/08/2024	07:00	0.0116
21/08/2024	08:00	0.0099	21/08/2024	08:00	0.0106
21/08/2024	09:00	0.0081	21/08/2024	09:00	0.0111
21/08/2024	10:00	0.0093	21/08/2024	10:00	0.0111
21/08/2024	11:00	0.0087	21/08/2024	11:00	0.0118
21/08/2024	12:00	0.0083	21/08/2024	12:00	0.0118
21/08/2024	13:00	0.0082	21/08/2024	13:00	0.012
21/08/2024	14:00	0.0082	21/08/2024	14:00	0.0116
21/08/2024	15:00	0.008	21/08/2024	15:00	0.0108
21/08/2024	16:00	0.008	21/08/2024	16:00	0.0109
21/08/2024	17:00	0.0081	21/08/2024	17:00	0.0113
21/08/2024	18:00	0.0081	21/08/2024	18:00	0.0114
21/08/2024	19:00	0.0084	21/08/2024	19:00	0.0112
21/08/2024	20:00	0.008	21/08/2024	20:00	0.0119
21/08/2024	21:00	0.0084	21/08/2024	21:00	0.0115
21/08/2024	22:00	0.0082	21/08/2024	22:00	0.0109
21/08/2024	23:00	0.008	21/08/2024	23:00	0.0089
22/08/2024	00:00	0.008	22/08/2024	00:00	0.0086
22/08/2024	01:00	0.008	22/08/2024	01:00	0.0081
22/08/2024	02:00	0.0081	22/08/2024	02:00	0.0085
22/08/2024	03:00	0.008	22/08/2024	03:00	0.0074
22/08/2024	04:00	0.0083	22/08/2024	04:00	0.008
22/08/2024	05:00	0.0084	22/08/2024	05:00	0.0082
22/08/2024	06:00	0.0085	22/08/2024	06:00	0.0117
22/08/2024	07:00	0.0082	22/08/2024	07:00	0.0098
22/08/2024	08:00	0.0084	22/08/2024	08:00	0.0104
22/08/2024	09:00	0.0089	22/08/2024	09:00	0.0121
22/08/2024	10:00	0.0083	22/08/2024	10:00	0.0115
22/08/2024	11:00	0.0084	22/08/2024	11:00	0.0116

22/08/2024	12:00	0.01	22/08/2024	12:00	0.0111
22/08/2024	13:00	0.0082	22/08/2024	13:00	0.011
22/08/2024	14:00	0.0079	22/08/2024	14:00	0.0122
22/08/2024	15:00	0.0081	22/08/2024	15:00	0.0114
22/08/2024	16:00	0.0084	22/08/2024	16:00	0.0116
22/08/2024	17:00	0.0082	22/08/2024	17:00	0.0105
22/08/2024	18:00	0.0081	22/08/2024	18:00	0.0109
22/08/2024	19:00	0.0083	22/08/2024	19:00	0.011
22/08/2024	20:00	0.0082	22/08/2024	20:00	0.0109
22/08/2024	21:00	0.0082	22/08/2024	21:00	0.0108
22/08/2024	22:00	0.0083	22/08/2024	22:00	0.0107
22/08/2024	23:00	0.0079	22/08/2024	23:00	0.0091
23/08/2024	00:00	0.0081	23/08/2024	00:00	0.0084
23/08/2024	01:00	0.0081	23/08/2024	01:00	0.008
23/08/2024	02:00	0.008	23/08/2024	02:00	0.0082
23/08/2024	03:00	0.0069	23/08/2024	03:00	0.0082
23/08/2024	04:00	0.0073	23/08/2024	04:00	0.0089
23/08/2024	05:00	0.0078	23/08/2024	05:00	0.0086
23/08/2024	06:00	0.0078	23/08/2024	06:00	0.0102
23/08/2024	07:00	0.008	23/08/2024	07:00	0.0106
23/08/2024	08:00	0.0071	23/08/2024	08:00	0.0116
23/08/2024	09:00	0.0067	23/08/2024	09:00	0.0099
23/08/2024	10:00	0.0066	23/08/2024	10:00	0.0096
23/08/2024	11:00	0.0073	23/08/2024	11:00	0.0115
23/08/2024	12:00	0.0062	23/08/2024	12:00	0.0108
23/08/2024	13:00	0.0056	23/08/2024	13:00	0.01
23/08/2024	14:00	0.0052	23/08/2024	14:00	0.0119
23/08/2024	15:00	0.0052	23/08/2024	15:00	0.0114
23/08/2024	16:00	0.0052	23/08/2024	16:00	0.0107
23/08/2024	17:00	0.0053	23/08/2024	17:00	0.0115
23/08/2024	18:00	0.0056	23/08/2024	18:00	0.012
23/08/2024	19:00	0.006	23/08/2024	19:00	0.0119
23/08/2024	20:00	0.0071	23/08/2024	20:00	0.0112
23/08/2024	21:00	0.0091	23/08/2024	21:00	0.0111
23/08/2024	22:00	0.0087	23/08/2024	22:00	0.0094
23/08/2024	23:00	0.0082	23/08/2024	23:00	0.0082

Calibração dos valores de caudal - escolha de semanas		
Link Associado (Coletor)		1258741
Data	Tempo	Caudal [L/s]
07/08/2023	00:00	0.022222222
07/08/2023	01:00	0
07/08/2023	02:00	0.036111111
07/08/2023	03:00	0

07/08/2023	04:00	0.008333333
07/08/2023	05:00	0.033333333
07/08/2023	06:00	0.033333333
07/08/2023	07:00	0.166666667
07/08/2023	08:00	0.047222222
07/08/2023	09:00	0.175
07/08/2023	10:00	0.063888889
07/08/2023	11:00	0.125
07/08/2023	12:00	0.186111111
07/08/2023	13:00	0.091666667
07/08/2023	14:00	0.105555556
07/08/2023	15:00	0.033333333
07/08/2023	16:00	0.019444444
07/08/2023	17:00	0.130555556
07/08/2023	18:00	0.111111111
07/08/2023	19:00	0.216666667
07/08/2023	20:00	0.075
07/08/2023	21:00	0.088888889
07/08/2023	22:00	0.105555556
07/08/2023	23:00	0
08/08/2023	00:00	0
08/08/2023	01:00	0.05
08/08/2023	02:00	0
08/08/2023	03:00	0.008333333
08/08/2023	04:00	0
08/08/2023	05:00	0.008333333
08/08/2023	06:00	0.105555556
08/08/2023	07:00	0.175
08/08/2023	08:00	0.175
08/08/2023	09:00	0
08/08/2023	10:00	0.061111111
08/08/2023	11:00	0.2
08/08/2023	12:00	0.188888889
08/08/2023	13:00	0.263888889
08/08/2023	14:00	0.055555556
08/08/2023	15:00	0.133333333
08/08/2023	16:00	0.063888889
08/08/2023	17:00	0.088888889
08/08/2023	18:00	0.180555556
08/08/2023	19:00	0
08/08/2023	20:00	0.05
08/08/2023	21:00	0.138888889
08/08/2023	22:00	0
08/08/2023	23:00	0.111111111
09/08/2023	00:00	0

09/08/2023	01:00	0
09/08/2023	02:00	0.013888889
09/08/2023	03:00	0
09/08/2023	04:00	0.063888889
09/08/2023	05:00	0
09/08/2023	06:00	0.063888889
09/08/2023	07:00	0.088888889
09/08/2023	08:00	0.05
09/08/2023	09:00	0.152777778
09/08/2023	10:00	0.041666667
09/08/2023	11:00	0.130555556
09/08/2023	12:00	0.186111111
09/08/2023	13:00	0.036111111
09/08/2023	14:00	0.147222222
09/08/2023	15:00	0
09/08/2023	16:00	0.055555556
09/08/2023	17:00	0.144444444
09/08/2023	18:00	0.147222222
09/08/2023	19:00	0.111111111
09/08/2023	20:00	0.102777778
09/08/2023	21:00	0.088888889
09/08/2023	22:00	0.133333333
09/08/2023	23:00	0
10/08/2023	00:00	0.041666667
10/08/2023	01:00	0.041666667
10/08/2023	02:00	0
10/08/2023	03:00	0.047222222
10/08/2023	04:00	0
10/08/2023	05:00	0.161111111
10/08/2023	06:00	0.202777778
10/08/2023	07:00	0.138888889
10/08/2023	08:00	0.144444444
10/08/2023	09:00	0.111111111
10/08/2023	10:00	0.194444444
10/08/2023	11:00	0.069444444
10/08/2023	12:00	0.130555556
10/08/2023	13:00	0.194444444
10/08/2023	14:00	0
10/08/2023	15:00	0.119444444
10/08/2023	16:00	0.083333333
10/08/2023	17:00	0.172222222
10/08/2023	18:00	0.158333333
10/08/2023	19:00	0.036111111
10/08/2023	20:00	0.172222222
10/08/2023	21:00	0.083333333

10/08/2023	22:00	0.047222222
10/08/2023	23:00	0.091666667
11/08/2023	00:00	0.027777778
11/08/2023	01:00	0
11/08/2023	02:00	0.055555556
11/08/2023	03:00	0
11/08/2023	04:00	0.075
11/08/2023	05:00	0
11/08/2023	06:00	0.061111111
11/08/2023	07:00	0.125
11/08/2023	08:00	0.036111111
11/08/2023	09:00	0.241666667
11/08/2023	10:00	0.055555556
11/08/2023	11:00	0.152777778
11/08/2023	12:00	0.144444444
11/08/2023	13:00	0
11/08/2023	14:00	0.327777778
11/08/2023	15:00	0.061111111
11/08/2023	16:00	0.119444444
11/08/2023	17:00	0.119444444
11/08/2023	18:00	0.133333333
11/08/2023	19:00	0.105555556
11/08/2023	20:00	0.061111111
11/08/2023	21:00	0.022222222
11/08/2023	22:00	0.2
11/08/2023	23:00	0.005555556
05/08/2024	00:00	0
05/08/2024	01:00	0
05/08/2024	02:00	0
05/08/2024	03:00	0
05/08/2024	04:00	0
05/08/2024	05:00	0.022222222
05/08/2024	06:00	0.119444444
05/08/2024	07:00	0.088888889
05/08/2024	08:00	0.208333333
05/08/2024	09:00	0.083333333
05/08/2024	10:00	0.222222222
05/08/2024	11:00	0.077777778
05/08/2024	12:00	0.241666667
05/08/2024	13:00	0.097222222
05/08/2024	14:00	0
05/08/2024	15:00	0.111111111
05/08/2024	16:00	0.022222222
05/08/2024	17:00	0.077777778
05/08/2024	18:00	0

05/08/2024	19:00	0.180555556
05/08/2024	20:00	0.347222222
05/08/2024	21:00	0.097222222
05/08/2024	22:00	0.033333333
05/08/2024	23:00	0
06/08/2024	00:00	0.055555556
06/08/2024	01:00	0.186111111
06/08/2024	02:00	0
06/08/2024	03:00	0.027777778
06/08/2024	04:00	0
06/08/2024	05:00	0.091666667
06/08/2024	06:00	0
06/08/2024	07:00	0.077777778
06/08/2024	08:00	0.286111111
06/08/2024	09:00	0.088888889
06/08/2024	10:00	0.069444444
06/08/2024	11:00	0.152777778
06/08/2024	12:00	0.019444444
06/08/2024	13:00	0.083333333
06/08/2024	14:00	0.061111111
06/08/2024	15:00	0.027777778
06/08/2024	16:00	0.097222222
06/08/2024	17:00	0.186111111
06/08/2024	18:00	0.116666667
06/08/2024	19:00	0.180555556
06/08/2024	20:00	0.227777778
06/08/2024	21:00	0.097222222
06/08/2024	22:00	0.236111111
06/08/2024	23:00	0
07/08/2024	00:00	0
07/08/2024	01:00	0
07/08/2024	02:00	0.019444444
07/08/2024	03:00	0
07/08/2024	04:00	0
07/08/2024	05:00	0.008333333
07/08/2024	06:00	0.061111111
07/08/2024	07:00	0.158333333
07/08/2024	08:00	0.105555556
07/08/2024	09:00	0.019444444
07/08/2024	10:00	0
07/08/2024	11:00	0.269444444
07/08/2024	12:00	0.063888889
07/08/2024	13:00	0.297222222
07/08/2024	14:00	0.166666667
07/08/2024	15:00	0.119444444

07/08/2024	16:00	0.083333333
07/08/2024	17:00	0.022222222
07/08/2024	18:00	0.2
07/08/2024	19:00	0.144444444
07/08/2024	20:00	0.061111111
07/08/2024	21:00	0.147222222
07/08/2024	22:00	0.2
07/08/2024	23:00	0.097222222
08/08/2024	00:00	0
08/08/2024	01:00	0.069444444
08/08/2024	02:00	0
08/08/2024	03:00	0
08/08/2024	04:00	0
08/08/2024	05:00	0.008333333
08/08/2024	06:00	0.041666667
08/08/2024	07:00	0.097222222
08/08/2024	08:00	0.138888889
08/08/2024	09:00	0.244444444
08/08/2024	10:00	0.116666667
08/08/2024	11:00	0.258333333
08/08/2024	12:00	0.138888889
08/08/2024	13:00	0.069444444
08/08/2024	14:00	0.138888889
08/08/2024	15:00	0.061111111
08/08/2024	16:00	0.161111111
08/08/2024	17:00	0.077777778
08/08/2024	18:00	0.083333333
08/08/2024	19:00	0.130555556
08/08/2024	20:00	0.075
08/08/2024	21:00	0.063888889
08/08/2024	22:00	0.230555556
08/08/2024	23:00	0.083333333
09/08/2024	00:00	0.091666667
09/08/2024	01:00	0
09/08/2024	02:00	0
09/08/2024	03:00	0
09/08/2024	04:00	0
09/08/2024	05:00	0.091666667
09/08/2024	06:00	0.241666667
09/08/2024	07:00	0.091666667
09/08/2024	08:00	0.055555556
09/08/2024	09:00	0
09/08/2024	10:00	0.088888889
09/08/2024	11:00	0.019444444
09/08/2024	12:00	0

09/08/2024	13:00	0.088888889
09/08/2024	14:00	0.186111111
09/08/2024	15:00	0.091666667
09/08/2024	16:00	0.208333333
09/08/2024	17:00	0.091666667
09/08/2024	18:00	0
09/08/2024	19:00	0.088888889
09/08/2024	20:00	0.216666667
09/08/2024	21:00	0.175
09/08/2024	22:00	0.116666667
09/08/2024	23:00	0.091666667
12/08/2024	00:00	0
12/08/2024	01:00	0
12/08/2024	02:00	0
12/08/2024	03:00	0
12/08/2024	04:00	0
12/08/2024	05:00	0.013888889
12/08/2024	06:00	0
12/08/2024	07:00	0.133333333
12/08/2024	08:00	0.063888889
12/08/2024	09:00	0.227777778
12/08/2024	10:00	0.022222222
12/08/2024	11:00	0.019444444
12/08/2024	12:00	0.194444444
12/08/2024	13:00	0.258333333
12/08/2024	14:00	0.208333333
12/08/2024	15:00	0.088888889
12/08/2024	16:00	0.208333333
12/08/2024	17:00	0.375
12/08/2024	18:00	0.147222222
12/08/2024	19:00	0.255555556
12/08/2024	20:00	0.283333333
12/08/2024	21:00	0.272222222
12/08/2024	22:00	0.166666667
12/08/2024	23:00	0.047222222
13/08/2024	00:00	0.119444444
13/08/2024	01:00	0.166666667
13/08/2024	02:00	0.180555556
13/08/2024	03:00	0.125
13/08/2024	04:00	0.083333333
13/08/2024	05:00	0.272222222
13/08/2024	06:00	0.088888889
13/08/2024	07:00	0.255555556
13/08/2024	08:00	0.069444444
13/08/2024	09:00	0.227777778

13/08/2024	10:00	0.175
13/08/2024	11:00	0.125
13/08/2024	12:00	0.16666667
13/08/2024	13:00	0.11111111
13/08/2024	14:00	0.23055556
13/08/2024	15:00	0.06944444
13/08/2024	16:00	0.00833333
13/08/2024	17:00	0.00555556
13/08/2024	18:00	0.10555556
13/08/2024	19:00	0.21666667
13/08/2024	20:00	0.3
13/08/2024	21:00	0.16111111
13/08/2024	22:00	0.31111111
13/08/2024	23:00	0.05
14/08/2024	00:00	0.06111111
14/08/2024	01:00	0.075
14/08/2024	02:00	0.07777778
14/08/2024	03:00	0.05
14/08/2024	04:00	0.06111111
14/08/2024	05:00	0
14/08/2024	06:00	0.16111111
14/08/2024	07:00	0.15833333
14/08/2024	08:00	0.21388889
14/08/2024	09:00	0.25555556
14/08/2024	10:00	0.04722222
14/08/2024	11:00	0.08888889
14/08/2024	12:00	0.17222222
14/08/2024	13:00	0.17222222
14/08/2024	14:00	0.08333333
14/08/2024	15:00	0.35277778
14/08/2024	16:00	0.10277778
14/08/2024	17:00	0.08888889
14/08/2024	18:00	0.425
14/08/2024	19:00	0.24166667
14/08/2024	20:00	0.06111111
14/08/2024	21:00	0.05
14/08/2024	22:00	0.20277778
14/08/2024	23:00	0.02222222
15/08/2024	00:00	0.18611111
15/08/2024	01:00	0.14722222
15/08/2024	02:00	0
15/08/2024	03:00	0.11666667
15/08/2024	04:00	0
15/08/2024	05:00	0.09166667
15/08/2024	06:00	0.06944444

15/08/2024	07:00	0
15/08/2024	08:00	0.188888889
15/08/2024	09:00	0.119444444
15/08/2024	10:00	0.166666667
15/08/2024	11:00	0.25
15/08/2024	12:00	0.075
15/08/2024	13:00	0.091666667
15/08/2024	14:00	0.172222222
15/08/2024	15:00	0.105555556
15/08/2024	16:00	0.161111111
15/08/2024	17:00	0.05
15/08/2024	18:00	0.133333333
15/08/2024	19:00	0.194444444
15/08/2024	20:00	0.166666667
15/08/2024	21:00	0.116666667
15/08/2024	22:00	0
15/08/2024	23:00	0.075
16/08/2024	00:00	0.147222222
16/08/2024	01:00	0.111111111
16/08/2024	02:00	0.097222222
16/08/2024	03:00	0.111111111
16/08/2024	04:00	0.075
16/08/2024	05:00	0
16/08/2024	06:00	0.111111111
16/08/2024	07:00	0.102777778
16/08/2024	08:00	0.166666667
16/08/2024	09:00	0.202777778
16/08/2024	10:00	0.180555556
16/08/2024	11:00	0.102777778
16/08/2024	12:00	0.091666667
16/08/2024	13:00	0.130555556
16/08/2024	14:00	0.152777778
16/08/2024	15:00	0.063888889
16/08/2024	16:00	0.227777778
16/08/2024	17:00	0.055555556
16/08/2024	18:00	0.097222222
16/08/2024	19:00	0.161111111
16/08/2024	20:00	0.133333333
16/08/2024	21:00	0
16/08/2024	22:00	0.077777778
16/08/2024	23:00	0.102777778
19/08/2024	00:00	0.041666667
19/08/2024	01:00	0.075
19/08/2024	02:00	0.013888889
19/08/2024	03:00	0

19/08/2024	04:00	0
19/08/2024	05:00	0
19/08/2024	06:00	0.277777778
19/08/2024	07:00	0.091666667
19/08/2024	08:00	0.347222222
19/08/2024	09:00	0.186111111
19/08/2024	10:00	0.075
19/08/2024	11:00	0.019444444
19/08/2024	12:00	0.166666667
19/08/2024	13:00	0.088888889
19/08/2024	14:00	0.097222222
19/08/2024	15:00	0.166666667
19/08/2024	16:00	0.088888889
19/08/2024	17:00	0.088888889
19/08/2024	18:00	0.091666667
19/08/2024	19:00	0.091666667
19/08/2024	20:00	0.355555556
19/08/2024	21:00	0.088888889
19/08/2024	22:00	0.102777778
19/08/2024	23:00	0.055555556
20/08/2024	00:00	0
20/08/2024	01:00	0.013888889
20/08/2024	02:00	0
20/08/2024	03:00	0
20/08/2024	04:00	0
20/08/2024	05:00	0.027777778
20/08/2024	06:00	0.147222222
20/08/2024	07:00	0.013888889
20/08/2024	08:00	0.083333333
20/08/2024	09:00	0.075
20/08/2024	10:00	0.008333333
20/08/2024	11:00	0.041666667
20/08/2024	12:00	0.286111111
20/08/2024	13:00	0
20/08/2024	14:00	0.166666667
20/08/2024	15:00	0.091666667
20/08/2024	16:00	0.063888889
20/08/2024	17:00	0.091666667
20/08/2024	18:00	0.166666667
20/08/2024	19:00	0.105555556
20/08/2024	20:00	0
20/08/2024	21:00	0.133333333
20/08/2024	22:00	0
20/08/2024	23:00	0
21/08/2024	00:00	0.027777778

21/08/2024	01:00	0.063888889
21/08/2024	02:00	0
21/08/2024	03:00	0.069444444
21/08/2024	04:00	0.041666667
21/08/2024	05:00	0
21/08/2024	06:00	0.088888889
21/08/2024	07:00	0.166666667
21/08/2024	08:00	0.258333333
21/08/2024	09:00	0.061111111
21/08/2024	10:00	0.144444444
21/08/2024	11:00	0.269444444
21/08/2024	12:00	0.186111111
21/08/2024	13:00	0.236111111
21/08/2024	14:00	0.130555556
21/08/2024	15:00	0.119444444
21/08/2024	16:00	0.188888889
21/08/2024	17:00	0.305555556
21/08/2024	18:00	0.075
21/08/2024	19:00	0.188888889
21/08/2024	20:00	0.105555556
21/08/2024	21:00	0.236111111
21/08/2024	22:00	0
21/08/2024	23:00	0.061111111
22/08/2024	00:00	0
22/08/2024	01:00	0
22/08/2024	02:00	0.013888889
22/08/2024	03:00	0.005555556
22/08/2024	04:00	0
22/08/2024	05:00	0.022222222
22/08/2024	06:00	0.088888889
22/08/2024	07:00	0.088888889
22/08/2024	08:00	0.061111111
22/08/2024	09:00	0.25
22/08/2024	10:00	0.202777778
22/08/2024	11:00	0.152777778
22/08/2024	12:00	0.172222222
22/08/2024	13:00	0.083333333
22/08/2024	14:00	0.130555556
22/08/2024	15:00	0.180555556
22/08/2024	16:00	0.166666667
22/08/2024	17:00	0.027777778
22/08/2024	18:00	0.092222222
22/08/2024	19:00	0.005555556
22/08/2024	20:00	0.05
22/08/2024	21:00	0.102777778

22/08/2024	22:00	0
22/08/2024	23:00	0
23/08/2024	00:00	0
23/08/2024	01:00	0.047222222
23/08/2024	02:00	0.069444444
23/08/2024	03:00	0
23/08/2024	04:00	0
23/08/2024	05:00	0
23/08/2024	06:00	0.188888889
23/08/2024	07:00	0.077777778
23/08/2024	08:00	0.194444444
23/08/2024	09:00	0.138888889
23/08/2024	10:00	0.019444444
23/08/2024	11:00	0.097222222
23/08/2024	12:00	0.036111111
23/08/2024	13:00	0.091666667
23/08/2024	14:00	0.091666667
23/08/2024	15:00	0.119444444
23/08/2024	16:00	0.063888889
23/08/2024	17:00	0.063888889
23/08/2024	18:00	0.116666667
23/08/2024	19:00	0.102777778
23/08/2024	20:00	0.216666667
23/08/2024	21:00	0
23/08/2024	22:00	0.061111111
23/08/2024	23:00	0.102777778

ANEXO A.3. VALORES OBTIDOS NO SWMM PARA A SEMANA DE 19 A 23 DE AGOSTO – NÍVEL E CAUDAL

SWMM					
Semana de 19 a 23 de agosto					
Modelação matemática Saneamento					
Table - Node 1235121			Table - Node 1235114		
Elapsed	Elapsed	Depth	Elapsed	Elapsed	Depth
Days	Hours	(m)	Days	Hours	(m)
0	01:00:00	0.005832	0	01:00:00	0.003088
0	02:00:00	0.006474	0	02:00:00	0.003457
0	03:00:00	0.005103	0	03:00:00	0.002647
0	04:00:00	0.005103	0	04:00:00	0.002647
0	05:00:00	0.005103	0	05:00:00	0.002647
0	06:00:00	0.008051	0	06:00:00	0.004287
0	07:00:00	0.009704	0	07:00:00	0.005167
0	08:00:00	0.010084	0	08:00:00	0.005363
0	09:00:00	0.009314	0	09:00:00	0.004964
0	10:00:00	0.009315	0	10:00:00	0.004965
0	11:00:00	0.010087	0	11:00:00	0.005363
0	12:00:00	0.010454	0	12:00:00	0.005551
0	13:00:00	0.010454	0	13:00:00	0.005551
0	14:00:00	0.010454	0	14:00:00	0.005551
0	15:00:00	0.009313	0	15:00:00	0.004964
0	16:00:00	0.008912	0	16:00:00	0.004751
0	17:00:00	0.008912	0	17:00:00	0.004751
0	18:00:00	0.010088	0	18:00:00	0.005363
0	19:00:00	0.010453	0	19:00:00	0.005551
0	20:00:00	0.010453	0	20:00:00	0.005551
0	21:00:00	0.010453	0	21:00:00	0.005551
0	22:00:00	0.00891	0	22:00:00	0.004751
0	23:00:00	0.008494	0	23:00:00	0.004526
1	00:00:00	0.007573	1	00:00:00	0.004037
1	01:00:00	0.005834	1	01:00:00	0.00309
1	02:00:00	0.006474	1	02:00:00	0.003457
1	03:00:00	0.005103	1	03:00:00	0.002647
1	04:00:00	0.005103	1	04:00:00	0.002647
1	05:00:00	0.005103	1	05:00:00	0.002647
1	06:00:00	0.008051	1	06:00:00	0.004287
1	07:00:00	0.009704	1	07:00:00	0.005167
1	08:00:00	0.010084	1	08:00:00	0.005363
1	09:00:00	0.009314	1	09:00:00	0.004964
1	10:00:00	0.009315	1	10:00:00	0.004965
1	11:00:00	0.010087	1	11:00:00	0.005363
1	12:00:00	0.010454	1	12:00:00	0.005551
1	13:00:00	0.010454	1	13:00:00	0.005551

1	14:00:00	0.010454	1	14:00:00	0.005551
1	15:00:00	0.009313	1	15:00:00	0.004964
1	16:00:00	0.008912	1	16:00:00	0.004751
1	17:00:00	0.008912	1	17:00:00	0.004751
1	18:00:00	0.010088	1	18:00:00	0.005363
1	19:00:00	0.010453	1	19:00:00	0.005551
1	20:00:00	0.010453	1	20:00:00	0.005551
1	21:00:00	0.010453	1	21:00:00	0.005551
1	22:00:00	0.00891	1	22:00:00	0.004751
1	23:00:00	0.008494	1	23:00:00	0.004526
2	00:00:00	0.007573	2	00:00:00	0.004037
2	01:00:00	0.005834	2	01:00:00	0.00309
2	02:00:00	0.006474	2	02:00:00	0.003457
2	03:00:00	0.005103	2	03:00:00	0.002647
2	04:00:00	0.005103	2	04:00:00	0.002647
2	05:00:00	0.005103	2	05:00:00	0.002647
2	06:00:00	0.008051	2	06:00:00	0.004287
2	07:00:00	0.009704	2	07:00:00	0.005167
2	08:00:00	0.010084	2	08:00:00	0.005363
2	09:00:00	0.009314	2	09:00:00	0.004964
2	10:00:00	0.009315	2	10:00:00	0.004965
2	11:00:00	0.010087	2	11:00:00	0.005363
2	12:00:00	0.010454	2	12:00:00	0.005551
2	13:00:00	0.010454	2	13:00:00	0.005551
2	14:00:00	0.010454	2	14:00:00	0.005551
2	15:00:00	0.009313	2	15:00:00	0.004964
2	16:00:00	0.008912	2	16:00:00	0.004751
2	17:00:00	0.008912	2	17:00:00	0.004751
2	18:00:00	0.010088	2	18:00:00	0.005363
2	19:00:00	0.010453	2	19:00:00	0.005551
2	20:00:00	0.010453	2	20:00:00	0.005551
2	21:00:00	0.010453	2	21:00:00	0.005551
2	22:00:00	0.00891	2	22:00:00	0.004751
2	23:00:00	0.008494	2	23:00:00	0.004526
3	00:00:00	0.007573	3	00:00:00	0.004037
3	01:00:00	0.005834	3	01:00:00	0.00309
3	02:00:00	0.006474	3	02:00:00	0.003457
3	03:00:00	0.005103	3	03:00:00	0.002647
3	04:00:00	0.005103	3	04:00:00	0.002647
3	05:00:00	0.005103	3	05:00:00	0.002647
3	06:00:00	0.008051	3	06:00:00	0.004287
3	07:00:00	0.009704	3	07:00:00	0.005167
3	08:00:00	0.010084	3	08:00:00	0.005363
3	09:00:00	0.009314	3	09:00:00	0.004964
3	10:00:00	0.009315	3	10:00:00	0.004965

3	11:00:00	0.010087	3	11:00:00	0.005363
3	12:00:00	0.010454	3	12:00:00	0.005551
3	13:00:00	0.010454	3	13:00:00	0.005551
3	14:00:00	0.010454	3	14:00:00	0.005551
3	15:00:00	0.009313	3	15:00:00	0.004964
3	16:00:00	0.008912	3	16:00:00	0.004751
3	17:00:00	0.008912	3	17:00:00	0.004751
3	18:00:00	0.010088	3	18:00:00	0.005363
3	19:00:00	0.010453	3	19:00:00	0.005551
3	20:00:00	0.010453	3	20:00:00	0.005551
3	21:00:00	0.010453	3	21:00:00	0.005551
3	22:00:00	0.00891	3	22:00:00	0.004751
3	23:00:00	0.008494	3	23:00:00	0.004526
4	00:00:00	0.007573	4	00:00:00	0.004037
4	01:00:00	0.005834	4	01:00:00	0.00309
4	02:00:00	0.006474	4	02:00:00	0.003457
4	03:00:00	0.005103	4	03:00:00	0.002647
4	04:00:00	0.005103	4	04:00:00	0.002647
4	05:00:00	0.005103	4	05:00:00	0.002647
4	06:00:00	0.008051	4	06:00:00	0.004287
4	07:00:00	0.009704	4	07:00:00	0.005167
4	08:00:00	0.010084	4	08:00:00	0.005363
4	09:00:00	0.009314	4	09:00:00	0.004964
4	10:00:00	0.009315	4	10:00:00	0.004965
4	11:00:00	0.010087	4	11:00:00	0.005363
4	12:00:00	0.010454	4	12:00:00	0.005551
4	13:00:00	0.010454	4	13:00:00	0.005551
4	14:00:00	0.010454	4	14:00:00	0.005551
4	15:00:00	0.009313	4	15:00:00	0.004964
4	16:00:00	0.008912	4	16:00:00	0.004751
4	17:00:00	0.008912	4	17:00:00	0.004751
4	18:00:00	0.010088	4	18:00:00	0.005363
4	19:00:00	0.010453	4	19:00:00	0.005551
4	20:00:00	0.010453	4	20:00:00	0.005551
4	21:00:00	0.010453	4	21:00:00	0.005551
4	22:00:00	0.00891	4	22:00:00	0.004751
4	23:00:00	0.008494	4	23:00:00	0.004526

SWMM		
Semana de 19 a 23 de Agosto		
Modelação matemática Saneamento		
Table - Link 1258741		
Elapsed		Flow
Days	Hours	(LPS)
0	01:00:00	0.10028

0	02:00:00	0.12525
0	03:00:00	0.08272
0	04:00:00	0.08272
0	05:00:00	0.08272
0	06:00:00	0.2004
0	07:00:00	0.30111
0	08:00:00	0.32593
0	09:00:00	0.30421
0	10:00:00	0.30378
0	11:00:00	0.32566
0	12:00:00	0.35096
0	13:00:00	0.35096
0	14:00:00	0.35096
0	15:00:00	0.30435
0	16:00:00	0.27661
0	17:00:00	0.27661
0	18:00:00	0.32621
0	19:00:00	0.35074
0	20:00:00	0.35074
0	21:00:00	0.35106
0	22:00:00	0.27635
0	23:00:00	0.24887
1	00:00:00	0.19349
1	01:00:00	0.11068
1	02:00:00	0.12528
1	03:00:00	0.08272
1	04:00:00	0.08272
1	05:00:00	0.08272
1	06:00:00	0.2004
1	07:00:00	0.30111
1	08:00:00	0.32593
1	09:00:00	0.30421
1	10:00:00	0.30378
1	11:00:00	0.32566
1	12:00:00	0.35096
1	13:00:00	0.35096
1	14:00:00	0.35096
1	15:00:00	0.30435
1	16:00:00	0.27661
1	17:00:00	0.27661
1	18:00:00	0.32621
1	19:00:00	0.35074
1	20:00:00	0.35074
1	21:00:00	0.35106
1	22:00:00	0.27635

1	23:00:00	0.24887
2	00:00:00	0.19349
2	01:00:00	0.11068
2	02:00:00	0.12528
2	03:00:00	0.08272
2	04:00:00	0.08272
2	05:00:00	0.08272
2	06:00:00	0.2004
2	07:00:00	0.30111
2	08:00:00	0.32593
2	09:00:00	0.30421
2	10:00:00	0.30378
2	11:00:00	0.32566
2	12:00:00	0.35096
2	13:00:00	0.35096
2	14:00:00	0.35096
2	15:00:00	0.30435
2	16:00:00	0.27661
2	17:00:00	0.27661
2	18:00:00	0.32621
2	19:00:00	0.35074
2	20:00:00	0.35074
2	21:00:00	0.35106
2	22:00:00	0.27635
2	23:00:00	0.24887
3	00:00:00	0.19349
3	01:00:00	0.11068
3	02:00:00	0.12528
3	03:00:00	0.08272
3	04:00:00	0.08272
3	05:00:00	0.08272
3	06:00:00	0.2004
3	07:00:00	0.30111
3	08:00:00	0.32593
3	09:00:00	0.30421
3	10:00:00	0.30378
3	11:00:00	0.32566
3	12:00:00	0.35096
3	13:00:00	0.35096
3	14:00:00	0.35096
3	15:00:00	0.30435
3	16:00:00	0.27661
3	17:00:00	0.27661
3	18:00:00	0.32621
3	19:00:00	0.35074

3	20:00:00	0.35074
3	21:00:00	0.35106
3	22:00:00	0.27635
3	23:00:00	0.24887
4	00:00:00	0.19349
4	01:00:00	0.11068
4	02:00:00	0.12528
4	03:00:00	0.08272
4	04:00:00	0.08272
4	05:00:00	0.08272
4	06:00:00	0.2004
4	07:00:00	0.30111
4	08:00:00	0.32593
4	09:00:00	0.30421
4	10:00:00	0.30378
4	11:00:00	0.32566
4	12:00:00	0.35096
4	13:00:00	0.35096
4	14:00:00	0.35096
4	15:00:00	0.30435
4	16:00:00	0.27661
4	17:00:00	0.27661
4	18:00:00	0.32621
4	19:00:00	0.35074
4	20:00:00	0.35074
4	21:00:00	0.35106
4	22:00:00	0.27635
4	23:00:00	0.24887

ANEXO A.4. VALORES DE PRECIPITAÇÃO

Precipitação							
Semana de 5 a 9 de fevereiro de 2024				Semana de 23 a 27 de setembro de 2024			
Data	Hora	Precipitação	Unidades Precipitação	Data	Hora	Precipitação	Unidades Precipitação
05/02/24	0:00	0.00	mm/Hora	23/09/2024	0:00	0	mm/Hora
05/02/24	1:00	0.00	mm/Hora	23/09/2024	1:00	0	mm/Hora
05/02/24	2:00	0.03	mm/Hora	23/09/2024	2:00	0	mm/Hora
05/02/24	3:00	0.00	mm/Hora	23/09/2024	3:00	0	mm/Hora
05/02/24	4:00	0.00	mm/Hora	23/09/2024	4:00	0	mm/Hora
05/02/24	5:00	0.03	mm/Hora	23/09/2024	5:00	0	mm/Hora
05/02/24	6:00	0.00	mm/Hora	23/09/2024	6:00	0	mm/Hora
05/02/24	7:00	0.00	mm/Hora	23/09/2024	7:00	0.05	mm/Hora
05/02/24	8:00	0.03	mm/Hora	23/09/2024	8:00	0	mm/Hora
05/02/24	9:00	0.00	mm/Hora	23/09/2024	9:00	0.05	mm/Hora
05/02/24	10:00	0.00	mm/Hora	23/09/2024	10:00	0	mm/Hora
05/02/24	11:00	0.03	mm/Hora	23/09/2024	11:00	0	mm/Hora
05/02/24	12:00	0.00	mm/Hora	23/09/2024	12:00	0	mm/Hora
05/02/24	13:00	0.03	mm/Hora	23/09/2024	13:00	0	mm/Hora
05/02/24	14:00	0.00	mm/Hora	23/09/2024	14:00	0	mm/Hora
05/02/24	15:00	0.03	mm/Hora	23/09/2024	15:00	0	mm/Hora
05/02/24	16:00	0.00	mm/Hora	23/09/2024	16:00	0	mm/Hora
05/02/24	17:00	0.03	mm/Hora	23/09/2024	17:00	0	mm/Hora
05/02/24	18:00	0.03	mm/Hora	23/09/2024	18:00	0	mm/Hora
05/02/24	19:00	0.00	mm/Hora	23/09/2024	19:00	0	mm/Hora
05/02/24	20:00	0.03	mm/Hora	23/09/2024	20:00	0	mm/Hora
05/02/24	21:00	0.00	mm/Hora	23/09/2024	21:00	0	mm/Hora
05/02/24	22:00	0.03	mm/Hora	23/09/2024	22:00	0	mm/Hora
05/02/24	23:00	0.00	mm/Hora	23/09/2024	23:00	0	mm/Hora
06/02/24	0:00	0.00	mm/Hora	24/09/2024	0:00	0	mm/Hora
06/02/24	1:00	0.00	mm/Hora	24/09/2024	1:00	0	mm/Hora
06/02/24	2:00	0.03	mm/Hora	24/09/2024	2:00	0	mm/Hora
06/02/24	3:00	0.03	mm/Hora	24/09/2024	3:00	0	mm/Hora
06/02/24	4:00	0.00	mm/Hora	24/09/2024	4:00	0	mm/Hora
06/02/24	5:00	0.00	mm/Hora	24/09/2024	5:00	0	mm/Hora
06/02/24	6:00	0.03	mm/Hora	24/09/2024	6:00	0	mm/Hora
06/02/24	7:00	0.00	mm/Hora	24/09/2024	7:00	1.3	mm/Hora
06/02/24	8:00	0.03	mm/Hora	24/09/2024	8:00	0.95	mm/Hora
06/02/24	9:00	0.00	mm/Hora	24/09/2024	9:00	0.95	mm/Hora
06/02/24	10:00	0.03	mm/Hora	24/09/2024	10:00	1.55	mm/Hora
06/02/24	11:00	0.00	mm/Hora	24/09/2024	11:00	2.1	mm/Hora
06/02/24	12:00	0.03	mm/Hora	24/09/2024	12:00	0.05	mm/Hora
06/02/24	13:00	0.00	mm/Hora	24/09/2024	13:00	0.05	mm/Hora
06/02/24	14:00	0.03	mm/Hora	24/09/2024	14:00	0	mm/Hora

06/02/24	15:00	0.00	mm/Hora	24/09/2024	15:00	0.05	mm/Hora
06/02/24	16:00	0.03	mm/Hora	24/09/2024	16:00	0.05	mm/Hora
06/02/24	17:00	0.03	mm/Hora	24/09/2024	17:00	0.15	mm/Hora
06/02/24	18:00	0.00	mm/Hora	24/09/2024	18:00	0.05	mm/Hora
06/02/24	19:00	0.03	mm/Hora	24/09/2024	19:00	0.2	mm/Hora
06/02/24	20:00	0.00	mm/Hora	24/09/2024	20:00	0.3	mm/Hora
06/02/24	21:00	0.03	mm/Hora	24/09/2024	21:00	0.45	mm/Hora
06/02/24	22:00	0.00	mm/Hora	24/09/2024	22:00	0.4	mm/Hora
06/02/24	23:00	0.03	mm/Hora	24/09/2024	23:00	0.65	mm/Hora
07/02/24	0:00	0.03	mm/Hora	25/09/2024	0:00	0.05	mm/Hora
07/02/24	1:00	0.00	mm/Hora	25/09/2024	1:00	0	mm/Hora
07/02/24	2:00	0.03	mm/Hora	25/09/2024	2:00	0.05	mm/Hora
07/02/24	3:00	0.00	mm/Hora	25/09/2024	3:00	0	mm/Hora
07/02/24	4:00	0.03	mm/Hora	25/09/2024	4:00	0.2	mm/Hora
07/02/24	5:00	0.00	mm/Hora	25/09/2024	5:00	0.1	mm/Hora
07/02/24	6:00	0.30	mm/Hora	25/09/2024	6:00	0.15	mm/Hora
07/02/24	7:00	0.00	mm/Hora	25/09/2024	7:00	0.3	mm/Hora
07/02/24	8:00	0.07	mm/Hora	25/09/2024	8:00	0	mm/Hora
07/02/24	9:00	0.07	mm/Hora	25/09/2024	9:00	0	mm/Hora
07/02/24	10:00	0.00	mm/Hora	25/09/2024	10:00	1.4	mm/Hora
07/02/24	11:00	0.03	mm/Hora	25/09/2024	11:00	0.8	mm/Hora
07/02/24	12:00	0.00	mm/Hora	25/09/2024	12:00	3.2	mm/Hora
07/02/24	13:00	0.03	mm/Hora	25/09/2024	13:00	0.7	mm/Hora
07/02/24	14:00	0.00	mm/Hora	25/09/2024	14:00	0.1	mm/Hora
07/02/24	15:00	0.03	mm/Hora	25/09/2024	15:00	0	mm/Hora
07/02/24	16:00	0.03	mm/Hora	25/09/2024	16:00	0.3	mm/Hora
07/02/24	17:00	0.00	mm/Hora	25/09/2024	17:00	3	mm/Hora
07/02/24	18:00	0.03	mm/Hora	25/09/2024	18:00	0.6	mm/Hora
07/02/24	19:00	0.03	mm/Hora	25/09/2024	19:00	2.5	mm/Hora
07/02/24	20:00	0.03	mm/Hora	25/09/2024	20:00	1.9	mm/Hora
07/02/24	21:00	0.03	mm/Hora	25/09/2024	21:00	1.1	mm/Hora
07/02/24	22:00	0.00	mm/Hora	25/09/2024	22:00	2.6	mm/Hora
07/02/24	23:00	0.03	mm/Hora	25/09/2024	23:00	3.1	mm/Hora
08/02/24	0:00	0.00	mm/Hora	26/09/2024	0:00	0.4	mm/Hora
08/02/24	1:00	0.03	mm/Hora	26/09/2024	1:00	2.7	mm/Hora
08/02/24	2:00	0.03	mm/Hora	26/09/2024	2:00	0.6	mm/Hora
08/02/24	3:00	0.00	mm/Hora	26/09/2024	3:00	9.3	mm/Hora
08/02/24	4:00	0.03	mm/Hora	26/09/2024	4:00	3.1	mm/Hora
08/02/24	5:00	0.03	mm/Hora	26/09/2024	5:00	13.5	mm/Hora
08/02/24	6:00	0.00	mm/Hora	26/09/2024	6:00	8.8	mm/Hora
08/02/24	7:00	0.03	mm/Hora	26/09/2024	7:00	3.3	mm/Hora
08/02/24	8:00	0.03	mm/Hora	26/09/2024	8:00	2.2	mm/Hora
08/02/24	9:00	0.33	mm/Hora	26/09/2024	9:00	2.2	mm/Hora
08/02/24	10:00	1.33	mm/Hora	26/09/2024	10:00	1.8	mm/Hora
08/02/24	11:00	0.77	mm/Hora	26/09/2024	11:00	1.7	mm/Hora

08/02/24	12:00	2.17	mm/Hora	26/09/2024	12:00	1.6	mm/Hora
08/02/24	13:00	3.17	mm/Hora	26/09/2024	13:00	1.4	mm/Hora
08/02/24	14:00	2.10	mm/Hora	26/09/2024	14:00	1.1	mm/Hora
08/02/24	15:00	2.13	mm/Hora	26/09/2024	15:00	1.1	mm/Hora
08/02/24	16:00	2.40	mm/Hora	26/09/2024	16:00	0.9	mm/Hora
08/02/24	17:00	2.97	mm/Hora	26/09/2024	17:00	0.8	mm/Hora
08/02/24	18:00	1.37	mm/Hora	26/09/2024	18:00	0.6	mm/Hora
08/02/24	19:00	0.20	mm/Hora	26/09/2024	19:00	0.6	mm/Hora
08/02/24	20:00	0.10	mm/Hora	26/09/2024	20:00	0.5	mm/Hora
08/02/24	21:00	0.07	mm/Hora	26/09/2024	21:00	0.6	mm/Hora
08/02/24	22:00	0.03	mm/Hora	26/09/2024	22:00	0.5	mm/Hora
08/02/24	23:00	0.07	mm/Hora	26/09/2024	23:00	0.3	mm/Hora
09/02/24	0:00	0.60	mm/Hora	27/09/2024	0:00	0.3	mm/Hora
09/02/24	1:00	0.20	mm/Hora	27/09/2024	1:00	0.3	mm/Hora
09/02/24	2:00	0.00	mm/Hora	27/09/2024	2:00	0.1	mm/Hora
09/02/24	3:00	0.20	mm/Hora	27/09/2024	3:00	0.2	mm/Hora
09/02/24	4:00	0.20	mm/Hora	27/09/2024	4:00	0.2	mm/Hora
09/02/24	5:00	0.40	mm/Hora	27/09/2024	5:00	0.1	mm/Hora
09/02/24	6:00	0.40	mm/Hora	27/09/2024	6:00	0.1	mm/Hora
09/02/24	7:00	0.00	mm/Hora	27/09/2024	7:00	0.3	mm/Hora
09/02/24	8:00	0.40	mm/Hora	27/09/2024	8:00	0.5	mm/Hora
09/02/24	9:00	3.60	mm/Hora	27/09/2024	9:00	0.1	mm/Hora
09/02/24	10:00	4.60	mm/Hora	27/09/2024	10:00	0	mm/Hora
09/02/24	11:00	6.20	mm/Hora	27/09/2024	11:00	0	mm/Hora
09/02/24	12:00	3.20	mm/Hora	27/09/2024	12:00	0.1	mm/Hora
09/02/24	13:00	9.20	mm/Hora	27/09/2024	13:00	0	mm/Hora
09/02/24	14:00	3.60	mm/Hora	27/09/2024	14:00	0.1	mm/Hora
09/02/24	15:00	0.00	mm/Hora	27/09/2024	15:00	0	mm/Hora
09/02/24	16:00	4.60	mm/Hora	27/09/2024	16:00	0.1	mm/Hora
09/02/24	17:00	2.40	mm/Hora	27/09/2024	17:00	0	mm/Hora
09/02/24	18:00	4.00	mm/Hora	27/09/2024	18:00	0.1	mm/Hora
09/02/24	19:00	1.00	mm/Hora	27/09/2024	19:00	0	mm/Hora
09/02/24	20:00	0.60	mm/Hora	27/09/2024	20:00	0	mm/Hora
09/02/24	21:00	2.00	mm/Hora	27/09/2024	21:00	0	mm/Hora
09/02/24	22:00	0.20	mm/Hora	27/09/2024	22:00	0	mm/Hora
09/02/24	23:00		mm/Hora	27/09/2024	23:00	0	mm/Hora

ANEXO A.5. VALORES DE CALIBRAÇÃO PARA PRECIPITAÇÃO (RDII) – NÍVEL E CAUDAL

Calibração Precipitação (RDII)					
Semanas de fevereiro e setembro					
Valores de Nível					
CV 1235121			CV 1235114		
Dates	Time	Depth [m]	Dates	Time	Depth [m]
08/19/2024	0:00	0.009	08/19/2024	0:00	0.0125
08/19/2024	1:00	0.0085	08/19/2024	1:00	0.0085
08/19/2024	2:00	0.0084	08/19/2024	2:00	0.0085
08/19/2024	3:00	0.0078	08/19/2024	3:00	0.0082
08/19/2024	4:00	0.0078	08/19/2024	4:00	0.0083
08/19/2024	5:00	0.0086	08/19/2024	5:00	0.0083
08/19/2024	6:00	0.0105	08/19/2024	6:00	0.0093
08/19/2024	7:00	0.0114	08/19/2024	7:00	0.0113
08/19/2024	8:00	0.0119	08/19/2024	8:00	0.0094
08/19/2024	9:00	0.0119	08/19/2024	9:00	0.0138
08/19/2024	10:00	0.0113	08/19/2024	10:00	0.0112
08/19/2024	11:00	0.0117	08/19/2024	11:00	0.0107
08/19/2024	12:00	0.0125	08/19/2024	12:00	0.0129
08/19/2024	13:00	0.0116	08/19/2024	13:00	0.0103
08/19/2024	14:00	0.011	08/19/2024	14:00	0.0094
08/19/2024	15:00	0.0105	08/19/2024	15:00	0.0095
08/19/2024	16:00	0.0108	08/19/2024	16:00	0.0088
08/19/2024	17:00	0.0122	08/19/2024	17:00	0.0096
08/19/2024	18:00	0.0116	08/19/2024	18:00	0.0088
08/19/2024	19:00	0.0105	08/19/2024	19:00	0.0119
08/19/2024	20:00	0.0112	08/19/2024	20:00	0.012
08/19/2024	21:00	0.0114	08/19/2024	21:00	0.0111
08/19/2024	22:00	0.0097	08/19/2024	22:00	0.0111
08/19/2024	23:00	0.0102	08/19/2024	23:00	0.0109
08/20/2024	0:00	0.0081	08/20/2024	0:00	0.0089
08/20/2024	1:00	0.008	08/20/2024	1:00	0.0082
08/20/2024	2:00	0.0077	08/20/2024	2:00	0.008
08/20/2024	3:00	0.0075	08/20/2024	3:00	0.0082
08/20/2024	4:00	0.0078	08/20/2024	4:00	0.0082
08/20/2024	5:00	0.009	08/20/2024	5:00	0.0082
08/20/2024	6:00	0.0104	08/20/2024	6:00	0.0083
08/20/2024	7:00	0.0112	08/20/2024	7:00	0.0112
08/20/2024	8:00	0.011	08/20/2024	8:00	0.0115
08/20/2024	9:00	0.0106	08/20/2024	9:00	0.0109
08/20/2024	10:00	0.0102	08/20/2024	10:00	0.0084
08/20/2024	11:00	0.0107	08/20/2024	11:00	0.0092
08/20/2024	12:00	0.0114	08/20/2024	12:00	0.0087
08/20/2024	13:00	0.0114	08/20/2024	13:00	0.0089

08/20/2024	14:00	0.0106	08/20/2024	14:00	0.0109
08/20/2024	15:00	0.0095	08/20/2024	15:00	0.0082
08/20/2024	16:00	0.0091	08/20/2024	16:00	0.0102
08/20/2024	17:00	0.0108	08/20/2024	17:00	0.0088
08/20/2024	18:00	0.0117	08/20/2024	18:00	0.0097
08/20/2024	19:00	0.0112	08/20/2024	19:00	0.0085
08/20/2024	20:00	0.0105	08/20/2024	20:00	0.0099
08/20/2024	21:00	0.0107	08/20/2024	21:00	0.011
08/20/2024	22:00	0.0109	08/20/2024	22:00	0.0093
08/20/2024	23:00	0.0079	08/20/2024	23:00	0.0082
08/21/2024	0:00	0.0083	08/21/2024	0:00	0.008
08/21/2025	1:00	0.0076	08/21/2025	1:00	0.0101
08/21/2026	2:00	0.0072	08/21/2026	2:00	0.008
08/21/2027	3:00	0.0074	08/21/2027	3:00	0.008
08/21/2028	4:00	0.009	08/21/2028	4:00	0.008
08/21/2029	5:00	0.008	08/21/2029	5:00	0.008
08/21/2030	6:00	0.0098	08/21/2030	6:00	0.0082
08/21/2031	7:00	0.0116	08/21/2031	7:00	0.0081
08/21/2032	8:00	0.0106	08/21/2032	8:00	0.0099
08/21/2033	9:00	0.0111	08/21/2033	9:00	0.0081
08/21/2034	10:00	0.0111	08/21/2034	10:00	0.0093
08/21/2035	11:00	0.0118	08/21/2035	11:00	0.0087
08/21/2036	12:00	0.0118	08/21/2036	12:00	0.0083
08/21/2037	13:00	0.012	08/21/2037	13:00	0.0082
08/21/2038	14:00	0.0116	08/21/2038	14:00	0.0082
08/21/2039	15:00	0.0108	08/21/2039	15:00	0.008
08/21/2040	16:00	0.0109	08/21/2040	16:00	0.008
08/21/2041	17:00	0.0113	08/21/2041	17:00	0.0081
08/21/2042	18:00	0.0114	08/21/2042	18:00	0.0081
08/21/2043	19:00	0.0112	08/21/2043	19:00	0.0084
08/21/2044	20:00	0.0119	08/21/2044	20:00	0.008
08/21/2045	21:00	0.0115	08/21/2045	21:00	0.0084
08/21/2046	22:00	0.0109	08/21/2046	22:00	0.0082
08/21/2047	23:00	0.0089	08/21/2047	23:00	0.008
08/22/2024	0:00	0.0086	08/22/2024	0:00	0.008
08/22/2024	1:00	0.0081	08/22/2024	1:00	0.008
08/22/2024	2:00	0.0085	08/22/2024	2:00	0.0081
08/22/2024	3:00	0.0074	08/22/2024	3:00	0.008
08/22/2024	4:00	0.008	08/22/2024	4:00	0.0083
08/22/2024	5:00	0.0082	08/22/2024	5:00	0.0084
08/22/2024	6:00	0.0117	08/22/2024	6:00	0.0085
08/22/2024	7:00	0.0098	08/22/2024	7:00	0.0082
08/22/2024	8:00	0.0104	08/22/2024	8:00	0.0084
08/22/2024	9:00	0.0121	08/22/2024	9:00	0.0089
08/22/2024	10:00	0.0115	08/22/2024	10:00	0.0083

08/22/2024	11:00	0.0116	08/22/2024	11:00	0.0084
08/22/2024	12:00	0.0111	08/22/2024	12:00	0.01
08/22/2024	13:00	0.011	08/22/2024	13:00	0.0082
08/22/2024	14:00	0.0122	08/22/2024	14:00	0.0079
08/22/2024	15:00	0.0114	08/22/2024	15:00	0.0081
08/22/2024	16:00	0.0116	08/22/2024	16:00	0.0084
08/22/2024	17:00	0.0105	08/22/2024	17:00	0.0082
08/22/2024	18:00	0.0109	08/22/2024	18:00	0.0081
08/22/2024	19:00	0.011	08/22/2024	19:00	0.0083
08/22/2024	20:00	0.0109	08/22/2024	20:00	0.0082
08/22/2024	21:00	0.0108	08/22/2024	21:00	0.0082
08/22/2024	22:00	0.0107	08/22/2024	22:00	0.0083
08/22/2024	23:00	0.0091	08/22/2024	23:00	0.0079
08/23/2024	0:00	0.0084	08/23/2024	0:00	0.0081
08/23/2024	1:00	0.008	08/23/2024	1:00	0.0081
08/23/2024	2:00	0.0082	08/23/2024	2:00	0.008
08/23/2024	3:00	0.0082	08/23/2024	3:00	0.0069
08/23/2024	4:00	0.0089	08/23/2024	4:00	0.0073
08/23/2024	5:00	0.0086	08/23/2024	5:00	0.0078
08/23/2024	6:00	0.0102	08/23/2024	6:00	0.0078
08/23/2024	7:00	0.0106	08/23/2024	7:00	0.008
08/23/2024	8:00	0.0116	08/23/2024	8:00	0.0071
08/23/2024	9:00	0.0099	08/23/2024	9:00	0.0067
08/23/2024	10:00	0.0096	08/23/2024	10:00	0.0066
08/23/2024	11:00	0.0115	08/23/2024	11:00	0.0073
08/23/2024	12:00	0.0108	08/23/2024	12:00	0.0062
08/23/2024	13:00	0.01	08/23/2024	13:00	0.0056
08/23/2024	14:00	0.0119	08/23/2024	14:00	0.0052
08/23/2024	15:00	0.0114	08/23/2024	15:00	0.0052
08/23/2024	16:00	0.0107	08/23/2024	16:00	0.0052
08/23/2024	17:00	0.0115	08/23/2024	17:00	0.0053
08/23/2024	18:00	0.012	08/23/2024	18:00	0.0056
08/23/2024	19:00	0.0119	08/23/2024	19:00	0.006
08/23/2024	20:00	0.0112	08/23/2024	20:00	0.0071
08/23/2024	21:00	0.0111	08/23/2024	21:00	0.0091
08/23/2024	22:00	0.0094	08/23/2024	22:00	0.0087
08/23/2024	23:00	0.0082	08/23/2024	23:00	0.0082
23/09/2024	0:00	0.0076	9/23/2024	0:00	0.0093
23/09/2024	1:00	0.0069	9/23/2024	1:00	0.0089
23/09/2024	2:00	0.0063	9/23/2024	2:00	0.0092
23/09/2024	3:00	0.007	9/23/2024	3:00	0.0079
23/09/2024	4:00	0.0066	9/23/2024	4:00	0.0077
23/09/2024	5:00	0.0097	9/23/2024	5:00	0.0086
23/09/2024	6:00	0.011	9/23/2024	6:00	0.0085
23/09/2024	7:00	0.0116	9/23/2024	7:00	0.0126

23/09/2024	8:00	0.0109	9/23/2024	8:00	0.0099
23/09/2024	9:00	0.0106	9/23/2024	9:00	0.012
23/09/2024	10:00	0.0118	9/23/2024	10:00	0.013
23/09/2024	11:00	0.0108	9/23/2024	11:00	0.0144
23/09/2024	12:00	0.0115	9/23/2024	12:00	0.0123
23/09/2024	13:00	0.0112	9/23/2024	13:00	0.0111
23/09/2024	14:00	0.0117	9/23/2024	14:00	0.0096
23/09/2024	15:00	0.0106	9/23/2024	15:00	0.0102
23/09/2024	16:00	0.0101	9/23/2024	16:00	0.0096
23/09/2024	17:00	0.0106	9/23/2024	17:00	0.0106
23/09/2024	18:00	0.011	9/23/2024	18:00	0.0095
23/09/2024	19:00	0.0114	9/23/2024	19:00	0.0118
23/09/2024	20:00	0.0116	9/23/2024	20:00	0.0126
23/09/2024	21:00	0.0106	9/23/2024	21:00	0.0108
23/09/2024	22:00	0.0085	9/23/2024	22:00	0.0142
23/09/2024	23:00	0.0073	9/23/2024	23:00	0.0156
24/09/2024	0:00	0.0068	9/24/2024	0:00	0.012
24/09/2024	1:00	0.0093	9/24/2024	1:00	0.0105
24/09/2024	2:00	0.009	9/24/2024	2:00	0.0089
24/09/2024	3:00	0.0088	9/24/2024	3:00	0.0101
24/09/2024	4:00	0.0067	9/24/2024	4:00	0.0136
24/09/2024	5:00	0.008	9/24/2024	5:00	0.0085
24/09/2024	6:00	0.0123	9/24/2024	6:00	0.0136
24/09/2024	7:00	0.013	9/24/2024	7:00	0.0134
24/09/2024	8:00	0.0114	9/24/2024	8:00	0.0122
24/09/2024	9:00	0.0118	9/24/2024	9:00	0.0155
24/09/2024	10:00	0.0141	9/24/2024	10:00	0.0221
24/09/2024	11:00	0.0114	9/24/2024	11:00	0.0141
24/09/2024	12:00	0.0119	9/24/2024	12:00	0.0246
24/09/2024	13:00	0.0111	9/24/2024	13:00	0.014
24/09/2024	14:00	0.0106	9/24/2024	14:00	0.0167
24/09/2024	15:00	0.0114	9/24/2024	15:00	0.0235
24/09/2024	16:00	0.0108	9/24/2024	16:00	0.0192
24/09/2024	17:00	0.011	9/24/2024	17:00	0.0152
24/09/2024	18:00	0.01	9/24/2024	18:00	0.0096
24/09/2024	19:00	0.0123	9/24/2024	19:00	0.0193
24/09/2024	20:00	0.0116	9/24/2024	20:00	0.0171
24/09/2024	21:00	0.0109	9/24/2024	21:00	0.0186
24/09/2024	22:00	0.008	9/24/2024	22:00	0.0162
24/09/2024	23:00	0.0083	9/24/2024	23:00	0.0141
25/09/2024	0:00	0.0081	9/25/2024	0:00	0.012
25/09/2024	1:00	0.0066	9/25/2024	1:00	0.0106
25/09/2024	2:00	0.0062	9/25/2024	2:00	0.0078
25/09/2024	3:00	0.0075	9/25/2024	3:00	0.0078
25/09/2024	4:00	0.007	9/25/2024	4:00	0.0112

25/09/2024	5:00	0.009	9/25/2024	5:00	0.0148
25/09/2024	6:00	0.0115	9/25/2024	6:00	0.0115
25/09/2024	7:00	0.0122	9/25/2024	7:00	0.0182
25/09/2024	8:00	0.0102	9/25/2024	8:00	0.0212
25/09/2024	9:00	0.0123	9/25/2024	9:00	0.0187
25/09/2024	10:00	0.0124	9/25/2024	10:00	0.0211
25/09/2024	11:00	0.0136	9/25/2024	11:00	0.0182
25/09/2024	12:00	0.0127	9/25/2024	12:00	0.0217
25/09/2024	13:00	0.0115	9/25/2024	13:00	0.0201
25/09/2024	14:00	0.0103	9/25/2024	14:00	0.0136
25/09/2024	15:00	0.0112	9/25/2024	15:00	0.0133
25/09/2024	16:00	0.0146	9/25/2024	16:00	0.0189
25/09/2024	17:00	0.0135	9/25/2024	17:00	0.0188
25/09/2024	18:00	0.0141	9/25/2024	18:00	0.017
25/09/2024	19:00	0.0138	9/25/2024	19:00	0.0202
25/09/2024	20:00	0.0128	9/25/2024	20:00	0.0196
25/09/2024	21:00	0.0133	9/25/2024	21:00	0.0189
25/09/2024	22:00	0.0147	9/25/2024	22:00	0.022
25/09/2024	23:00	0.01	9/25/2024	23:00	0.0207
26/09/2024	0:00	0.0132	9/26/2024	0:00	0.017
26/09/2024	1:00	0.0107	9/26/2024	1:00	0.0159
26/09/2024	2:00	0.0179	9/26/2024	2:00	0.0338
26/09/2024	3:00	0.0165	9/26/2024	3:00	0.029
26/09/2024	4:00	0.0164	9/26/2024	4:00	0.0594
26/09/2024	5:00	0.0167	9/26/2024	5:00	0.0495
26/09/2024	6:00	0.0134	9/26/2024	6:00	0.0629
26/09/2024	7:00	0.0114	9/26/2024	7:00	0.0653
27/09/2024	0:00	0.0081	9/26/2024	8:00	0.0672
27/09/2024	1:00	0.0076	9/26/2024	9:00	0.0671
27/09/2024	2:00	0.0073	9/26/2024	10:00	0.066
27/09/2024	3:00	0.0073	9/26/2024	11:00	0.0667
27/09/2024	4:00	0.0077	9/26/2024	12:00	0.0651
27/09/2024	5:00	0.0094	9/26/2024	13:00	0.0667
27/09/2024	6:00	0.0117	9/26/2024	14:00	0.0672
27/09/2024	7:00	0.0112	9/26/2024	15:00	0.0671
27/09/2024	8:00	0.0105	9/26/2024	16:00	0.067
27/09/2024	9:00	0.0103	9/26/2024	17:00	0.0667
27/09/2024	10:00	0.0114	9/26/2024	18:00	0.067
27/09/2024	11:00	0.0107	9/26/2024	19:00	0.066
27/09/2024	12:00	0.0115	9/26/2024	20:00	0.0668
27/09/2024	13:00	0.011	9/26/2024	21:00	0.0663
27/09/2024	14:00	0.0103	9/26/2024	22:00	0.067
27/09/2024	15:00	0.011	9/26/2024	23:00	0.0663
27/09/2024	16:00	0.0094	9/27/2024	0:00	0.067
27/09/2024	17:00	0.0104	9/27/2024	1:00	0.0643

27/09/2024	18:00	0.0107	9/27/2024	2:00	0.0669
27/09/2024	19:00	0.0111	9/27/2024	3:00	0.0668
27/09/2024	20:00	0.0103	9/27/2024	4:00	0.0666
27/09/2024	21:00	0.0105	9/27/2024	5:00	0.0664
27/09/2024	22:00	0.0099	9/27/2024	6:00	0.0662
27/09/2024	23:00	0.0096	9/27/2024	7:00	0.0665
05/02/2024	0:00	0.0075	9/27/2024	8:00	0.0667
05/02/2024	1:00	0.008	9/27/2024	9:00	0.0658
05/02/2024	2:00	0.008	9/27/2024	10:00	0.067
05/02/2024	3:00	0.0083	9/27/2024	11:00	0.0668
05/02/2024	4:00	0.0092	9/27/2024	12:00	0.0653
05/02/2024	5:00	0.0093	9/27/2024	13:00	0.0655
05/02/2024	6:00	0.0103	9/27/2024	14:00	0.0655
05/02/2024	7:00	0.0113	9/27/2024	15:00	0.0668
05/02/2024	8:00	0.0115	9/27/2024	16:00	0.0668
05/02/2024	9:00	0.0115	9/27/2024	17:00	0.0656
05/02/2024	10:00	0.0088	9/27/2024	18:00	0.067
05/02/2024	11:00	0.01	9/27/2024	19:00	0.0634
05/02/2024	12:00	0.0115	9/27/2024	20:00	0.0626
05/02/2024	13:00	0.0115	9/27/2024	21:00	0.0633
05/02/2024	14:00	0.0106	9/27/2024	22:00	0.0659
05/02/2024	15:00	0.0108	9/27/2024	23:00	0.0645
05/02/2024	16:00	0.0096	2/5/2024	0:00	0.0352
05/02/2024	17:00	0.0085	2/5/2024	1:00	0.0222
05/02/2024	18:00	0.0117	2/5/2024	2:00	0.0329
05/02/2024	19:00	0.01	2/5/2024	3:00	0.0185
05/02/2024	20:00	0.011	2/5/2024	4:00	0.0192
05/02/2024	21:00	0.0109	2/5/2024	5:00	0.0241
05/02/2024	22:00	0.0095	2/5/2024	6:00	0.0147
05/02/2024	23:00	0.0086	2/5/2024	7:00	0.0168
06/02/2024	0:00	0.0082	2/5/2024	8:00	0.0232
06/02/2024	1:00	0.0066	2/5/2024	9:00	0.0208
06/02/2024	2:00	0.0073	2/5/2024	10:00	0.0218
06/02/2024	3:00	0.0072	2/5/2024	11:00	0.0211
06/02/2024	4:00	0.0071	2/5/2024	12:00	0.0264
06/02/2024	5:00	0.0068	2/5/2024	13:00	0.0164
06/02/2024	6:00	0.008	2/5/2024	14:00	0.0167
06/02/2024	7:00	0.0113	2/5/2024	15:00	0.0175
06/02/2024	8:00	0.011	2/5/2024	16:00	0.0144
06/02/2024	9:00	0.011	2/5/2024	17:00	0.0142
06/02/2024	10:00	0.01	2/5/2024	18:00	0.0192
06/02/2024	11:00	0.012	2/5/2024	19:00	0.0186
06/02/2024	12:00	0.0108	2/5/2024	20:00	0.02
06/02/2024	13:00	0.0116	2/5/2024	21:00	0.0294
06/02/2024	14:00	0.0113	2/5/2024	22:00	0.0215

06/02/2024	15:00	0.0092	2/5/2024	23:00	0.02
06/02/2024	16:00	0.0086	2/6/2024	0:00	0.0179
06/02/2024	17:00	0.0102	2/6/2024	1:00	0.0274
06/02/2024	18:00	0.0102	2/6/2024	2:00	0.0202
06/02/2024	19:00	0.0103	2/6/2024	3:00	0.0203
06/02/2024	20:00	0.0116	2/6/2024	4:00	0.018
06/02/2024	21:00	0.0116	2/6/2024	5:00	0.0217
06/02/2024	22:00	0.0095	2/6/2024	6:00	0.0161
06/02/2024	23:00	0.009	2/6/2024	7:00	0.02
07/02/2024	0:00	0.0078	2/6/2024	8:00	0.0268
07/02/2024	1:00	0.0075	2/6/2024	9:00	0.0218
07/02/2024	2:00	0.0078	2/6/2024	10:00	0.0249
07/02/2024	3:00	0.0081	2/6/2024	11:00	0.024
07/02/2024	4:00	0.0066	2/6/2024	12:00	0.0176
07/02/2024	5:00	0.0071	2/6/2024	13:00	0.0189
07/02/2024	6:00	0.0088	2/6/2024	14:00	0.023
07/02/2024	7:00	0.0105	2/6/2024	15:00	0.0163
07/02/2024	8:00	0.0116	2/6/2024	16:00	0.013
07/02/2024	9:00	0.0105	2/6/2024	17:00	0.0174
07/02/2024	10:00	0.0103	2/6/2024	18:00	0.015
07/02/2024	11:00	0.0098	2/6/2024	19:00	0.0146
07/02/2024	12:00	0.0107	2/6/2024	20:00	0.0264
07/02/2024	13:00	0.0115	2/6/2024	21:00	0.029
07/02/2024	14:00	0.0103	2/6/2024	22:00	0.0182
07/02/2024	15:00	0.0103	2/6/2024	23:00	0.0143
07/02/2024	16:00	0.0108	2/7/2024	0:00	0.012
07/02/2024	17:00	0.0096	2/7/2024	1:00	0.0136
07/02/2024	18:00	0.0116	2/7/2024	2:00	0.016
07/02/2024	19:00	0.0111	2/7/2024	3:00	0.0119
07/02/2024	20:00	0.0111	2/7/2024	4:00	0.0216
07/02/2024	21:00	0.0108	2/7/2024	5:00	0.0235
07/02/2024	22:00	0.0103	2/7/2024	6:00	0.0218
07/02/2024	23:00	0.0077	2/7/2024	7:00	0.0266
08/02/2024	0:00	0.007	2/7/2024	8:00	0.0248
08/02/2024	1:00	0.0081	2/7/2024	9:00	0.0231
08/02/2024	2:00	0.0073	2/7/2024	10:00	0.0234
08/02/2024	3:00	0.0076	2/7/2024	11:00	0.018
08/02/2024	4:00	0.0082	2/7/2024	12:00	0.0166
08/02/2024	5:00	0.0083	2/7/2024	13:00	0.0161
08/02/2024	6:00	0.0078	2/7/2024	14:00	0.0173
08/02/2024	7:00	0.0106	2/7/2024	15:00	0.0139
08/02/2024	8:00	0.0119	2/7/2024	16:00	0.0112
08/02/2024	9:00	0.0119	2/7/2024	17:00	0.0137
08/02/2024	10:00	0.0122	2/7/2024	18:00	0.0191
08/02/2024	11:00	0.013	2/7/2024	19:00	0.0217

08/02/2024	12:00	0.0143	2/7/2024	20:00	0.0291
08/02/2024	13:00	0.0154	2/7/2024	21:00	0.016
08/02/2024	14:00	0.0137	2/7/2024	22:00	0.0277
08/02/2024	15:00	0.0143	2/7/2024	23:00	0.0135
08/02/2024	16:00	0.0139	2/8/2024	0:00	0.0197
08/02/2024	17:00	0.0158	2/8/2024	1:00	0.0179
08/02/2024	18:00	0.0135	2/8/2024	2:00	0.0143
08/02/2024	19:00	0.0108	2/8/2024	3:00	0.0136
08/02/2024	20:00	0.0118	2/8/2024	4:00	0.014
08/02/2024	21:00	0.0092	2/8/2024	5:00	0.02
08/02/2024	22:00	0.0091	2/8/2024	6:00	0.0202
08/02/2024	23:00	0.0096	2/8/2024	7:00	0.0175
09/02/2024	0:00	0.0076	2/8/2024	8:00	0.0196
09/02/2024	1:00	0.0073	2/8/2024	9:00	0.0199
09/02/2024	2:00	0.0065	2/8/2024	10:00	0.0167
09/02/2024	3:00	0.0064	2/8/2024	11:00	0.0151
09/02/2024	4:00	0.0063	2/8/2024	12:00	0.02
09/02/2024	5:00	0.0068	2/8/2024	13:00	0.0224
09/02/2024	6:00	0.0076	2/8/2024	14:00	0.0232
09/02/2024	7:00	0.0105	2/8/2024	15:00	0.0221
09/02/2024	8:00	0.011	2/8/2024	16:00	0.0212
09/02/2024	9:00	0.0119	2/8/2024	17:00	0.024
09/02/2024	10:00	0.0125	2/8/2024	18:00	0.0185
09/02/2024	11:00	0.0131	2/8/2024	19:00	0.0118
09/02/2024	12:00	0.0117	2/8/2024	20:00	0.0119
09/02/2024	13:00	0.0127	2/8/2024	21:00	0.0101
09/02/2024	14:00	0.0117	2/8/2024	22:00	0.0089
09/02/2024	15:00	0.0118	2/8/2024	23:00	0.0091
09/02/2024	16:00	0.0115	2/9/2024	0:00	0.0109
09/02/2024	17:00	0.0133	2/9/2024	1:00	0.009
09/02/2024	18:00	0.0126	2/9/2024	2:00	0.0089
09/02/2024	19:00	0.0107	2/9/2024	3:00	0.0089
09/02/2024	20:00	0.0127	2/9/2024	4:00	0.0089
09/02/2024	21:00	0.0111	2/9/2024	5:00	0.0091
09/02/2024	22:00	0.012	2/9/2024	6:00	0.0092
09/02/2024	23:00	0.0099	2/9/2024	7:00	0.009
			02/09/2024	8:00	0.0115
			02/09/2024	9:00	0.0139
			02/09/2024	10:00	0.0145
			02/09/2024	11:00	0.017
			02/09/2024	12:00	0.015
			02/09/2024	13:00	0.019
			02/09/2024	14:00	0.0135
			02/09/2024	15:00	0.0142
			02/09/2024	16:00	0.0172

	02/09/2024	17:00	0.0165
	02/09/2024	18:00	0.0187
	02/09/2024	19:00	0.0149
	02/09/2024	20:00	0.0136
	02/09/2024	21:00	0.015
	02/09/2024	22:00	0.0171
	02/09/2024	23:00	0.0122

Calibração Precipitação (RDII)		
Semanas de fevereiro e setembro		
Valores de Caudal		
Coletor	1258741	
Dates	Time	Flow [L/s]
08/19/2024	00:00	0.0416667
08/19/2024	01:00	0.075
08/19/2024	02:00	0.0138889
08/19/2024	03:00	0
08/19/2024	04:00	0
08/19/2024	05:00	0
08/19/2024	06:00	0.2777778
08/19/2024	07:00	0.0916667
08/19/2024	08:00	0.3472222
08/19/2024	09:00	0.1861111
08/19/2024	10:00	0.075
08/19/2024	11:00	0.0194444
08/19/2024	12:00	0.1666667
08/19/2024	13:00	0.0888889
08/19/2024	14:00	0.0972222
08/19/2024	15:00	0.1666667
08/19/2024	16:00	0.0888889
08/19/2024	17:00	0.0888889
08/19/2024	18:00	0.0916667
08/19/2024	19:00	0.0916667
08/19/2024	20:00	0.3555556
08/19/2024	21:00	0.0888889
08/19/2024	22:00	0.1027778
08/19/2024	23:00	0.0555556
08/20/2024	00:00	0
08/20/2024	01:00	0.0138889
08/20/2024	02:00	0
08/20/2024	03:00	0
08/20/2024	04:00	0
08/20/2024	05:00	0.0277778
08/20/2024	06:00	0.1472222
08/20/2024	07:00	0.0138889

08/20/2024	08:00	0.0833333
08/20/2024	09:00	0.075
08/20/2024	10:00	0.00833333
08/20/2024	11:00	0.0416667
08/20/2024	12:00	0.2861111
08/20/2024	13:00	0
08/20/2024	14:00	0.1666667
08/20/2024	15:00	0.0916667
08/20/2024	16:00	0.0638889
08/20/2024	17:00	0.0916667
08/20/2024	18:00	0.1666667
08/20/2024	19:00	0.1055556
08/20/2024	20:00	0
08/20/2024	21:00	0.1333333
08/20/2024	22:00	0
08/20/2024	23:00	0
08/21/2024	00:00	0.0277778
08/21/2024	01:00	0.0638889
08/21/2024	02:00	0
08/21/2024	03:00	0.0694444
08/21/2024	04:00	0.0416667
08/21/2024	05:00	0
08/21/2024	06:00	0.0888889
08/21/2024	07:00	0.1666667
08/21/2024	08:00	0.2583333
08/21/2024	09:00	0.0611111
08/21/2024	10:00	0.1444444
08/21/2024	11:00	0.2694444
08/21/2024	12:00	0.1861111
08/21/2024	13:00	0.2361111
08/21/2024	14:00	0.1305556
08/21/2024	15:00	0.1194444
08/21/2024	16:00	0.1888889
08/21/2024	17:00	0.3055556
08/21/2024	18:00	0.075
08/21/2024	19:00	0.1888889
08/21/2024	20:00	0.1055556
08/21/2024	21:00	0.2361111
08/21/2024	22:00	0
08/21/2024	23:00	0.0611111
08/22/2024	00:00	0
08/22/2024	01:00	0
08/22/2024	02:00	0.0138889
08/22/2024	03:00	0.0055556
08/22/2024	04:00	0

08/22/2024	05:00	0.0222222
08/22/2024	06:00	0.0888889
08/22/2024	07:00	0.0888889
08/22/2024	08:00	0.0611111
08/22/2024	09:00	0.25
08/22/2024	10:00	0.2027778
08/22/2024	11:00	0.1527778
08/22/2024	12:00	0.1722222
08/22/2024	13:00	0.0833333
08/22/2024	14:00	0.1305556
08/22/2024	15:00	0.1805556
08/22/2024	16:00	0.1666667
08/22/2024	17:00	0.0277778
08/22/2024	18:00	0.0972222
08/22/2024	19:00	0.0055556
08/22/2024	20:00	0.05
08/22/2024	21:00	0.1027778
08/22/2024	22:00	0
08/22/2024	23:00	0
08/23/2024	00:00	0
08/23/2024	01:00	0.0472222
08/23/2024	02:00	0.0694444
08/23/2024	03:00	0
08/23/2024	04:00	0
08/23/2024	05:00	0
08/23/2024	06:00	0.1888889
08/23/2024	07:00	0.0777778
08/23/2024	08:00	0.1944444
08/23/2024	09:00	0.1388889
08/23/2024	10:00	0.0194444
08/23/2024	11:00	0.0972222
08/23/2024	12:00	0.0361111
08/23/2024	13:00	0.0916667
08/23/2024	14:00	0.0916667
08/23/2024	15:00	0.1194444
08/23/2024	16:00	0.0638889
08/23/2024	17:00	0.0638889
08/23/2024	18:00	0.1166667
08/23/2024	19:00	0.1027778
08/23/2024	20:00	0.2166667
08/23/2024	21:00	0
08/23/2024	22:00	0.0611111
08/23/2024	23:00	0.1027778
09/23/2024	00:00	0
09/23/2024	01:00	0

09/23/2024	02:00	0
09/23/2024	03:00	0
09/23/2024	04:00	0.0777778
09/23/2024	05:00	0.0833333
09/23/2024	06:00	0.1583333
09/23/2024	07:00	0.0138889
09/23/2024	08:00	0.2916667
09/23/2024	09:00	0.0694444
09/23/2024	10:00	0
09/23/2024	11:00	0.2305556
09/23/2024	12:00	0.1388889
09/23/2024	13:00	0.1888889
09/23/2024	14:00	0.0472222
09/23/2024	15:00	0.0083333
09/23/2024	16:00	0.1388889
09/23/2024	17:00	0.0694444
09/23/2024	18:00	0.0888889
09/23/2024	19:00	0.1527778
09/23/2024	20:00	0
09/23/2024	21:00	0.2
09/23/2024	22:00	0
09/23/2024	23:00	0
09/24/2024	00:00	0.0277778
09/24/2024	01:00	0
09/24/2024	02:00	0
09/24/2024	03:00	0
09/24/2024	04:00	0
09/24/2024	05:00	0.0194444
09/24/2024	06:00	0.3
09/24/2024	07:00	0.25
09/24/2024	08:00	0.0361111
09/24/2024	09:00	0.9944444
09/24/2024	10:00	0.6805556
09/24/2024	11:00	0.0888889
09/24/2024	12:00	0.2638889
09/24/2024	13:00	0.1944444
09/24/2024	14:00	0.25
09/24/2024	15:00	0.2305556
09/24/2024	16:00	0.1722222
09/24/2024	17:00	0.3388889
09/24/2024	18:00	0.0194444
09/24/2024	19:00	0.1472222
09/24/2024	20:00	0.2361111
09/24/2024	21:00	0.1444444
09/24/2024	22:00	0.2555556

09/24/2024	23:00	0.0972222
09/25/2024	00:00	0.0833333
09/25/2024	01:00	0.0777778
09/25/2024	02:00	0.0472222
09/25/2024	03:00	0.2555556
09/25/2024	04:00	0
09/25/2024	05:00	0.2083333
09/25/2024	06:00	0.55
09/25/2024	07:00	0.3333333
09/25/2024	08:00	0.4083333
09/25/2024	09:00	0.4222222
09/25/2024	10:00	0.7083333
09/25/2024	11:00	0.6055556
09/25/2024	12:00	0.1305556
09/25/2024	13:00	0.2861111
09/25/2024	14:00	0.1722222
09/25/2024	15:00	0.2361111
09/25/2024	16:00	0.8
09/25/2024	17:00	0.7166667
09/25/2024	18:00	0.9722222
09/25/2024	19:00	0.7
09/25/2024	20:00	0.7833333
09/25/2024	21:00	1.3972222
09/25/2024	22:00	0.7916667
09/25/2024	23:00	0.4083333
09/26/2024	00:00	0.6583333
09/26/2024	01:00	2.1611111
09/26/2024	02:00	1.7083333
09/26/2024	03:00	4.2
09/26/2024	04:00	1.8055556
09/26/2024	05:00	2.0055556
09/26/2024	06:00	0.4722222
09/26/2024	07:00	0.1166667
09/26/2024	08:00	0.0777778
09/26/2024	09:00	0.1305556
09/26/2024	10:00	0.0694444
09/26/2024	11:00	0.2444444
09/26/2024	12:00	0.25
09/26/2024	13:00	0.2444444
09/26/2024	14:00	0.25
09/26/2024	15:00	0.1333333
09/26/2024	16:00	0.1194444
09/26/2024	17:00	0.175
09/26/2024	18:00	0.1027778
09/26/2024	19:00	0.1027778

09/26/2024	20:00	0.1944444
09/26/2024	21:00	0
09/26/2024	22:00	0.2916667
09/26/2024	23:00	0.1722222
09/27/2024	00:00	0.0277778
09/27/2024	01:00	0.0194444
09/27/2024	02:00	0
09/27/2024	03:00	0.0916667
09/27/2024	04:00	0.0888889
09/27/2024	05:00	0.5222222
09/27/2024	06:00	0.3055556
09/27/2024	07:00	0.4166667
09/27/2024	08:00	0.1888889
09/27/2024	09:00	0.0361111
09/27/2024	10:00	0.0888889
09/27/2024	11:00	0
09/27/2024	12:00	0.0194444
09/27/2024	13:00	0.0833333
09/27/2024	14:00	0.1305556
09/27/2024	15:00	0.1444444
09/27/2024	16:00	0.1194444
09/27/2024	17:00	0.2777778
09/27/2024	18:00	0.1944444
09/27/2024	19:00	0.1194444
09/27/2024	20:00	0.2416667
09/27/2024	21:00	0.0833333
09/27/2024	22:00	0.125
09/27/2024	23:00	0.2027778
02/05/2024	00:00	0.0083333
02/05/2024	01:00	0
02/05/2024	02:00	0
02/05/2024	03:00	0.0472222
02/05/2024	04:00	0.0777778
02/05/2024	05:00	0
02/05/2024	06:00	0.0555556
02/05/2024	07:00	0.1305556
02/05/2024	08:00	0.0777778
02/05/2024	09:00	0.1861111
02/05/2024	10:00	0.05
02/05/2024	11:00	0.125
02/05/2024	12:00	0.0777778
02/05/2024	13:00	0.175
02/05/2024	14:00	0.05
02/05/2024	15:00	0.1027778
02/05/2024	16:00	0.1111111

02/05/2024	17:00	0.0222222
02/05/2024	18:00	0.1666667
02/05/2024	19:00	0.05
02/05/2024	20:00	0.175
02/05/2024	21:00	0.1388889
02/05/2024	22:00	0.0416667
02/05/2024	23:00	0.0833333
02/06/2024	00:00	0.0833333
02/06/2024	01:00	0.0361111
02/06/2024	02:00	0.0833333
02/06/2024	03:00	0.05
02/06/2024	04:00	0.125
02/06/2024	05:00	0.05
02/06/2024	06:00	0.125
02/06/2024	07:00	0.1944444
02/06/2024	08:00	0.1027778
02/06/2024	09:00	0.0194444
02/06/2024	10:00	0.0611111
02/06/2024	11:00	0.0694444
02/06/2024	12:00	0.2
02/06/2024	13:00	0.1861111
02/06/2024	14:00	0.1861111
02/06/2024	15:00	0.0055556
02/06/2024	16:00	0
02/06/2024	17:00	0.175
02/06/2024	18:00	0.2833333
02/06/2024	19:00	0.1861111
02/06/2024	20:00	0.125
02/06/2024	21:00	0.2694444
02/06/2024	22:00	0.0916667
02/06/2024	23:00	0.2166667
02/07/2024	00:00	0.3611111
02/07/2024	01:00	0.0916667
02/07/2024	02:00	0.2555556
02/07/2024	03:00	0.3666667
02/07/2024	04:00	0.6194444
02/07/2024	05:00	0
02/07/2024	06:00	0.0916667
02/07/2024	07:00	0.7861111
02/07/2024	08:00	0.1722222
02/07/2024	09:00	0.0888889
02/07/2024	10:00	0.0194444
02/07/2024	11:00	0.0777778
02/07/2024	12:00	0.1166667
02/07/2024	13:00	0.3111111

02/07/2024	14:00	0.2361111
02/07/2024	15:00	0.1611111
02/07/2024	16:00	0.1527778
02/07/2024	17:00	0.0777778
02/07/2024	18:00	0.2555556
02/07/2024	19:00	0.0694444
02/07/2024	20:00	0.1527778
02/07/2024	21:00	0.0777778
02/07/2024	22:00	0.1527778
02/07/2024	23:00	0.1583333
02/08/2024	00:00	0.0777778
02/08/2024	01:00	0.0777778
02/08/2024	02:00	0.0361111
02/08/2024	03:00	0.0416667
02/08/2024	04:00	0.0694444
02/08/2024	05:00	0.0611111
02/08/2024	06:00	0
02/08/2024	07:00	0.1027778
02/08/2024	08:00	0.1583333
02/08/2024	09:00	0.1583333
02/08/2024	10:00	0.9805556
02/08/2024	11:00	0.6805556
02/08/2024	12:00	1.7444444
02/08/2024	13:00	1.7361111
02/08/2024	14:00	1.5194444
02/08/2024	15:00	1.425
02/08/2024	16:00	1.3944444
02/08/2024	17:00	2.0972222
02/08/2024	18:00	1.0138889
02/08/2024	19:00	0.425
02/08/2024	20:00	0.1666667
02/08/2024	21:00	0.0638889
02/08/2024	22:00	0.0638889
02/08/2024	23:00	0.125
02/09/2024	00:00	0.3111111
02/09/2024	01:00	0.625
02/09/2024	02:00	0.0694444
02/09/2024	03:00	0.0277778
02/09/2024	04:00	0
02/09/2024	05:00	0.0555556
02/09/2024	06:00	0.0361111
02/09/2024	07:00	0.1305556
02/09/2024	08:00	0.3805556
02/09/2024	09:00	0.2777778
02/09/2024	10:00	0.5555556

02/09/2024	11:00	1.2444444
02/09/2024	12:00	0.5361111
02/09/2024	13:00	0.9722222
02/09/2024	14:00	0.3833333
02/09/2024	15:00	0.5
02/09/2024	16:00	0.7083333
02/09/2024	17:00	0.7277778
02/09/2024	18:00	0.7222222
02/09/2024	19:00	0.1166667
02/09/2024	20:00	0.4027778
02/09/2024	21:00	0.2583333
02/09/2024	22:00	0.6722222
02/09/2024	23:00	0.125

Nota: Células sombreadas indicam a ausência de dados.