



Gestão de Afluências Indevidas em Redes de Águas Residuais Urbanas

DIOGO TAVARES BRANDÃO

Outubro de 2015



Instituto Superior de
Engenharia do Porto

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL – GESTÃO DA CONSTRUÇÃO

GESTÃO DE AFLUÊNCIAS INDEVIDAS EM REDES DE ÁGUAS RESIDUAIS URBANAS

Diogo Tavares Brandão

Relatório de estágio submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em
Engenharia Civil — Ramo de Gestão da Construção

Orientador: Professor Jaime Gabriel Silva

PORTO

OUTUBRO 2015

ÍNDICE GERAL

| | |
|--|-------|
| Resumo..... | iii |
| Abstract | v |
| Agradecimentos | vii |
| Índice de Texto | ix |
| Índice de Figuras | xiii |
| Índice de Tabelas..... | xv |
| Abreviaturas | xvii |
| 1 Introdução..... | 1 |
| 2 Apresentação de Empresas..... | 5 |
| 3 Afluências Indevidas | 13 |
| 4 Metodologias de Quantificação e Identificação de AI | 33 |
| 5 Caracterização do Caso em Estudo..... | 55 |
| 6 Aplicação do Método do Triângulo e Análise dos Resultados..... | 63 |
| 7 Conclusão..... | 79 |
| Referências Bibliográficas | 81 |
| Anexo I..... | III |
| Anexo II..... | XVI |
| Anexo III..... | XVIII |
| Anexo IV | XXXI |
| Anexo V | XXXV |

RESUMO

As afluências indevidas resultantes direta ou indiretamente da precipitação são um dos principais fatores que provocam graves problemas de carácter ambiental, estrutural e económico, no âmbito de um bom funcionamento dos sistemas separativos de saneamento e tratamento de águas residuais urbanas.

Ao longo dos anos, com a expansão do serviço de saneamento à população, tem sido reconhecido que os caudais excedentes às redes de drenagem de águas residuais e estações de tratamento são um problema grave e para isso estão a ser criados critérios cada vez mais exigentes no domínio da gestão e operação destes sistemas de saneamento.

Para uma melhor compreensão sobre a incidência das afluências indevidas nos sistemas de saneamento e nas estações de tratamento de águas residuais, é necessário realizar estudos de quantificação e caracterização no sistema de esgotos. Com a necessidade de compreender a plenitude e natureza deste problema, tornou-se necessário desenvolver metodologias com o objetivo de melhorar a eficiência e eficácia hidráulica dos sistemas de drenagem e de tratamento.

Este trabalho tem como objetivo a análise quantitativa das afluências indevidas, recorrendo a um caso de estudo de uma bacia de drenagem de águas residuais. Para adquirir mais conhecimento sobre o tema foi necessário recolher várias metodologias existentes de maneira a selecionar, estudar e aplicar o método mais vantajoso.

Nesta dissertação, foram utilizados dados disponibilizados pela SIMRIA, no que respeita aos caudais de bombagem da estação elevatória a que afluiu a rede em estudo, e pela INDAQUA Feira, no que respeita aos dados de precipitação.

Palavras-chave: afluências indevidas, sistemas de saneamento, metodologias, precipitação.

ABSTRACT

The improper inflows resulting of direct or indirect precipitation is one of the main factors which cause major malfunctions of environmental, structural and economical character, in the ambit of a good behaviour in separative sanitation wastewater and urban water treatment systems.

Throughout the years, with the expansion of sanitation services to the population, it has been noticed that the overflows in draining networks and wastewater treatment plants are a serious issue, therefore are being created standards more and more demanding in the management and operation of these sanitation systems.

For a better understanding about the improper inflows incidence in sanitation systems and wastewater treatment plants, it is necessary to conduct studies of quantification and characterization of the sewer systems. With the necessity to comprehend the plenitude and nature of this problem it has become necessary to develop methodologies with the objective of improving the hydraulic efficiency and effectiveness of draining and treatment systems.

This paper main purpose is the quantitative analysis of improper inflows, resorting to a case study of a drainage basin wastewater. To acquire more knowledge on the matter it was necessary to retrieve an array of existing methodologies in view of sorting, studying and application of the most advantageous method.

The used data in this dissertation was provided by SIMRIA, in the case of the pumping rate flow of the loadinglift station that surged to the network case study, and by INDAQUA Feira, for the precipitation data.

Keywords: improper inflows, sanitation systems, methodologies, precipitation.

AGRADECIMENTOS

Com o terminar deste estágio, quero agradecer a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, me ajudaram na realização deste trabalho e nesta etapa importante da minha vida.

À minha família, principalmente aos meus pais pelo crescimento, apoio e paciência ao longo dos anos, pois sem eles nada disto seria possível.

Aos meus amigos e colegas de curso, pela amizade e apoio que muito contribuiu para o meu crescimento pessoal e profissional.

Ao orientador Eng.º Gabriel Silva, gostaria de agradecer a contribuição e oportunidade que me foi concedida de realizar o Estágio na organização SIMRIA – Saneamento Integrado dos Municípios da Ria, SA.

Ao coorientador Eng.º Jorge Cunha, agradeço a orientação que sempre prestou, durante a realização do estágio e na elaboração do presente relatório.

Ao Eng.º David Pereira, um especial agradecimento por todo o apoio, orientação e disponibilidade prestado durante o período de estágio, que foi uma pessoa fundamental na concretização deste trabalho.

Aos colaboradores da INDAQUA, especialmente ao Eng.º Emerciano Lopes pela disponibilização de dados e conhecimentos que contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE DE TEXTO

| | |
|---|------|
| Índice Geral | i |
| Resumo..... | iii |
| Abstract | v |
| Agradecimentos | vii |
| Índice de Texto | ix |
| Índice de Figuras | xiii |
| Índice de Tabelas..... | xv |
| Abreviaturas..... | xvii |
| 1 Introdução..... | 1 |
| 1.1 Apresentação e Enquadramento do Tema..... | 1 |
| 1.2 Âmbito e Objetivos | 2 |
| 1.3 Organização da Dissertação..... | 3 |
| 2 Apresentação de Empresas..... | 5 |
| 2.1 Águas de Portugal..... | 5 |
| 2.2 SIMRIA | 6 |
| 2.3 INDAQUA Feira | 11 |
| 3 Afluências Indevidas | 13 |
| 3.1 Definição de Afluências Indevidas | 13 |
| 3.2 Infiltração Direta..... | 14 |
| 3.3 Infiltração Indireta | 15 |
| 3.4 Indicadores de Desempenho | 17 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.5 | Custos Associados | 28 |
| 3.5.1 | Custos Operacionais | 29 |
| 3.5.2 | Custos de Manutenção | 29 |
| 3.5.3 | Custos de Investimento | 29 |
| 3.6 | Controlo da Infiltração | 31 |
| 4 | Metodologias de Quantificação e Identificação de AI | 33 |
| 4.1 | Levantamento de Metodologias | 33 |
| 4.1.1 | Técnicas Ultrassónicas (Sonar) | 34 |
| 4.1.2 | Avaliação da Rede com Tecnologia Scanner..... | 35 |
| 4.1.3 | Laser-Based Profiling | 35 |
| 4.1.4 | Ensaio de Estanquidade | 36 |
| 4.1.5 | Lamping..... | 36 |
| 4.1.6 | Técnicas de Limpeza | 37 |
| 4.1.7 | Técnicas com Traçadores..... | 39 |
| 4.1.8 | Questionários a Residentes | 40 |
| 4.1.9 | Projeto APUSS..... | 40 |
| 4.1.10 | Método dos Isótopos Naturais | 41 |
| 4.1.11 | Método das Séries Temporais | 43 |
| 4.2 | Métodos Aprofundados no Presente Estudo..... | 45 |
| 4.2.1 | Método do Triângulo | 45 |
| 4.2.2 | Testes de Fumo | 48 |
| 4.2.3 | Inspeção Visual | 49 |
| 5 | Caracterização do Caso em Estudo | 55 |
| 5.1 | Caracterização da Bacia Hidrográfica da Barrinha de Esmoriz / Lagoa de Paramos | 55 |
| 5.2 | Caracterização da Rede de Drenagem em Alta | 56 |
| 5.2.1 | ETAR de Espinho | 56 |

| | | |
|-------|--|-------|
| 5.2.2 | Estação Elevatória de Rio Maior 1..... | 58 |
| 5.2.3 | Estação Elevatória de Silvalde 1 | 58 |
| 5.2.4 | Rede Em Alta | 59 |
| 5.3 | Caracterização da Bacia de Drenagem em Baixa..... | 60 |
| 5.3.1 | Freguesia de Nogueira da Regedoura | 60 |
| 6 | Aplicação do Método do Triângulo e Análise dos Resultados..... | 63 |
| 6.1 | Aplicação do Método do Triângulo | 63 |
| 6.2 | Análise dos Resultados | 68 |
| 6.3 | Análise de Sensibilidade do Método do Triângulo | 71 |
| 6.3.1 | Caso 1 | 71 |
| 6.3.2 | Caso 2 | 74 |
| 6.4 | Testes de Fumo Realizados..... | 77 |
| 7 | Conclusão..... | 79 |
| 7.1 | Síntese e Conclusões..... | 79 |
| 7.2 | Propostas de trabalho futuro | 80 |
| | Referências Bibliográficas | 81 |
| | Anexo I..... | III |
| | Anexo II..... | XVI |
| | Anexo III..... | XVIII |
| | Anexo IV | XXXI |
| | Anexo V | XXXV |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2.1 Sistema Multimunicipal de Saneamento da Ria de Aveiro (Fonte: Relatório e Contas SIMRIA 2013)..... | 7 |
| Figura 2.2 Estrutura organizacional da SIMRIA (Fonte: Relatório e Contas SIMRIA 2014)..... | 8 |
| Figura 2.3 Ciclo PDCA (Fonte: Relatório e Contas SIMRIA 2013)..... | 9 |
| Figura 2.4 Concelho de Santa Maria da Feira | 12 |
| Figura 3.1 Otimização do custo associado à redução da infiltração numa rede de drenagem (Amorim 2007)..... | 30 |
| Figura 4.1 Imagem produzida pelo Sonar (Fonte: ASCE, 2009)..... | 34 |
| Figura 4.2 Secção SSET (Fonte: ASCE, 2009)..... | 35 |
| Figura 4.3 Secção Lateral SSET (Fonte: ASCE, 2009)..... | 35 |
| Figura 4.4 Camara fotográfica montada numa haste rígida (Fonte: ASCE, 2009)..... | 37 |
| Figura 4.5 Caracterização isotópica e decomposição do hidrograma diário nas suas (Bonito 2014)... | 43 |
| Figura 4.6 Separação dos hidrogramas obtidos em duas bacias de drenagem na Suíça (Bonito, 2014)..... | 45 |
| Figura 4.7 Diagrama cronológico de caudais medidos na ETAR de Mirandela e da precipitação registada durante o ano de 1999 (Almeida & Monteiro, 2005)..... | 46 |
| Figura 4.8 Aplicação do método do triângulo para a separação das parcelas de origem doméstica, infiltração e escoamento superficial - ETAR de Mirandela 1999 (Almeida & Monteiro, 2005) | 47 |
| Figura 4.9 Diagrama de Testes de Fumo (Fonte: ASCE, 2009)..... | 49 |
| Figura 4.10 Fissura ligeira (Fonte: ASCE, 2009)..... | 50 |
| Figura 4.11 Fissura com infiltração ligeira (Fonte: ASCE,2009)..... | 50 |
| Figura 4.12 Fissura com infiltração elevada (Fonte: ASCE, 2009)..... | 50 |

| | |
|--|----|
| Figura 4.13 Camara montada em estrutura com esquis (Fonte: ASCE, 2009) | 51 |
| Figura 4.14 Camara autopropulsionada (Fonte: ASCE, 2009) | 52 |
| Figura 4.15 Camara montada numa haste rígida (Fonte: ASCE, 2009) | 52 |
| Figura 4.16 Tubagem de grande diâmetro e válvula de câmara (Fonte: ASCE, 2009) | 53 |
| Figura 4.17 Exemplos de equipamentos e procedimentos usados durante a entrada de pessoas (Fonte: ASCE, 2009)..... | 54 |
| Figura 5.1 Barrinha de Esmoriz (Fonte: www.olin.pt) | 56 |
| Figura 5.2 ETAR de Espinho (Fonte: SIMRIA, 2014)..... | 57 |
| Figura 5.3 Estação Elevatória Rio Maior 1 | 58 |
| Figura 5.4 Estação Elevatória de Silvalde 1 | 59 |
| Figura 5.5 Rede em Baixa (Fonte: SIMRIA 2015) | 60 |
| Figura 5.6 Freguesia de Nogueira da Regedoura (Fonte: Google Maps) | 61 |
| Figura 5.7 Evolução do número de habitantes de Nogueira da Regedoura (Fonte: INE) | 61 |
| Figura 5.8 Variação percentual do nº de habitantes de Nogueira da Regedoura (Fonte: INE) | 61 |
| Figura 6.1 Diagrama cronológico de caudais da EESv1 e da precipitação durante o ano de 2013 | 65 |
| Figura 6.2 Diagrama cronológico de caudais da EESv1 e da precipitação durante o ano de 2014 | 65 |
| Figura 6.3 Diagrama de aplicação do método do triângulo 2013 | 69 |
| Figura 6.4 Diagrama de aplicação do método do triângulo 2014 | 69 |
| Figura 6.5 Diagrama de aplicação do método do triângulo 2013 – Caso 1..... | 72 |
| Figura 6.6 Diagrama de aplicação do método do triângulo 2014 – Caso 1..... | 72 |
| Figura 6.7 Diagrama de aplicação do método do triângulo 2013 – Caso 2..... | 74 |
| Figura 6.8 Diagrama de aplicação do método do triângulo 2014 – Caso 2..... | 75 |
| Figura 6.9 Balão insuflável..... | 77 |
| Figura 6.10 Máquina de Fumo e Bomba de pressão de Ar | 77 |
| Figura 6.11 Fumo saliente numa sarjeta | 77 |
| Figura 6.12 Fumo saliente numa sarjeta | 77 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 3.1 Tipos de afluições indevidas (Rodrigues 2013)..... | 14 |
| Tabela 5.1 Componente de Tratamento de águas Residuais (ETAR Espinho e ETAR da Remolha) | 57 |
| Tabela 5.2 Componente de Recolha de Águas Residuais (Subsistema da Barrinha de Esmoriz)..... | 57 |
| Tabela 5.3 Componente de Rejeição (Exutor Submarino de Espinho) | 57 |
| Tabela 6.1 Tabela cronológica de caudais e precipitação medidos (excerto) | 64 |
| Tabela 6.2 Caudal médio anual por dia da semana de 2013 | 64 |
| Tabela 6.3 Caudal médio anual por dia da semana de 2014 | 64 |
| Tabela 6.4 Tabela de Resultados..... | 68 |
| Tabela 6.5 Tabelas de resultados das áreas..... | 70 |
| Tabela 6.6 Tabela de resultados – Caso 1 | 71 |
| Tabela 6.7 Tabela de resultados das áreas – Caso 1 | 73 |
| Tabela 6.8 Tabela de resultados – Caso 2 | 74 |
| Tabela 6.9 Tabela de resultados das áreas – Caso 2 | 75 |

ABREVIATURAS

AdDP – Águas do Douro e Paiva, S.A.

AdP – Águas de Portugal, SGPS, SA

AdRA – Águas da Região de Aveiro

AI – Afluências Indevidas

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

AR – Águas Residuais

Cap – Capitação

C_{AR} – CQO das águas residuais domésticas

CCTV – *Close Circuit Television*

C_{inf} – CQO das águas infiltradas

CQO – Carência Química de Oxigénio

Ct – CQO do caudal total

DEC – Departamento de Engenharia Civil

DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia

DL – Decreto de Lei

DR – Decreto Regulamentar

EE – Estação Elevatória

ABREVIATURAS

EN – Norma Europeia

ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

IF – INDAQUA Feira, S.A.

INDAQUA – Industria e Gestão de Água, S.A.

ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

pH – Potencial de Hidrogénio

Pop – População

PRCE – Plano de Racionalização dos Consumos de Energia

PRCE – Plano de Racionalização dos Consumos de Energia

Q_{AR} – Caudal de água residual doméstica

Q_{inf} – Caudal Infiltrado

Q_t – Caudal total

RM – Rio Maior

SGI – Sistema de Gestão Integrado

SIMC – Sistema Integrado de Medição de Caudal

SIMRIA – Saneamento Integrado dos Municípios da Ria, SA

SMF – Santa Maria da Feira

SMM Ria - Sistema Multimunicipal de Saneamento da Ria de Aveiro

SMOW – *Standard Mean Oceanic Water*

SV – Silvalde

^xO – Isótopo de Oxigénio de massa x

ZMC – Zona de Medição e Controlo

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO E ENQUADRAMENTO DO TEMA

A existência de afluências indevidas nas redes de coletores leva a uma maior dificuldade e a um aumento nos custos de operação, tanto do transporte do efluente recolhido como do seu tratamento pelas ETAR's. A descarga de esgotos nas redes coletoras e ETAR, variável no tempo, leva a uma sobrecarga em quantidade (superior à do dimensionamento) e a uma variação elevada em qualidade que podem comprometer o funcionamento do tratamento, levando muitas vezes a um efeito de "wash out" da biomassa existente nas ETAR, ou seja, a uma perda dos micro-organismos para o exterior do sistema de tratamento por arrastamento no efluente final. Este excesso pode também levar a descargas de efluente não tratado para o meio recetor, provocando impactos a nível ambiental.

Apesar dos vários investimentos elevados que têm sido feitos nos sistemas de águas residuais e pluviais, o desempenho nestes sistemas em maior parte dos casos está longe de ser satisfatório, e as entidades gestoras têm a noção que as AI são um grande contributo para esta situação. Esta problemática é uma causa importante na deterioração do desempenho funcional do sistema, e é bem conhecida pelos gestores dos sistemas de águas residuais e pluviais. O que não é conhecida é a dimensão total do problema, pois existe um número desconhecido de ligações ou descargas indevidas na rede, ou de circunstâncias de caudais excessivos que podem causar inundações, descargas, entre outros.

É recomendável atuar em face de casos mais evidentes da existência de AI, e não à sua eliminação em circunstâncias difíceis de localização de forma exaustiva. Para isso, a sua eliminação passa prioritariamente por definir um plano de reabilitação direcionado. É necessário adotar metodologias adequadas e selecionar mecanismos e ações apropriadas para promover a redução gradual das AI de maneira a aumentar a eficácia e a eficiência dos sistemas em termos económicos, ambientais e operacionais. Contudo a minimização das AI até a um nível aceitável, necessita da caracterização das causas predominantes e da identificação dos locais prioritários para atuação.

Os sistemas de saneamentos com problemas estruturais vão não só ter problemas de entrada de água na rede mas também a saída de caudais através de anomalias para o solo, processo este designado normalmente por exfiltração. Esta anomalia pode originar um arrastamento do solo e a criação de vazios, de maior ou menor dimensão. No caso de sistemas separativos domésticos e unitários, dá-se também a contaminação dos solos por águas residuais não tratadas. Apesar de não se tratar de uma AI, a exfiltração está associada ao mesmo tipo de anomalias que a infiltração, estando a ocorrência de uma ou outra principalmente dependente do nível freático e do tipo de solo.

1.2 ÂMBITO E OBJETIVOS

O estágio a realizar teve por base a perceção da real quantidade de afluições indevidas numa rede de saneamento em estudo da bacia de drenagem da Lagoa de Paramos do tipo separativo, de forma a conseguir proceder à sua redução.

Para uma análise eficaz e eficiente deste trabalho foi necessário conhecer as normas de dimensionamento de coletores para perceber bem o seu funcionamento. Também foi bastante importante pesquisar e estudar métodos de controlo de infiltrações que poderiam ser aplicados ao caso em estudo.

Para isso foi necessário ter um vasto leque de metodologias que podiam ser aplicadas a redes e perceber qual a mais adequada. Durante este estágio foi possível obter alguns dos métodos que podem ser aplicados. No entanto a prioridade foi estudar o Método do Triângulo, pois é a metodologia que está a ser aplicada, neste momento pela INDAQUA Feira, daí ser importante perceber-la para determinar se é a melhor opção a adotar.

Como não existem muitos estudos realizados com explicações concretas de como aplicar determinados métodos, este trabalho tem como objetivo ser claro em todos os parâmetros de aplicação do método, de forma a contribuir para outros possíveis estudos no futuro.

Com a realização deste estágio pretendeu-se fazer a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos ao longo da formação em Engenharia Civil.

1.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação desenvolve-se em 7 capítulos.

O Capítulo 1 diz respeito a uma introdução na qual se apresenta a temática abordada e utilizada no estágio, assim como os objetivos inicialmente propostos a atingir.

No Capítulo 2 é feita uma descrição aprofundada das empresas AdP, SIMRIA e IF, que estiveram envolvidas na realização deste estágio.

No Capítulo 3, realiza-se uma descrição da definição de Afluências Indevidas, desde as suas principais causas, custos e impactos, às estratégias de quantificação. Este capítulo permite abordar a temática das infiltrações em toda a sua extensão, úteis de ser empregues na realização dos trabalhos.

O Capítulo 4 apresenta todas as metodologias que foram estudadas durante o semestre, mostrando os seus procedimentos e fórmulas de cálculo, de forma a poder justificar a sua posterior utilização no caso estudo.

O Capítulo 5 passa para a caracterização do caso em estudo, descrevendo-se o Concelho e a bacia em questão realizando uma caracterização a nível do sistema em alta.

O Capítulo 6 mostra todos os dados recolhidos e descreve qual o seu processo de análise, de forma a conseguir quantificar e identificar quais são as afluências indevidas na rede em estudo.

No último capítulo, o Capítulo 7, descreve-se quais foram as conclusões que se conseguiu tirar com a realização deste trabalho e elabora-se uma análise de todo o estágio realizado durante o semestre.

2 APRESENTAÇÃO DE EMPRESAS

2.1 ÁGUAS DE PORTUGAL

A AdP – Águas de Portugal, SGPS, S.A foi constituída em 1993, ao abrigo do direito comercial privado com acionistas públicos, tendo como prioridade o desenvolvimento dos sistemas multimunicipais de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais, no sentido de ultrapassar a fragmentação que caracterizava aqueles setores, condição necessária para a evolução pretendida.

O grupo AdP assume um papel de grande contribuidor para os objetivos operacionais dos planos estratégicos sectoriais do País, os quais nos domínios de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais são servir cerca de 95% da população com sistemas públicos de abastecimento de água e cerca de 90% da população com sistemas públicos de saneamento de águas residuais urbanas.

O reconhecimento das potencialidades da experiência empresarial desenvolvida motivou a crescente adesão dos municípios ao estabelecimento de parcerias com a AdP para a gestão integrada de serviços públicos de água e saneamento. Hoje, as empresas do grupo AdP assumem já a responsabilidade pela prestação do serviço público nos domínios do abastecimento de água e do saneamento de águas residuais a mais de 234 municípios, num total de 308. O grupo AdP participa num conjunto de empresas que, em parceria com os municípios, prestam serviços a cerca de 80% da população portuguesa.

Próximo do final deste estágio, a AdP reestruturou o sector das águas passando de 19 sistemas de abastecimento e saneamento urbano em 5 de maior dimensão, sendo essencial para garantir a continuidade, universalidade, qualidade e sustentabilidade na prestação destes serviços públicos. Esta reorganização territorial e corporativa do setor de titularidade estatal permite a redução de custos e ganhos de eficiência essenciais à sustentabilidade das entidades gestoras, à qualidade dos serviços prestados e à contenção das tarifas e aporta elevados benefícios ao nível da promoção da equidade territorial e da coesão social por via da harmonização tarifária.

2.2 SIMRIA

A 29 de junho de 2015, a SIMRIA, onde se realizou o estágio, foi extinta, tendo sido constituída a Águas do Centro Litoral, através do Decreto-Lei n.º 92/2015, mediante a agregação das empresas SIMLIS, SIMRIA e Águas do Mondego, integradas no Grupo Águas de Portugal. No entanto por esta mudança só ter existido em finais do estágio, mantem-se a referência da SIMRIA ao longo desta dissertação.

A SIMRIA - Saneamento Integrado dos Municípios da Ria, SA, é a sociedade anónima responsável pela construção, gestão e exploração do Sistema Multimunicipal de Saneamento da Ria de Aveiro, criado através do Decreto-Lei nº 101/97, de 26 de Abril, com o objetivo de obter uma solução conjunta para a coleta, tratamento e destino final dos efluentes gerados na zona de abrangência da Ria de Aveiro. Em conformidade com o disposto no Decreto-Lei 329/2000 de 22 de dezembro, a intervenção da SIMRIA ao nível de requalificação ambiental, foi ampliada aos Municípios de Espinho e Santa Maria da Feira e alargada à restante área geográfica do Município de Ovar, no sentido de dar resposta à recuperação do ecossistema da Barrinha de Esmoriz / Lagoa de Paramos. A 19 de janeiro de 2009 foi celebrado o 2º Aditamento ao Contrato de Concessão que prolongou o período da concessão para 50 anos e ampliou a área de intervenção a Sul, aos Municípios de Oliveira do Bairro e Cantanhede. Nos termos do Despacho n.º 9976/2010 do Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, publicado no Diário da República de 14 de junho de 2010, foi feito o alargamento geográfico do Sistema Multimunicipal da Ria de Aveiro à totalidade do município de Vagos. (Relatório e Contas SIMRIA 2014)

A SIMRIA tem implementado um Plano de Controlo Analítico, cuja elaboração teve por base o controlo dos afluentes ao sistema multimunicipal, o controlo do processo de tratamento das ETAR e o cumprimento da legislação, no que diz respeito aos Alvarás de Utilização de Domínio Hídrico. Este programa de monitorização ambiental tem uma componente cuja atividade é desenvolvida pelo Laboratório da SIMRIA, situado na ETAR de Ílhavo, e tem uma componente desenvolvida por laboratórios exteriores acreditados. Dentro desta última componente, inclui-se a avaliação da qualidade das águas balneares na zona de influência dos emissários submarinos.

A SIMRIA atua promovendo a requalificação ambiental dos ecossistemas num quadro de sustentabilidade económica, financeira e social. A sua atividade configura, assim, um serviço de interesse geral, com um papel determinante na melhoria da qualidade de vida dos cidadãos e na garantia da coesão económica e social da região, estando sujeita a um conjunto de obrigações de serviço público que importa salientar: universalidade, continuidade, acessibilidade, qualidade do serviço e proteção dos utilizadores.

SISTEMA MULTIMUNICIPAL

O Sistema Multimunicipal de Saneamento da Ria de Aveiro apresenta uma solução para a coleta, tratamento e destino final dos efluentes da Ria de Aveiro, cujo equilíbrio tem vindo a ser ameaçado pelos problemas de poluição devido às descargas de águas residuais domésticas e industriais na laguna.

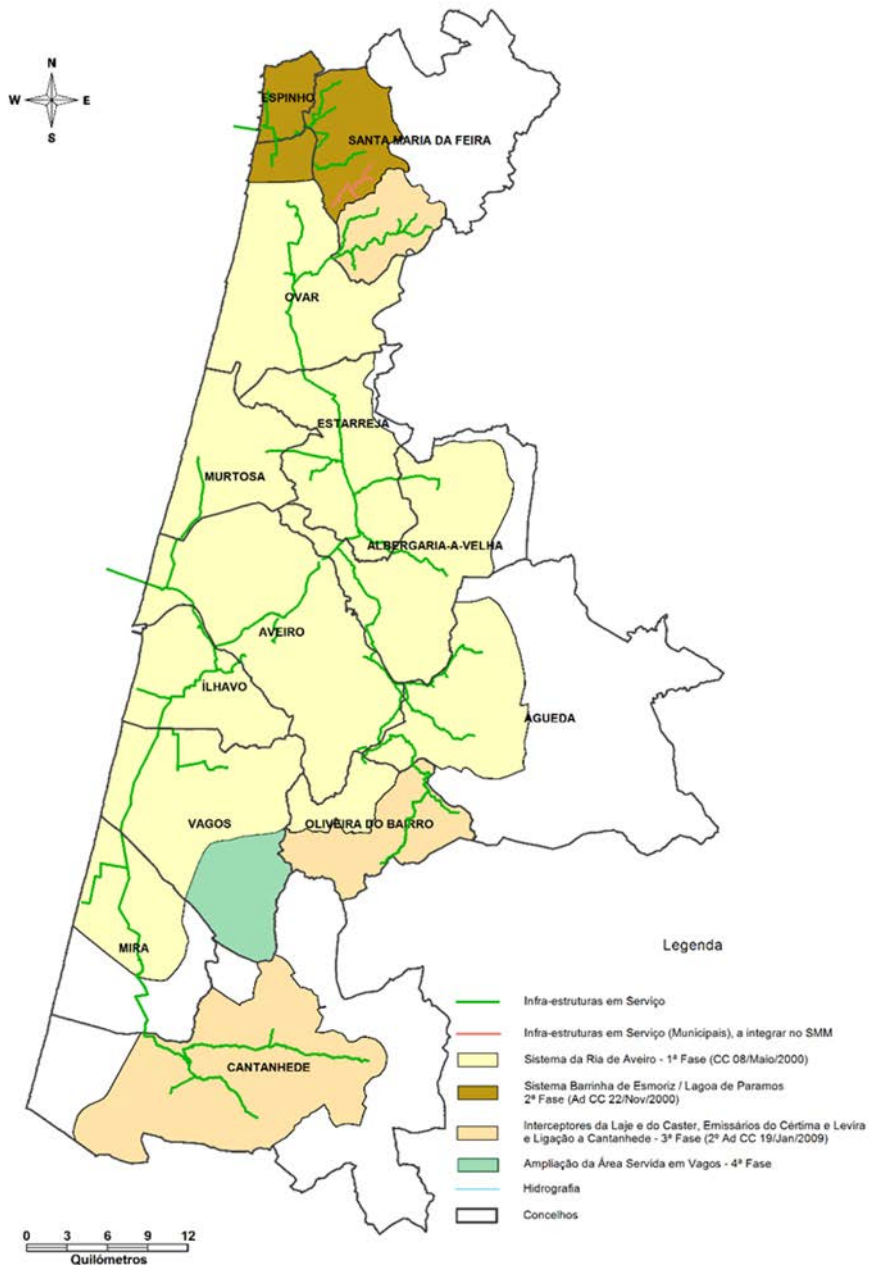


Figura 2.1 Sistema Multimunicipal de Saneamento da Ria de Aveiro (Fonte: Relatório e Contas SIMRIA 2013).

Atividade Operacional

A atividade da empresa assenta numa estrutura organizacional que compreende duas direções sob a tutela da Administração, a Direção de Operação e Infraestruturas e a Direção Administrativa e Financeira. A reportar à administração existem os seguintes órgãos Staff: o Sistema de Responsabilidade Empresarial, o Departamento de Qualidade do Processo, o Secretariado, a Assessoria Jurídica e a Comunicação e Imagem, conforme se apresenta no seguinte organigrama:

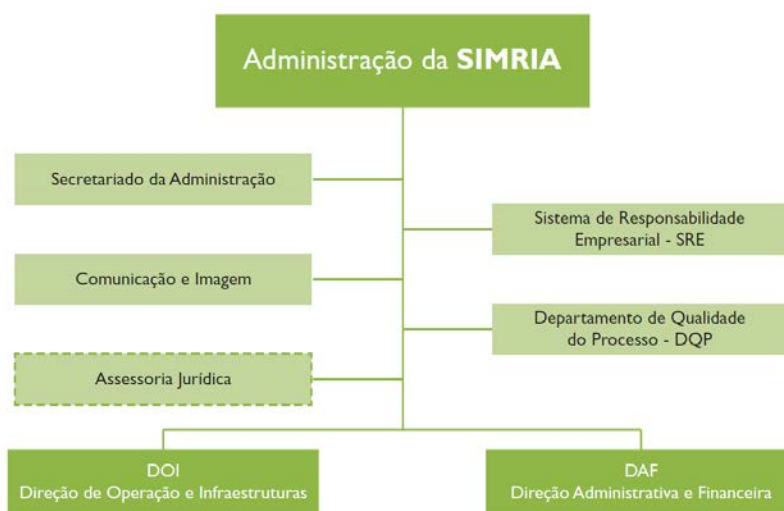


Figura 2.2 Estrutura organizacional da SIMRIA (Fonte: Relatório e Contas SIMRIA 2014)

Direção de Operação e Infraestruturas (DOI)

É responsável por toda a atividade associada à recolha, tratamento e rejeição de efluentes, bem como à manutenção dos equipamentos. Divide-se em três áreas funcionais: Centro Operacional I (CO I), responsável pela Operação e Manutenção da ETAR Norte; Centro Operacional II (CO II), responsável pela Operação e Manutenção das ETAR Sul, S. Jacinto, Salgueiro, Santa Catarina, Ouca e Ponte de Vagos e Operação e Manutenção de Conduitas, Estações Elevatórias (EE) e Pontos de Entrada (PE). É igualmente responsável por toda a atividade associada à conceção e planeamento, através da área funcional Estudos e Planeamento, e por toda a atividade associada à construção e manutenção (na vertente de engenharia civil) das infraestruturas, através da área funcional Obras. Nesta direção está ainda inserida a área funcional Administração de Sistemas, responsável pela informática, telecomunicações, SIG (sistemas de informação geográfica) e automação. A reportar diretamente à Direção, existe ainda o órgão de staff Secretariado.

Direção Administrativa e Financeira (DAF)

É responsável pela gestão administrativa, económica, financeira e de recursos humanos e onde se encontram concentrados os diversos serviços: Contabilidade, Compras, Tesouraria, Recursos Humanos, Fundo de Coesão e Gestão de Frota.

Funcionamento da Empresa

Na sua generalidade, o funcionamento da empresa assenta em torno da execução da sua estratégia e no cumprimento de um conjunto de atividades que se sucedem respeitando as etapas do ciclo PDCA (Plan, Do, Check and Act), conforme figura a seguir apresentada.



Figura 2.3 Ciclo PDCA (Fonte: Relatório e Contas SIMRIA 2013)

Desta forma, pretende-se garantir que a implementação dessas atividades é desenvolvida de acordo com o planeado, sendo que, qualquer desvio verificado deve ser devidamente tratado a fim de ser corrigido e/ou permitir o desenvolvimento de melhorias que visem a sua prevenção em situações futuras.

Em termos de comunicação interna, a Empresa privilegia uma comunicação descendente e ascendente que garante que a informação é compreendida pelos colaboradores. Esta comunicação pode ser realizada via email interno, informações internas e reuniões. A suportar o desenvolvimento destas atividades existe uma estrutura documental devidamente registada, controlada e arquivada. Com o objetivo de melhorar a gestão dos fluxos documentais e de diminuir o recurso ao papel, a empresa implementou o sistema informático de Gestão Documental SIMDoc, estando a funcionar em pleno desde 2007.

Política de Gestão

A SIMRIA numa perspetiva de Desenvolvimento Sustentável desenvolve a sua atividade em prol da requalificação ambiental da Ria de Aveiro e Barrinha de Esmoriz / Lagoa de Paramos, tendo por base um Sistema de Gestão Integrado ao nível da Qualidade, Ambiente, Higiene, Saúde, Segurança e Responsabilidade Social.

Consciente das boas práticas de cidadania, considera e promove os interesses de todas as partes envolvidas, assumindo os seguintes princípios estratégicos:

- Satisfação das necessidades atuais e futuras dos seus clientes utilizadores do Sistema Multimunicipal, através de construção e gestão de um sistema de saneamento em alta, autossustentável, nos termos do Contrato de Concessão celebrado com o Estado Português;
- Reforço das relações de parceria com o Concedente, Municípios e Entidades do Sector promovendo a confiança e a comunicação entre as partes;
- Recolha, tratamento e rejeição da totalidade das águas residuais urbanas da zona de abrangência do Sistema Multimunicipal, assente nos princípios de salvaguarda da saúde pública e promoção da qualidade de vida da população, garantindo elevados níveis de qualidade e fiabilidade numa ótica de melhoria contínua, em todas as vertentes de gestão;
- Identificação dos perigos, prevenção e minimização dos riscos, atuando na gestão de segurança no trabalho, na prevenção de lesões, ferimentos e danos para a saúde, bem como os impactes ambientais externos e internos, atuando no sentido da prevenção da poluição;
- Motivação e desenvolvimento dos seus colaboradores, assegurando e melhorando as condições laborais e sociais, em conformidade com os requisitos da norma SA8000;
- Sensibilização da Sociedade em geral para o desenvolvimento de uma consciência ambiental;
- Melhoria da eficácia e a eficiência dos processos da empresa, otimizando a utilização dos recursos técnicos, humanos e financeiros;
- A SIMRIA desenvolve as suas atividades em conformidade com os requisitos legais e outros que a organização subscreva, nas vertentes de qualidade, ambiente, segurança e responsabilidade social.

2.3 INDAQUA FEIRA

A INDAQUA Feira, S.A., é uma empresa concessionária, que atua no sector da água, sendo esta pertencente ao grupo empresarial INDAQUA - Industria e Gestão de Água, S.A.

A INDAQUA é um grupo empresarial português, integralmente detido por acionistas portugueses, que resulta de uma parceria estratégica para o sector da água, entre alguns grandes grupos económicos nacionais, com competências em diferentes áreas de negócio, e com grande presença internacional. Este grupo foi criado para operar, essencialmente, no âmbito das concessões municipais e parcerias público-privadas (PPP), representando uma clara aposta na área do ambiente em geral, e na gestão do sector da água em particular, integrando captação, tratamento, transporte e distribuição de água, e recolha, drenagem e tratamento de águas residuais.

Atualmente, opera em 7 municípios do norte de Portugal através das respetivas concessionárias (indaqua.pt, 2014):

- INDAQUA Fafe, S.A.;
- INDAQUA Santo-Tirso/Trofa, S.A.;
- INDAQUA Feira, S.A.;
- INDAQUA Matosinhos, S.A.;
- INDAQUA Vila do Conde, S.A.;
- Águas de São João, E.M., S.A.;
- INDAQUA Oliveira de Azeméis, S.A.

A IF foi constituída em 12 de Março de 1999, tendo por objeto o exercício em regime de concessão, das atividades de indústria e prestação de serviços relativos à exploração e gestão conjunta dos serviços públicos municipais de tratamento e distribuição de água para consumo público e de recolha, tratamento e rejeição de efluentes residuais no Concelho de Santa Maria da Feira, incluindo a construção, extensão, reparação, renovação, manutenção e melhoria de todas as instalações, infraestruturas e equipamentos que integram os sistemas concessionados, bem como a realização de

todas as obras necessárias à execução do Plano de Investimentos, no âmbito da concessão, e que consta no Contrato de Concessão, assinado a 3 de Dezembro de 1999 (indaqua.pt, 2013).

A IF opera no concelho de SMF, pertencente ao distrito de Aveiro e situada na grande Área Metropolitana do Porto, região Norte e sub-região de Entre Douro e Vouga. Este município é limitado a norte pelos municípios de Vila Nova de Gaia e de Gondomar, a leste por Arouca, a sudeste por Oliveira de Azeméis e São João da Madeira, a sudoeste por Ovar e a oeste por Espinho, conforme se encontra representado na Figura 2.4.



Figura 2.4 Concelho de Santa Maria da Feira

3 AFLUÊNCIAS INDEVIDAS

3.1 DEFINIÇÃO DE AFLUÊNCIAS INDEVIDAS

Considera-se como Afluências Indevidas a água que se infiltra de forma ilícita, numa rede de drenagem de águas residuais. Elas não só interferem ao nível técnico, como também na gestão e sustentabilidade da rede. Numa rede de saneamento, é muito difícil de quantificar com exatidão o volume de água infiltrada, pois é um aspeto muito ambíguo em termos espacial e temporal, pois tanto se pode registar um aumento rápido e abundante como lento e diminuto, pois trata-se de um problema específico de cada região.

O combate às AI é uma prioridade para as entidades gestoras de águas residuais, pois é uma forma de manter o bom funcionamento das ETAR's, pois a sobrecarga de volume de água infiltrada e a diluição da concentração de poluentes, reduz a eficiência de remoção dos poluentes, o que vai provocar um custo excessivo para o tratamento das águas residuais. Também é importante que na expansão dos sistemas de drenagem com o objetivo de aumentar o nível de atendimento às populações, as novas infraestruturas sejam concebidas e executadas de forma correta garantindo uma minimização de ocorrência de AI significativas (Bonito 2014).

No conceito de afluências indevidas existem dois tipos de caudais de infiltração, as águas pluviais e as águas subterrâneas, no entanto normalmente não é fácil identificar e quantificar, o tipo de infiltração. Também estão incluídas nas AI as descargas não licenciadas, que também levam à entrada de água indevida na rede. Como se tratam de situações pontuais de origens desconhecidas e impossíveis de prever, não são contabilizadas na análise de infiltração.

O problema das AI ainda é um tema muito pouco desenvolvido a nível global, onde os registos e resultados obtidos sobre a eficácia e eficiência de medidas aplicadas de redução de AI, são poucos e difíceis de generalizar. A maior dificuldade é a particularidade de cada sistema que o torna único e incomparável, onde uma vasta experiência sobre medidas de redução de AI de vários outros casos obtidos poderia solucionar mais eficazmente o problema.

Tabela 3.1 Tipos de afluências indevidas (Rodrigues 2013)

| Tipo de afluência indevida | Definição | Origem |
|---------------------------------------|--|--------------------|
| Infiltração de percurso | Entra nas infraestruturas enterradas do sistema de drenagem através de deficiências estruturais nos coletores (em juntas, fissuras) ou através das paredes das câmaras de visita. | Águas subterrâneas |
| Infiltração base | Entra deliberadamente no sistema de drenagem, proveniente de drenos, da bombagem de caves, de sistemas de arrefecimento ou de descargas de pequenos cursos de água naturais canalizados, e que é independente do estado de conservação do coletor. | Águas subterrâneas |
| Afluências pluviais diretas | Origem no escoamento de telhados ou em ligações indevidas de ramais pluviais de edificações e de sumidouros. | Águas pluviais |
| Afluências pluviais totais | Soma das afluências anteriores com outras possíveis descargas feitas a montante (descarregadores de tempestade, cruzamento com águas pluviais). | Águas pluviais |
| Afluências pluviais retardadas | Água pluvial que leva diversos dias a percorrer ou a entrar no sistema de drenagem (devido a reservas e empoçamentos na bacia natural, por exemplo). | Águas pluviais |

A infiltração em sistemas de drenagem de águas residuais depende dos seguintes fatores:

- Pluviosidade
- Existência de ligações erróneas
- Proximidade dos aquíferos
- Estado de conservação da rede

3.2 INFILTRAÇÃO DIRETA

Caracteriza-se como infiltração direta a entrada de águas na rede de saneamento, que estão relacionadas com eventos de precipitação e resultantes do escoamento superficial. Estas infiltrações diretas ocorrem devido à ligação de sistemas de águas pluviais e ligações prediais ilícitas, e influenciam o aumento do caudal diretamente quando existe precipitação.

Se estivéssemos a tratar de uma rede unitária não existiria qualquer problema pois as suas infraestruturas já estariam dimensionadas para recolher águas residuais e pluviais. No entanto numa rede separativa como não é dimensionada para receber a águas pluviais, essas infiltrações são consideradas indesejáveis.

Fontes de proveniência das infiltrações diretas (Amorim, 2007; Bonito 2014):

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

Os fatores de que dependem as infiltrações diretas são pouco complexos, porque os caudais entram diretamente na rede. De entre estes podem-se referir os seguintes (Amorim 2007):

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

Para corrigir a infiltração direta na rede deve-se, realizar uma pesquisa dos locais de entrada de infiltração direta determinando a sua autenticidade e correspondência com a sua possível causa natural, e estabelecer políticas de controlo da infiltração, apoiadas de procedimentos de fiscalização e de aplicação. (Bonito 2014)

Normalmente, este tipo de AI é mais significativo nas redes em “baixa”, pois existe uma maior concentração de câmaras de visita, maior extensão de coletores e uma ocorrência frequente de ligações ilegais de ramais pluviais domiciliários e sumidouros à rede separativa doméstica.

3.3 INFILTRAÇÃO INDIRETA

Designa-se como infiltração indireta a entrada de águas com origens subterrâneas na rede resultantes da infiltração de caudais do nível freático e fraca estanqueidade da infraestrutura. Esta infiltração devido à subida do nível freático ocorre quando este se situa acima da cota de soleira dos interceptores, o que pode resultar na erosão do solo arrastando partículas finas para o interior das tubagens. O nível

freático varia conforme eventos de precipitação, variação de marés e variação da altura dos cursos de água naturais. (Amorim 2007; Bonito 2007)

Normalmente, este tipo de AI é mais significativo nas redes em “alta”, pois os coletores encontram-se a cotas mais baixas, frequentemente, em linhas de vale ou linhas de água.

As fontes de afluentes indevidos na rede por infiltração indireta devem-se a vários fatores, que variam de caso para caso, destacando-se os seguintes (Amorim 2007; Coelho 2013; Bonito 2014):

- Densidade de ramais;
- Fugas existentes noutros sistemas, como pluviais;
- Tipo de tubagem e qualidade de construção;
- Estado físico da rede de saneamento;
- Construção deficiente e manutenção deficitária;
- Movimentos de terra junto às tubagens, provocando o assentamento dos coletores;
- Tipo de solo envolvente;
- Pressão hidrostática sobre os elementos da rede;
- Ataques químicos, provocando a corrosão dos coletores;
- Localização do nível freático;
- Maturação da rede;
- Qualidade e manutenção do sistema de drenagem;
- Materiais e estado da rede situada em domínio privado;
- Topografia;
- Proximidade de aquíferos;
- Ligações clandestinas.

Para se corrigir a infiltração indireta em redes de saneamento existentes, deve-se (Bonito 2014):

- Avaliar e interpretar as condições de afluxo das águas residuais permitindo determinar a presença e extensão da infiltração indireta;
- Localizar e medir os caudais excedentários;
- Eliminar as águas parasitas através de vários métodos de reparação e reabilitação da rede;
- Instalar um programa de manutenção e monitorização contínuo em toda a bacia de drenagem.

3.4 INDICADORES DE DESEMPENHO

Ao longo do tempo, os problemas de AI nos sistemas de drenagem urbana não foram encarados como prioritários, sendo os investimentos realizados na expansão e construção de novos sistemas. Por outro lado, a inexistência de uma quantificação dos caudais reais de AI existentes na rede, não permite ter uma noção exata e objetiva da dimensão do problema. Contudo os efeitos do envelhecimento dos sistemas têm vindo a sensibilizar os gestores para a necessidade de investir na sua reabilitação e, consequentemente no conhecimento do seu desempenho a nível técnico e económico, tendo a AI um papel importante em ambos os aspetos.

Antes de se realizar uma reabilitação é necessário uma análise correta e exaustiva da situação da infraestrutura de drenagem. Para tal deve-se seguir os seguintes passos para a contemplar:

- Avaliar a condição estrutural do ativo;
- Estimar o investimento a realizar para manter o nível do sistema de saneamento com a qualidade desejada;
- Avaliar o desempenho dos projetos de reabilitação e seus benefícios futuros.

Uma boa ferramenta de avaliação da composição estrutural de um ativo ou de um sistema é a utilização de indicadores de desempenho. Um indicador de desempenho é uma característica ou variável de estado que permite, em função dos valores que assume, traduzir em termos quantitativos o desempenho do sistema. Esta medida pode ser obtida com base em dados de monitorização ou de modelação da rede em análise, variando espacialmente, de elemento para elemento da rede e temporalmente, em função das solicitações do sistema. Uma vez definidos os indicadores poderá ser usada uma função de desempenho para transformar os valores que eles tomam em valores de desempenho.

Existem vários tipos de indicadores de desempenho relacionados com AI. Destacam-se os indicadores de desempenho propostos pelo LNEC no âmbito do projeto APUSS e os propostos pelo ERSAR.

O LNEC propõe os seguintes indicadores de desempenho técnico para avaliar o impacto da AI no desempenho dos sistemas separativos domésticos.

- **Utilização da capacidade da secção cheia:** 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 valor pode ser obtido elementarmente (num coletor), sectorialmente (num subsistema) ou globalmente (no coletor de jusante do sistema). 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.

$$\frac{Q_{inf}}{Q_{sc}} (\%) \quad (3.1)$$

- **Proporção do caudal de tempo seco:** 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. Este valor pode ser obtido elementarmente (num coletor), sectorialmente (num subsistema) ou globalmente (no coletor de jusante do sistema). É necessário conhecer 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 m³/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 m³/dia e a 1,2% noutro sistema que transportasse um caudal médio diário de tempo seco de 4320 m³/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.

$$\frac{Q_{inf}}{Q_{mts}} (\%) \quad (3.2)$$

- Caudal unitário por câmara de visita:** esta medida indica o caudal médio de infiltração por câmara de visita. 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.

$$\frac{Q_{inf}}{n^{\circ} C_{visita}} \left(\frac{m^3}{s} \right) \quad (3.3)$$

- Caudal unitário por comprimento do coletor:** 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.

$$\frac{Q_{inf}}{L_{coletor}} (m^3/s/km) \quad (3.4)$$

- Caudal unitário por área de parede do coletor:** 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.

$$\frac{Q_{inf}}{(L_{coletor} \times P)} \text{ (m}^3/\text{dia}/(\text{cm. km})) \quad (3.5)$$

Por seu lado, o ERSAR tem uma vasta lista de indicadores de desempenho para os serviços de águas residuais, que permite a cada entidade gestora, seleccionar o subconjunto relevante de indicadores de desempenho em função dos objetivos da avaliação da rede. Estes indicadores estão representados no Guia Técnico nº 2 da ERSAR (2004) e estão subdivididos nos seguintes subconjuntos:

- Indicadores ambientais (wEn);
- Indicadores de recursos humanos (wPe);
- Indicadores infraestruturais (wPh);
- Indicadores operacionais (wOp);
- Indicadores de qualidade e serviço (wQS);
- Indicadores económicos financeiros (wFi).

Destes subconjuntos, os indicadores infraestruturais e indicadores operacionais são os que estão mais relacionados com as AI.

Os indicadores infraestruturais (wPh) destinam-se a avaliar se as infraestruturas de drenagem e de tratamento da água residual ainda dispõem de capacidade suficiente para operarem corretamente e em segurança, garantindo que os seus objetivos de serviço podem ser atingidos. É considerada a utilização de tratamento preliminar, primário, secundário e terciário, bem como o grau de sobrecarga dos coletores. Também se incluem a utilização da capacidade de bombeamento, a sua automação e grau de controlo. De seguida são descritos os indicadores de desempenho infraestruturais que estão mais relacionados com AI.

wPh1 – Utilização da capacidade de tratamento preliminar (%) - Máximo da soma dos volumes diários de efluente tratado em todas as instalações de tratamento preliminar / soma, para todas as instalações de tratamento preliminar, da capacidade máxima instalada de tratamento x100, durante o período de referência.

$$wPh1 = wA4 / wC12 \times 100$$

wA4 – Volume máximo diário de águas residuais com tratamento preliminar. (m³/dia)

wC12 – Capacidade diária do tratamento preliminar (m³/dia)

Este indicador pode ser calculado para períodos inferiores a um ano mas, tanto as comparações externas como internas à entidade gestora devem ser feitas com prudência.

wPh2 – Utilização da capacidade de tratamento primário (%) - Máximo da soma dos volumes diários de efluente tratado em todas as instalações de tratamento primário / soma, para todas as instalações de tratamento primário, da capacidade máxima instalada de tratamento x100, durante o período de referência.

$$wPh2 = wA6 / wC13 \times 100$$

wA6 - Volume máximo diário de águas residuais com tratamento primário. (m³/dia)

wC13 - Capacidade diária do tratamento primário (m³/dia)

Este indicador pode ser calculado para períodos inferiores a um ano mas, tanto as comparações externas como internas à entidade gestora devem ser feitas com prudência.

wPh3 – Utilização da capacidade de tratamento secundário (%) - Máximo da soma dos volumes diários de efluente tratado em todas as instalações de tratamento secundário / soma, para todas as instalações de tratamento secundário, da capacidade máxima instalada de tratamento x100, durante o período de referência.

$$wPh3 = wA8 / wC14 \times 100$$

wA8 - Volume máximo diário de águas residuais com tratamento secundário (m³/dia)

wC14 - Capacidade diária do tratamento secundário (m³/dia)

Este indicador pode ser calculado para períodos inferiores a um ano mas, tanto as comparações externas como internas à entidade gestora devem ser feitas com prudência.

wPh4 – Utilização da capacidade de tratamento terciário (%) - Máximo da soma dos volumes diários de efluente tratado em todas as instalações de tratamento terciário / soma, para todas as instalações de tratamento terciário, da capacidade máxima instalada de tratamento x100, durante o período de referência.

$$wPh4 = wA10 / wC15 \times 100$$

wA10 - Volume máximo diário de águas residuais com tratamento terciário (m³/dia)

wC15 - Capacidade diária do tratamento terciário (m³/dia)

Este indicador pode ser calculado para períodos inferiores a um ano mas, tanto as comparações externas como internas à entidade gestora devem ser feitas com prudência.

wPh5 – Entrada em carga de coletores em tempo seco (%) - Comprimento dos coletores onde se verificou entrada em carga em tempo seco, durante o período de referência / comprimento total da rede de coletores na data de referência x 100.

$$wPh5 = wC2 / wC1 \times 100$$

wC1 - Comprimento total da rede de coletores (km)

wC2 - Coletores em carga em tempo seco (m)

Este indicador pode ser calculado para períodos inferiores a um ano, ciente de que se pode incorrer em erros de interpretação pelo que se considera recomendável dispor de informação das variáveis para períodos de pelo menos um ano. Se o período de referência utilizado for inferior ao ano, as comparações internas devem ser feitas com prudência e devem ser evitadas comparações com entidades externas.

wPh6 – Entrada em carga de coletores em tempo de chuva (%) - Comprimento dos coletores onde se verificou entrada em carga em tempo de chuva, durante o período de referência / comprimento total da rede de coletores na data de referência x 100.

$$wPh6 = wC3 / wC1 \times 100$$

wC1 - Comprimento total da rede de coletores (km)

wC3 - Coletores em carga em tempo de chuva (m)

Esta informação pode ser obtida tanto por monitorização como por modelação hidráulica da rede utilizando dados reais de precipitação. Este indicador pode ser calculado para períodos inferiores a um ano ciente de que se pode incorrer em erros de interpretação pelo que se considera recomendável dispor de informação das variáveis para períodos de pelo menos um ano. Se o período de referência utilizado for inferior ao ano, as comparações internas devem ser feitas com prudência e devem ser evitadas comparações com entidades externas.

wPh7 – Entrada em carga significativa de coletores (%) - Comprimento dos coletores onde se verificou entrada em carga significativa em tempo de chuva, durante o período de referência / comprimento total da rede de coletores na data de referência x 100.

$$wPh7 = wC4 / wC1 \times 100$$

wC1 - Comprimento total da rede de coletores (km)

wC4 - Coletores em carga significativa (m)

Entrada em carga significativa corresponde a um nível de água atingido de, pelo menos, 0.5 m acima do topo do coletor. Este indicador pode ser calculado para períodos inferiores a um ano ciente de que se pode incorrer em erros de interpretação pelo que se considera recomendável dispor de informação das variáveis para períodos de pelo menos um ano. Se o período de referência utilizado for inferior ao ano, as comparações internas devem ser feitas com prudência e devem ser evitadas comparações com entidades externas.

Os indicadores operacionais destinam-se a avaliar o desempenho da entidade gestora no que se refere às atividades de operação e de manutenção. As áreas a serem avaliadas incluem os coletores, as instalações auxiliares, a inspeção e manutenção das bombas e estações elevatórias, a calibração do equipamento, a inspeção do equipamento elétrico, o consumo de energia, a reabilitação de coletores e de bombas, caudais entrados/infiltração/exfiltração, as falhas, a monitorização da qualidade da água residual e das lamas, a disponibilidade de veículos e o equipamento de segurança. De seguida são descritos os indicadores de desempenho operacionais que estão mais relacionados com AI.

wOp1 – Inspeção de coletores (%/ano) – (Comprimento de coletores inspecionados durante o período de referência x 365 / período de referência) / comprimento total da rede de coletores na data de referência x 100

$$wOp1 = (wD1 \times 365 / wH1) / wC1 \times 100$$

wC1 - Comprimento total da rede de coletores (km)

wD1 - Coletores inspecionados (km)

wH1 - Duração do período de referência (dia)

Na inspeção inclui-se a inspeção visual, a inspeção recorrendo a câmara de vídeo e ainda a inspeção correspondente a sistemas de vigilância controlados remotamente. Este indicador pode ser calculado para períodos inferiores a um ano ciente de que se pode incorrer em erros de interpretação pelo que

se considera recomendável dispor de informação das variáveis para períodos de pelo menos um ano. Se o período de referência utilizado for inferior ao ano, as comparações internas devem ser feitas com prudência e devem ser evitadas comparações com entidades externas.

wOp2 – Limpeza de coletores (%/ano) – (Comprimento de coletores que foram sujeitos a limpeza durante o período de referência x 365 / período de referência) / comprimento total da rede de coletores na data de referência x100.

$$wOp2 = (wD2 \times 365 / wH1) / wC1 \times 100$$

wC1 - Comprimento total da rede de coletores (km)

wD2 - Coletores sujeitos a limpeza (km)

wH1 - Duração do período de referência (dia)

A limpeza de coletores refere-se a ações pró-ativas enquadradas numa estratégia de gestão da rede. A remoção de raízes deve ser incluída. Este indicador pode ser calculado para períodos inferiores a um ano ciente de que se pode incorrer em erros de interpretação pelo que se considera recomendável dispor de informação das variáveis para períodos de pelo menos um ano. Se o período de referência utilizado for inferior ao ano, as comparações internas devem ser feitas com prudência e devem ser evitadas comparações com entidades externas.

wOp3 – Inspeção de câmaras de visita (-/ano) - (Número de câmaras de visita inspecionadas durante o período de referência x 365 / período de referência) / Número total de câmaras de visita na data de referência.

$$wOp3 = (wD3 \times 365 / wH1) / wC21$$

wC21 - Câmaras de visita (n.º)

wD3 - Câmaras de visita inspecionadas (n.º)

wH1 - Duração do período de referência (dia)

Este indicador pode ser calculado para períodos inferiores a um ano ciente de que se pode incorrer em erros de interpretação pelo que se considera recomendável dispor de informação das variáveis para períodos de pelo menos um ano. Se o período de referência utilizado for inferior ao ano, as comparações internas devem ser feitas com prudência e devem ser evitadas comparações com entidades externas.

wOp4 – Inspeção de recolha (-/ano) - (Número de dispositivos de recolha na rede (sarjetas ou sumidouros) inspecionados durante o período de referência x 365 / período de referência) / Número total de dispositivos de entrada na rede na data de referência.

$$wOp4 = (wD4 \times 365 / wH1) / wC22$$

wC22 - Dispositivos de entrada (n.º)

wD4 - Dispositivos de recolha inspecionados (n.º)

wH1 - Duração do período de referência (dia)

A inspeção de dispositivos de entrada refere-se a ações pró-ativas enquadradas numa estratégia de gestão da rede. Se esta atividade não for da responsabilidade da entidade gestora este ID não é aplicável. Este indicador pode ser calculado para períodos inferiores a um ano ciente de que se pode incorrer em erros de interpretação pelo que se considera recomendável dispor de informação das variáveis para períodos de pelo menos um ano. Se o período de referência utilizado for inferior ao ano, as comparações internas devem ser feitas com prudência e devem ser evitadas comparações com entidades externas.

wOp5 – Limpeza de dispositivos de entrada (-/ano) - (Número de dispositivos de entrada na rede (sarjetas ou sumidouros) que foram sujeitos a limpeza durante o período de referência x 365 / período de referência) / Número total de dispositivos de recolha na rede na data de referência.

$$wOp5 = (wD5 \times 365 / wH1) / wC22$$

wC22 - Dispositivos de entrada (n.º)

wD5 - Dispositivos de entrada sujeitos a limpeza (n.º)

wH1 - Duração do período de referência (dia)

A limpeza de dispositivos de entrada refere-se a ações pró-ativas enquadradas numa estratégia de gestão da rede. Se esta atividade não for da responsabilidade da entidade gestora este ID não é aplicável. Este indicador pode ser calculado para períodos inferiores a um ano ciente de que se pode incorrer em erros de interpretação pelo que se considera recomendável dispor de informação das variáveis para períodos de pelo menos um ano. Se o período de referência utilizado for inferior ao ano, as comparações internas devem ser feitas com prudência e devem ser evitadas comparações com entidades externas.

wOp6 – Frequência de inspeção de estruturas de armazenamento e de descarregadores de tempestade (n.º/estrutura de armazenamento ou descarregador/ano) - (Número de inspeções realizadas a estruturas de armazenamento e descarregadores de tempestade durante o período de referência x 365 / período de referência) / Número total de estruturas de armazenamento e descarregadores de tempestade na data de referência

$$wOp6 = (wD6 \times 365 / wH1) / (wC20 + wC23)$$

wC20 - Descarregadores de tempestade (n.º)

wC23 - Número de estruturas de armazenamento (n.º)

wD6 - Número de inspeções a estruturas de armazenamento e a descarregadores de tempestade (n.º)

wH1 - Duração do período de referência (dia)

Este indicador pode ser calculado para períodos inferiores a um ano ciente de que se pode incorrer em erros de interpretação pelo que se considera recomendável dispor de informação das variáveis para períodos de pelo menos um ano. Se o período de referência utilizado for inferior ao ano, as comparações internas devem ser feitas com prudência e devem ser evitadas comparações com entidades externas.

wOp7 – Inspeção de estruturas de armazenamento e de descarregadores de tempestade (-/ano) - (Volume das estruturas de armazenamento e dos descarregadores de tempestade inspecionados durante o período de referência x 365 / período de referência) / Volume total das estruturas de armazenamento e dos descarregadores de tempestade na data de referência.

$$wOp7 = (wD7 \times 365 / wH1) / wC24$$

wC24 - Volume de estruturas de armazenamento e de descarregadores de tempestade (m³)

wD7 - Volume de estruturas de armazenamento e de descarregadores de tempestade inspecionados (m³)

wH1 - Duração do período de referência (dia)

Só se incluem os descarregadores de tempestade com capacidade de armazenamento. Este indicador pode ser calculado para períodos inferiores a um ano ciente de que se pode incorrer em erros de interpretação pelo que se considera recomendável dispor de informação das variáveis para períodos de pelo menos um ano. Se o período de referência utilizado for inferior ao ano, as comparações internas devem ser feitas com prudência e devem ser evitadas comparações com entidades externas.

wOp8 – Inspeção de grades de estruturas de armazenamento e de descarregadores de tempestade (-/ano) - (Volume das estruturas de armazenamento e dos descarregadores de tempestade que foram sujeitos a limpeza durante o período de referência x 365 / período de referência) / Volume total das estruturas de armazenamento e dos descarregadores de tempestade na data de referência

$$wOp8 = (wD8 \times 365 / wH1) / wC24$$

wC24 - Volume de estruturas de armazenamento e de descarregadores de tempestade (m³)

wD8 - Volume de estruturas de armazenamento e de descarregadores de tempestade sujeitos a limpeza (m³)

wH1 - Duração do período de referência (dia)

Só se incluem os descarregadores de tempestade com capacidade de armazenamento. Este indicador pode ser calculado para períodos inferiores a um ano ciente de que se pode incorrer em erros de interpretação pelo que se considera recomendável dispor de informação das variáveis para períodos de pelo menos um ano. Se o período de referência utilizado for inferior ao ano, as comparações internas devem ser feitas com prudência e devem ser evitadas comparações com entidades externas.

wOp9 – Limpeza de grades de estruturas de armazenamento e de descarregadores de tempestade (-/ano) - (Número de grades associadas a estruturas de armazenamento e a descarregadores de tempestade que foram inspecionados durante o período de referência x 365 / período de referência) / Número total de grades associadas a estruturas de armazenamento e a descarregadores de tempestade na data de referência.

$$wOp9 = (wD9 \times 365 / wH1) / wC25$$

wC25 - Grades associadas a estruturas de armazenamento e a descarregadores de tempestade (n.º)

wD9 - Grades associadas a estruturas de armazenamento e a descarregadores de tempestade inspecionadas (n.º)

wH1 - Duração do período de referência (dia)

Este indicador pode ser calculado para períodos inferiores a um ano ciente de que se pode incorrer em erros de interpretação pelo que se considera recomendável dispor de informação das variáveis para períodos de pelo menos um ano. Se o período de referência utilizado for inferior ao ano, as comparações internas devem ser feitas com prudência e devem ser evitadas comparações com entidades externas.

wOp10 – Frequência de inspeção de instalações elevatórias (-/ano) - (Número de inspeções realizadas a instalações elevatórias durante o período de referência x 365 / período de referência) / Número total de instalações elevatórias na data de referência

$$wOp10 = (wD10 \times 365 / wH1) / wC6$$

wC6 - Instalações elevatórias (n.º)

wD10 - Instalações elevatórias inspecionadas (n.º)

wH1 - Duração do período de referência (dia)

As bombas instaladas nas ETAR não devem ser incluídas. Este indicador pode ser calculado para períodos inferiores a um ano mas, nesse caso, tanto as comparações externas como internas à entidade gestora devem ser feitas com prudência.

Note-se que para todos os ID operacionais referidos o parâmetro " x 365 / duração do período de referência" é uma expressão de conversão de unidades e não deve ser utilizada para extrapolações.

Comparando os ID recomendados pelo LNEC e pela ERSAR, consegue-se perceber que os impostos pela ERSAR são mais rigorosos, no entanto não sendo os ID obrigatórios que se deve aplicar, são os mais utilizados pelas entidades gestoras de águas residuais.

3.5 CUSTOS ASSOCIADOS

Numa rede de saneamento de águas residuais urbanas, o ponto mais importante na gestão de um sistema de esgoto é o seu balanço financeiro e não o seu balanço hídrico, embora estejam os dois diretamente relacionados.

Isto é, apesar das influências indevidas provocarem impactos prejudiciais no saneamento de águas residuais urbanas, também vão ter custos financeiros associados, podendo ser otimizada a relação do investimento efetuado com a infiltração eliminada, que está dependente da determinação das componentes de infiltração direta e indireta e dos custos inerentes de cada uma delas. (Amorim 2007)

Estes custos associados à ocorrência de infiltrações podem estar divididos nos seguintes grupos:

- Custos Operacionais;
- Custos de Manutenção;
- Custos de Investimento.

Os custos relacionados com a mão-de-obra ou de equipamento não são contabilizados por não estarem diretamente influenciados com o aumento do volume afluente na rede e por também já estarem incluídos no custo de vida útil da rede.

3.5.1 Custos Operacionais

Os custos operacionais estão relacionados com os encargos financeiros provenientes do desempenho das atividades regulares do sistema. Estes são normalmente focados em Estações Elevatórias e nas ETAR, porque são nestes equipamentos que estão inseridos os custos de tratamento, devido à afluência a estas instalações de caudais excedentários.

O aumento do volume de água vai envolver um aumento nos encargos financeiros em:

- Bombagem;
- Tratamento do Afluente.

Os custos de bombagem podem ser estimados através do conhecimento do caudal bombeado e da altura manométrica de elevação dos grupos eletrobomba (Amorim, 2007).

Os custos de tratamento relacionam-se como os custos de arejamento, adição de produtos químicos e caudal bombeado que é diretamente proporcional ao número de etapas de elevação existentes na ETAR.

3.5.2 Custos de Manutenção

Os custos de manutenção são todos os custos associados com a reparação, substituição e renovação de material ou equipamento e limpeza da rede de drenagem à ocorrência de infiltração. Estes encargos são difíceis de determinar e de relacionar a sua causa efeito.

3.5.3 Custos de Investimento

Os custos de investimento são otimizados quando é determinado, numa primeira fase, a contribuição da infiltração direta e indireta na rede, e numa segunda fase, reabilitar a fonte de infiltração, para se poder definir qual das componentes deve de ser minimizada. A redução da infiltração pode minimizar os custos de investimento inicial necessários, reduzindo o diâmetro das tubagens, o tamanho dos descarregadores de tempestade e a dimensão das unidades de tratamento.

De forma a poder-se estimar os custos relacionados com a redução da infiltração, devem contabilizar-se os custos das seguintes etapas (Amorim, 2007):

- Estudos – incluindo a investigação, recolha de dados, estimativa da infiltração e modelação hidráulica;
- Medições in-situ – medições de caudal e precipitação e medição do nível freático;
- Deteção das fontes de infiltração – utilizando a inspeção de vídeo (CCTV), inspeção das câmaras de visita, execução de testes de estanquidade e recurso a testes de fumo para a identificação de ligações indevidas;
- Redução da infiltração direta – eliminação das ligações de redes pluviais, reparação e manutenção de válvulas de maré e verificação da cobertura das caixas de visita;
- Redução da infiltração indireta – renovação e substituição das redes de drenagem.

É importante adotar uma estratégia em que se consiga uma minimização dos custos totais relativos à redução da percentagem de infiltração, de forma a obter uma solução ótima para o problema de infiltração e conseguir obter lucro na gestão dessa rede, tratando-se de uma análise da viabilidade económica das intervenções realizadas.

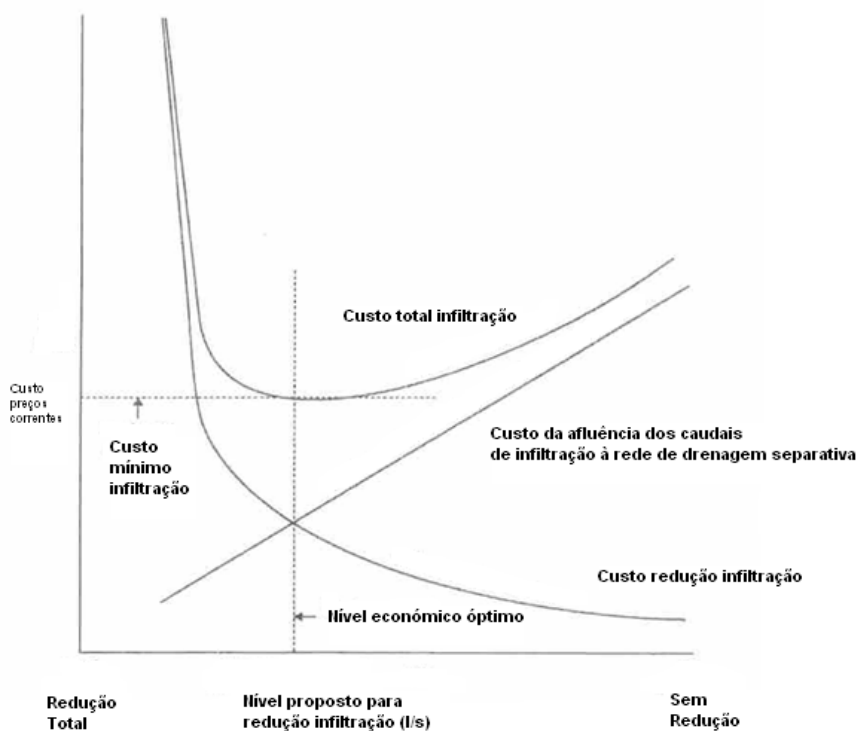


Figura 3.1 Otimização do custo associado à redução da infiltração numa rede de drenagem (Amorim 2007)

3.6 CONTROLO DA INFILTRAÇÃO

A ocorrência de AI é muitas vezes evidente e fácil de detetar, mas no entanto a ocorrência dessa infiltração não é uniforme ao longo da rede de esgoto. Para isso é necessário proceder a uma caracterização pormenorizada da rede, localizando as zonas mais críticas do sistema, como por exemplo:

- Comprimento e diâmetro de cada secção;
- Pontos baixos do terreno;
- Locais com maior proximidade a níveis freáticos;
- Locais com maior vegetação;
- Locais planos;
- Locais próximos de estrada com maior tráfego;
- Locais onde a rede seja unitária;

- Locais onde entram caudais industriais.

Existem vários métodos para a redução/controlo dos caudais de infiltração, o que envolve a realização de várias tarefas como:

- Quantificação dos caudais de infiltração e deteção de zonas prioritárias;
- Identificação das principais causas e dos elementos estruturais críticos;
- Seleção das tecnologias apropriadas a cada patologia;
- Reabilitação dos troços, de acordo com as prioridades definidas.

4 METODOLOGIAS DE QUANTIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE AI

Existem várias metodologias que permitem a quantificação e identificação de AI numa rede. Estas visam localizar e identificar focos de afluência, desde ligações à entrada de águas pluviais a ligações indevidas. É de lamentar que vários métodos encontrados não são completamente explícitos, e muitas vezes só revelam a parte teórica e nunca a parte prática, de forma a conseguir perceber e aplicar num caso prático.

Conforme o método a ser aplicado, a entidade gestora tem de acatar, antes da sua realização, todos os procedimentos legais, pois muitos deles, quando são aplicados podem invadir propriedade privada, e mesmo em espaço público é essencial uma sinalização correta e uma informação detalhada dos procedimentos a utilizar.

Neste capítulo são inumeradas as várias metodologias encontradas, subdividindo as várias metodologias em dois subcapítulos. O primeiro diz respeito ao Levantamento de Metodologias, em que é feita uma descrição resumida de várias metodologias encontradas. O segundo subcapítulo diz respeito a Métodos Estudados, onde é feita uma descrição mais pormenorizada de três métodos que posteriormente foram aplicados.

4.1 LEVANTAMENTO DE METODOLOGIAS

Neste subcapítulo são descritas as seguintes metodologias:

- Técnicas Ultrassónicas (Sonar);
- Avaliação da Rede com Tecnologia Scanner;
- Laser-Based Profiling;
- Ensaios de Estanquidade;
- Lamping;
- Técnicas de Limpeza;
- Técnicas com Traçadores;
- Questionários a Residentes;

- Projeto APUSS;
- Método dos Isótopos Naturais;
- Método das Séries Temporais.

4.1.1 Técnicas Ultrassônicas (Sonar)

Os coletores das redes de saneamento também podem ser inspecionados utilizando técnicas com um sonar. Normalmente este método é utilizado quando uma tubagem está inundada ou contem demasiados fluidos, o que não permite a utilização de métodos de inspeção visual como CCTV, Scanning ou Laser. A maior desvantagem da utilização de um sonar é que o equipamento é muito dispendioso e pesado, por isso é melhor analisar se fica mais económico utilizar um sonar ou drenar a rede (ASCE, 2009). A utilização do sonar permite obter informações dos seguintes pontos:

- Determinar a condição estrutural existente;
- Eliminar contingências em projetos de reabilitação;
- Determinar a quantidade existente de detritos;
- Determinar com rigor a melhoria da capacidade do coletor após limpeza.

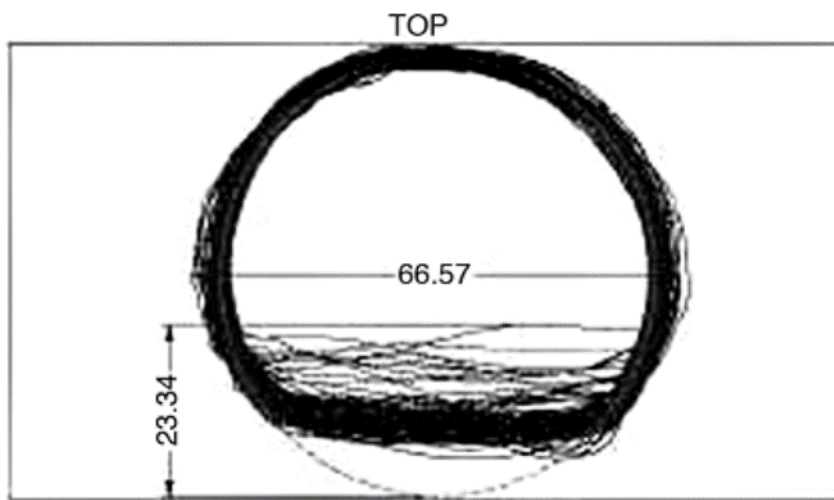


Figura 4.1 Imagem produzida pelo Sonar (Fonte: ASCE, 2009)

Esta técnica utiliza um transdutor que percorre a rede e um sonar que é colocado à superfície, que utilizam impulsos emitidos e refletidos, em função do tempo e do percurso, permite obter uma imagem interior do tubo e até mesmo, dependendo do equipamento, pode-se obter uma imagem tridimensional das tubagens.

4.1.2 Avaliação da Rede com Tecnologia Scanner

Durante muitos anos a CCTV tem sido a técnica mais utilizada de inspeção visual remota em sistemas de esgotos, contudo a informação obtida varia conforme a capacidade técnica do operador a realizar o trabalho, podendo uma má realização resultar numa recomendação de reabilitação da rede incorreta (ASCE, 2009).

Novas tecnologias surgem para poder fornecer ao utilizador melhores informações e uma avaliação mais correta do estado estrutural do sistema de esgoto. Uma dessas novas tecnologias é SSET (Sewer Scanning and Evaluation Technology). O SSET proporciona uma imagem frontal, como a CCTV, mas também permite obter uma imagem de 360 graus do interior da superfície de dentro do tubo. Também consegue obter a inclinação do tubo e identificar potenciais locais de acumulação de sedimentação. Este sistema comparado com a CCTV é muito mais rápido pois consegue-se fazer uma análise do sistema em 2 ou 3 minutos, enquanto que com a CCTV demora-se entre 15 e 25 minutos.

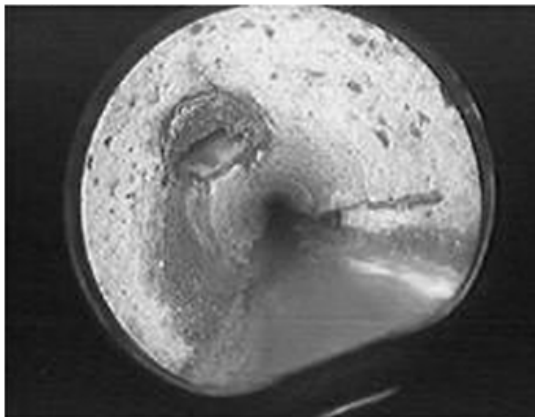


Figura 4.2 Secção SSET (Fonte: ASCE, 2009)

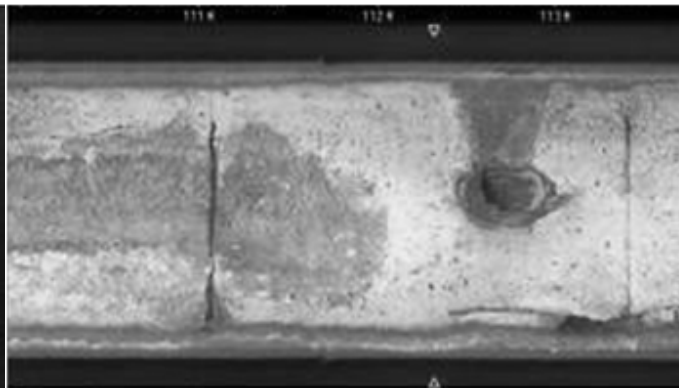


Figura 4.3 Secção Lateral SSET (Fonte: ASCE, 2009)

4.1.3 Laser-Based Profiling

A utilização de laser para traçar um perfil da rede é uma técnica avançada que consegue determinar com rigor o estado da superfície do tubo ou de outra estrutura. É um método económico e de fácil aplicação com resultados muito precisos. Existem dois métodos em que esta técnica pode ser desenvolvida (ASCE, 2009).

O primeiro consiste em projetar um laser em formato de anel ao longo do interior das paredes do tubo. Conforme o equipamento se movimenta ao longo do tubo, a forma do anel modifica-se consoante as irregularidades estrutura do tubo. Estas deteções de irregularidades são gravadas por uma camera

montada atrás da estrutura do equipamento laser, que posteriormente serão processadas utilizando algoritmos que vão determinar com precisão as dimensões internas do tubo. Normalmente esta tecnologia só é aplicada em tubos com diâmetro inferior a 1500 mm. O segundo método para traçar um perfil da rede utiliza um tipo de laser mais disperso que forma um tipo de nuvem dentro do tubo, que permite mapear a forma e condição interna do esgoto (ASCE, 2009).

A tecnologia Laser tem como usos os seguintes pontos:

- Determinação da forma estrutural, área da secção transversal e defeitos;
- Estimar a quantidade de detritos;
- Calcular a capacidade do tubo antes e depois da limpeza;
- Definir uma reabilitação/substituição para melhorar a secção.

Esta tecnologia também inclui a possibilidade de obter modelos tridimensionais que depois são processados por técnicos competentes utilizando software avançado com o equipamento laser. O rigor deste método varia conforme o diâmetro da tubagem, tendo este uma tolerância de 0,3 cm.

4.1.4 Ensaios de Estanquidade

Os ensaios de estanquidade permitem ter bons resultados no que toca a infiltração e exfiltração numa rede de saneamento e são regra geral, realizados em sistemas novos de drenagem de águas residuais antes de estes entrarem em funcionamento. De acordo com a norma europeia NP EN 1610:2008, o ensaio de componentes pode ser efetuado com ar, com água, podendo ser necessário o recurso a ensaio com água após o ensaio de ar se os resultados forem ambíguos, ou menos frequente com vácuo. (ERSAR, 2010)

Existem novos métodos robóticos que permitem a colocação de tampões para permitir a realização de ensaios de estanquidade em coletores ou ramais existentes, no entanto são muito demorados e trabalhosos, só sendo utilizados em último caso. Os testes podem ser feitos separadamente em troços de coletor e câmaras de visita, com recurso a tampões para isolar a parte a ser ensaiada.

4.1.5 Lamping

O método “Lamping” é um sistema muito básico mas com muitas limitações. Este consiste na inserção de uma camara fotográfica numa caixa de visita da rede, em que esta é alinhada pelo centro da caixa

e baixada, com o auxílio de uma haste rígida, até interceptar o coletor das águas residuais, podendo assim visualizar toda essa área, revelando por exemplo raízes acumuladas, juntas dilatadas ou deslocadas e extensas áreas de detritos (ASCE, 2009).

No entanto, está limitada a só conseguir filmar poucos metros da conduta a montante e a jusante, não podendo assim tirar muitos resultados da situação existente na rede. Esta técnica torna-se vantajosa no que toca á inspeção visual das caixas de visita, pois evita a entrada de operários nas caixas quando os espaços são muito confinados e de difícil acesso. Também se torna vantajosa pela pouca quantidade de equipamento necessário e também pela sua rápida preparação e execução.

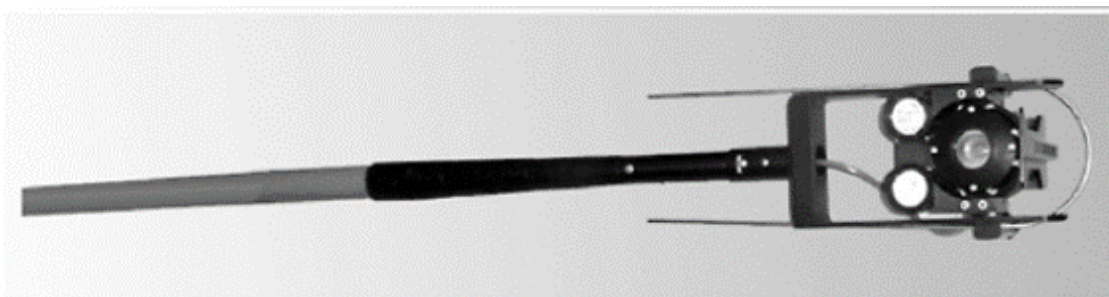


Figura 4.4 Camara fotográfica montada numa haste rígida (Fonte: ASCE, 2009)

4.1.6 Técnicas de Limpeza

Existem várias técnicas de limpeza que são utilizadas nos sistemas urbanos de águas residuais. De seguida são descritas algumas técnicas de limpeza recomendadas pelo Guia Técnico nº 17 da ERSAR (2010).

Corrente de varrer

Esta técnica (flushing) consiste na colocação de uma barreira transversal ao escoamento, como uma comporta ou válvula de limpeza, a montante da zona a limpar, de forma a reter um volume significativo de água que é, depois libertado provocando uma grande onda. Esta onda origina velocidades elevadas no escoamento, que arrastam as partículas.

Devem tomar-se cuidados, assegurando que não existe pessoal nos coletores a jusante, durante a operação. Esta técnica é aplicável a depósitos não consolidados, que são transportados, mantendo-se no sistema de águas residuais.

Jato de água

A limpeza das tubagens utiliza a injeção de jatos de água (jetting) na rede de esgotos é um processo muito simples. Este procedimento é o primeiro a ser feito antes de qualquer exame interno às tubagens significativo, pois este vai limpar toda a sujidade existente como cascalho, areia, raízes, lodo, lama e pedras de canalizações, caixas de visita e estações de bombeamento de poços, para depois poderem ser devidamente inspecionados.

A limpeza das tubagens tem duas finalidades:

- Limpar todas as linhas de escoamento do esgoto, por meios apropriados e com equipamento adequado, imediatamente antes da inspeção interna ou medição da velocidade;
- Determinar quando é possível todos os obstáculos e detritos que estejam a obstruir a redes em termos de condições correntes de escoamento ou de conexão que visem interferir ou impedir a inserção e circulação dos equipamentos de inspeção.

Jato de água de alta pressão com sucção

Esta técnica (high pressure water jetting with high volume suction), que permite a remoção de depósitos sedimentados ou incrustados, consiste na combinação de jato de água de alta pressão com sucção, utilizando alta pressão e baixas unidades de volume.

Quando este equipamento é incorporado num único veículo, designa-se por jato combinado. Em muitos casos esta combinação inclui recirculação de água, permitindo utilizar maiores caudais de água.

Arrasto

Esta técnica (winching) consiste em arrastar um dispositivo, geralmente um recipiente em forma adequada, através de um cabo entre duas câmaras de visita adjacentes. Devem ser tomadas medidas que evitem danos devidos á abrasão entre o cabo e o material da câmara, assim como no coletor ou ramais. O tipo de dispositivo a utilizar depende da natureza dos depósitos. A dimensão do dispositivo deve, inicialmente, ser pequena e ir aumentando, progressivamente, até atingir a dimensão do coletor. O esforço de tração no cabo deve ser monitorizado e a operação efetua-se, em geral, nos dois sentidos. Esta técnica pode ser aplicada a coletores de grandes dimensões e permite retirar grandes quantidades de depósitos.

Varejamento

Esta técnica (rodding) consiste em empurrar um dispositivo colocado na extremidade de uma barra flexível, através do coletor. O dispositivo tem um movimento de rotação destruindo os depósitos e raízes. Geralmente aplica-se a coletores com diâmetro inferior a 250 mm, instalados a menos de 2m de profundidade, para a remoção de obstruções. O tipo de dispositivo a selecionar depende da natureza dos depósitos.

Equipamento comandado à distância

Existe uma variedade de equipamento que pode ser controlado remotamente, incluindo manguais (flails) com correntes, corta-raízes mecânicos, equipamento robotizado de corte por jato de água a alta pressão. O equipamento a escolher depende da natureza dos depósitos e do material do coletor.

Esferas de limpeza ou placas de raspagem

Nesta técnica (cleaning balls/scour plates) move-se uma placa ou uma esfera, de dimensão ligeiramente inferior ao coletor, para jusante no coletor. O efeito do aumento de velocidade provocado pela passagem do escoamento nesta obstrução móvel, liberta os sedimentos que são arrastados para jusante. Geralmente, as esferas de limpeza são dentadas para permitirem maximizar a turbulência localizada para soltar os depósitos. Não é possível remover os sedimentos do coletor, sendo estes transportados no sistema.

Escavação manual ou mecânica

Esta técnica (manual or mechanical excavation) é possível em coletores de grande diâmetro e, geralmente, usa-se quando as outras técnicas não são aplicáveis. A utilização desta técnica deve ser minimizada devido aos riscos para a saúde e segurança, por envolver entrada de pessoal nos coletores. A escavação mecânica pode ser feita recorrendo a escavadoras pequenas ou a veículos adequados, que empurrem ou arrastem os sedimentos para um ponto de recolha. A utilização de equipamento de escavação requer a sua proteção para minimizar o risco de explosão.

4.1.7 Técnicas com Traçadores

Os testes com traçadores são uma técnica tradicional de aplicação simples e de baixo custo, que se têm mostrado muito eficaz em vários propósitos. Normalmente, este método é utilizado após os testes

de fumo ou inspeções visuais, onde os defeitos detetados que podem permitir a infiltração no sistema coletor na rede são registados. Os testes com traçadores são uma forma de verificar a magnitude desses defeitos na rede de saneamento.

O método utiliza um traçador fluorescente com vários tipos de características químicas, radioativas ou físicas, em que a sua seleção deve ser cuidada para que não haja risco de poluição ou para a saúde pública. Os traçadores fluorescentes são os mais frequentes pois necessitam de uma quantidade muito pequena para a sua utilização, pois estes conseguem ser detetados a uma concentração inferior a 1 µg/l com recurso a equipamento específico.

O traçador é introduzido a montante da ligação em que um defeito foi detetado na tubagem por outros métodos, e observado o seu percurso através de inspeção de vídeo para uma melhor análise do problema. Em determinados casos também pode ser utilizado sal diluído num pequeno volume de água sendo a deteção da passagem do pico de concentração detetado com um condutivímetro.

4.1.8 Questionários a Residentes

Em alguns casos os residentes e proprietários de uma determinada região, podem já ter conhecimento onde existam problemas na rede o que podem levar à identificação de aflúncias indevidas. Através de um questionário bem estruturado aos residentes, é possível recolher informação relevante para o caso em estudo e levar a uma redução do tempo de trabalho e de custos.

4.1.9 Projeto APUSS

O Projeto APUSS (Assessing infiltration and exfiltration on the Performance of Urban Sewer Systems) foi realizado entre 2001 a 2004, associado com várias universidades, pequenas e médias empresas e vários municípios em sete países Europeus incluindo Portugal. Este projeto foi financiado pela Comissão Europeia no âmbito do 5º programa Quadro de Investigação e Desenvolvimento e foi dedicado a resolver problemas relacionados com infiltrações e exfiltrações numa rede de saneamento. Foram estabelecidas quatro áreas principais de trabalho (Kracht, 2007):

- Desenvolvimento de novos métodos de medição;
- Testes e aplicações no campo de novos métodos;
- Implementação de modelos e ferramentas associados;

- Aspectos socioeconómicos relacionados com infiltração e exfiltração.

O projeto APUSS foi definido e desenvolvido por dez parceiros científicos, de sete países europeus, entre os quais se encontrava o representante português, o LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil). Este projeto também fez parte integrante do cluster CityNet, do 5º Programa Quadro de Investigação e Desenvolvimento da Comissão Europeia, que incluiu seis projetos independentes relacionados com os sistemas integrados de água em meio urbano.

Os principais objetivos deste projeto foram os seguintes (Kracht, 2007):

- Desenvolver novos métodos e técnicas com recurso a traçadores químicos e naturais, de forma a poder quantificar a infiltração e exfiltração no sistema de esgotos em diferentes escalas e condições;
- Desenvolver métodos volumétricos para a medição de infiltração e exfiltração em ligações domésticas;
- Estabelecer modelos e ferramentas de acompanhamento, para aplicações em grande escala e de apoio à decisão do utilizador;
- Implementação de software específico que permita calibrar e verificar os métodos de análise propostos, através de registos observados em cidades modelo, facilitando assim o processo de decisão, assim como, a gestão e manutenção da rede;
- Integração de métodos económicos analíticos, que permitam diferenciar e avaliar a performance económica da rede, pela criação de indicadores de desempenho e multicritérios numa perspetiva de investimento/ reabilitação.

4.1.10 Método dos Isótopos Naturais

O princípio do método dos isótopos naturais, é utilizar um traçador natural para identificar e quantificar dois componentes de escoamento de águas residuais durante o período de tempo seco. Estes dois componentes são os de água de abastecimento e o de água infiltrada. Este método assume que cada componente que flui para dentro do sistema de esgoto tem um conteúdo específico no traçador, que é significativamente diferente do outro componente e constante, qualquer que sejam as condições (De Bénédittis and Bertrand-Krajewski, 2004).

O conteúdo não deverá ser alterado por fenómenos como absorção de sedimentos de esgoto, variações em valores de pH, presença de detergentes ou variações de temperatura na água. Os traçadores que foram considerados mais apropriados para este propósito, durante o período de tempo

seco, foram os isótopos de hidrogénio e oxigénio da molécula da água. Na maior parte dos casos registados para aplicação deste método, o isótopo que é mais utilizado é o de oxigénio. A composição isotópica de uma amostra aleatória de água é geralmente expresso como um desvio a partir de uma amostra de referência do SMOW (Standart Mean Ocean Water), que provem da razão entre os átomos ^{16}O e ^{18}O , designada por δ^{18} (De Bénédittis and Bertrand-Krajewski, 2004).

$$(\delta^{18}\text{O})_{amostra} = \left(\frac{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{amostra}}{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{SMOW}} - 1 \right) \quad (4.1)$$

Estes desvios são geralmente muito pequenos, e são normalmente expressos em permilagem (‰). O método dos isótopos naturais tem por base que a qualquer momento durante o tempo seco o caudal total num tubo de esgoto (QCTS) é o soma do caudal de águas residuais (QAR) com o caudal de infiltração (QINF).

$$Q_{CTS} = Q_{AR} + Q_{INF} \quad (4.2)$$

A quantidade existente de um determinado isótopo nas águas residuais varia conforme vários fatores relacionados com eventos de precipitação (altitude, latitude, distância ao oceano), da ocorrência de trocas minerais ou do ciclo de evaporação/condensação (De Bénédittis and Bertrand-Krajewski, 2004).

Como já foi referido anteriormente, a utilização deste método só permite estudar duas origens distintas, e ainda necessita que as características isotópicas sejam homogénias, o que torna que a sua aplicação seja limitada. São usados traçadores de isótopos diferentes para a água infiltrada e para a água de abastecimento. A água infiltrada refere-se á água subterrânea do nível freático do terreno, e a água de abastecimento corresponde á água residual doméstica, considerando que esta ultima é uma consequência direta (De Bénédittis & Bertrand-Krajewski, 2004).

Com os dados recolhidos, com base no hidrograma diário do caudal, dos dois traçadores de fontes diferentes, é possível realizar uma comparação das duas componentes.

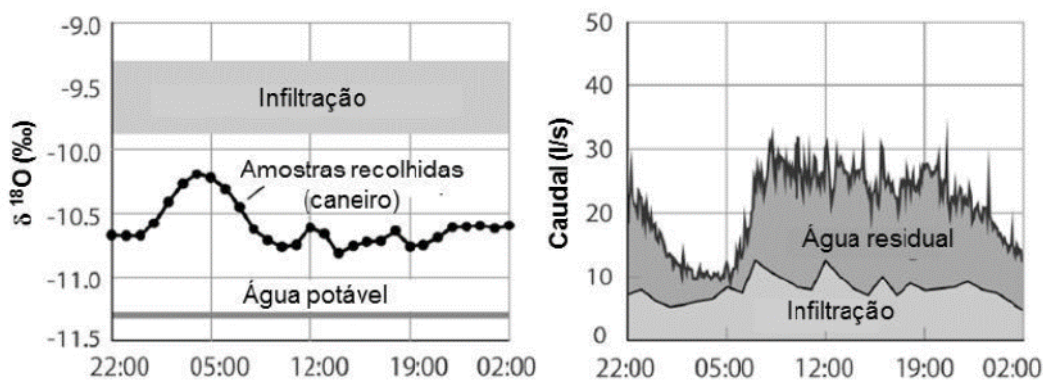


Figura 4.5 Caracterização isotópica e decomposição do hidrograma diário nas suas (Bonito 2014)

Segundo vários trabalhos realizados nesta área, concluiu-se que este método tem um erro de 5% na estimativa da taxa de infiltração, podendo-se dizer que este método de avaliação de infiltração é preciso. No entanto a sua aplicação utiliza muitas simplificações e despreza muitas outras origens de águas parasíticas. (Bonito, 2014)

4.1.11 Método das Séries Temporais

O Método da Series Temporais permite quantificar as AI numa rede de saneamento. Este método utiliza um traçador natural adequado e um modelo de mistura com parâmetros apropriados na separação química hidrógrafa da descarga de águas residuais, permitindo a identificação de diferentes componentes do fluxo.

Um parâmetro adequado para a aplicação deste método é a Carência Química de Oxigénio (CQO) das águas residuais, que na maioria dos casos a sua concentração nas águas residuais, pode ser assumida como insignificante por ser baixa. Isto evita certas dificuldades que poderiam surgir da necessidade de caracterizar com precisão a contribuição de massa da substância do traçador que provém da própria infiltração. São utilizadas sondas de espectrometria submersíveis que permitem uma medição direta da CQO equivalente através de meios de absorção de luz UV-VIS. A utilização destes dispositivos de medição automática proporciona a obtenção de séries temporais com elevada resolução temporal, o que melhora significativamente a documentação dos resultados obtidos da composição das águas residuais comparado com outros métodos convencionais de análise laboratorial (Kracht, 2007)

Para se poder definir um modelo de mistura começa-se por partir da suposição geral que a quantidade de águas residuais é composto por um volume variável de esgoto total real e um volume de infiltração.

$$Q_{\text{água residual}} = Q_{\text{esgoto total}} + Q_{\text{infiltração}} \quad (4.3)$$

Quando o intervalo de observação é alargado, a quantidade de infiltração normalmente revela variações temporais consideráveis e tendências sazonais. Em particular quando largos períodos de chuva causam um aumento do nível freático do terreno e um aumento do grau de saturação da zona vadosa do terreno. Dependendo da capacidade de retenção hidráulica do solo, isto provoca um atraso temporário de infiltração.

A quantificação da infiltração, utilizando este método pode ser feita utilizando os seguintes passos:

- Medição simultânea e contínua do caudal e da CQO de um determinado poluente;
- Análise das séries temporais de concentrações e caudal obtidas;
- Construção de um modelo matemático que permita descrever a concentração de um dado poluente em ordem ao caudal medido.

Com a construção do modelo matemático, consegue-se determinar o caudal infiltrado através do balanço da massa, a partir da seguinte expressão:

$$C_t = \frac{Q_{AR} \times C_{AR} + Q_{INF} \times C_{INF}}{Q_t} \quad (4.4)$$

Em que:

- Q_t – Caudal total (m^3);
- C_t – CQO do caudal total;
- Q_{AR} – Caudal de água residual doméstica (m^3);
- C_{AR} – CQO das águas residuais domésticas;
- Q_{INF} – Caudal infiltrado (m^3);
- C_{INF} – CQO das águas infiltradas.

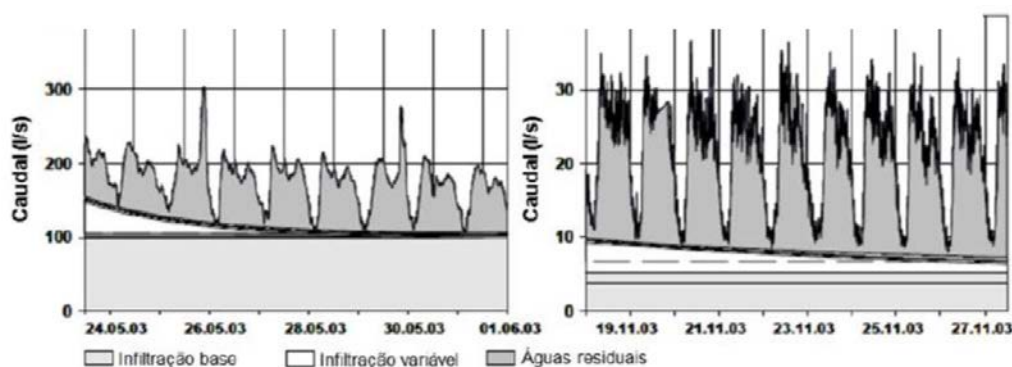


Figura 4.6 Separação dos hidrogramas obtidos em duas bacias de drenagem na Suíça (Bonito, 2014)

A Figura 4.6 demonstra a aplicação deste método numa ETAR e numa secção da rede de drenagem de águas residuais. É curioso verificar a similaridade entre os dois casos. A única diferença é a componente de infiltração base (infiltração indireta) ser mais preponderante no caso da ETAR, do que no caso da secção da rede. Também a assinalar o caudal mínimo noturno, no qual, o escoamento fica unicamente a dever-se às afluências indevidas, estas, mesmo sem ocorrência de precipitação, mantêm constantemente a presença, com elevada quantidade. (Bonito, 2014)

4.2 MÉTODOS APROFUNDADOS NO PRESENTE ESTUDO

Neste subcapítulo são descritas as seguintes metodologias:

- Método do Triângulo;
- Testes de Fumo;
- Inspeção Visual.

4.2.1 Método do Triângulo

O Método do Triângulo é utilizado para a separação das várias componentes do caudal afluente nos vários pontos da rede de saneamento e à ETAR, e foi proposto por Weiß em 2002, baseado no Método da Separação Hidrográfica, que é uma metodologia genérica e aleatória na determinação das diferentes parcelas de infiltração (Almeida & Monteiro, 2005).

Numa primeira fase é realizada uma representação gráfica de um diagrama dos volumes diários registados na ETAR, juntamente com o volume de precipitação registado, organizados por ordem cronológica no período de estudo considerado. Com a obtenção deste gráfico é possível observar se

existe uma relação direta entre estes dois parâmetros, nomeadamente para verificar se a existência de determinados picos dos volumes diários são provocados pela precipitação .

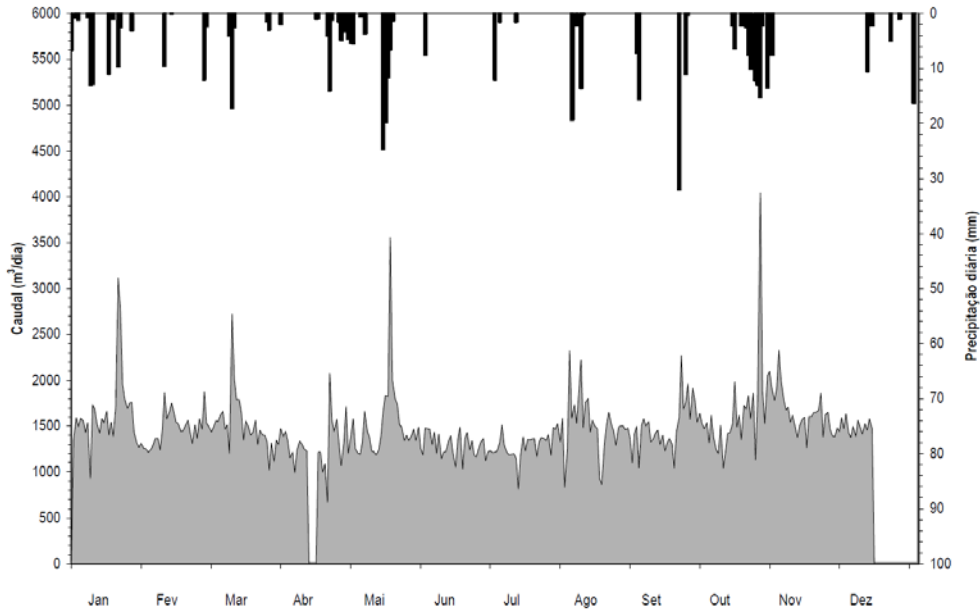


Figura 4.7 Diagrama cronológico de caudais medidos na ETAR de Mirandela e da precipitação registada durante o ano de 1999 (Almeida & Monteiro, 2005)

A aplicação do método do triângulo consiste na ordenação e representação dos volumes diários registados na ETAR, desta vez por ordem crescente de grandeza e em percentagem do valor máximo verificado no período considerado no estudo. É considerado um caudal de origem doméstica, que se mantém constante ao longo do tempo de estudo, ou caudal médio diário em período “seco”, que é calculado através da seleção de caudais diários relativos a períodos de tempo “seco” durante a época estival. Assim admite-se que não há influência de precipitação, através das suas componentes de escoamento direto e drenagem rápida, assim como, do nível freático do solo, através da componente de infiltração no caudal afluente à ETAR, assumindo-se assim que este caudal tem origem exclusivamente doméstica.

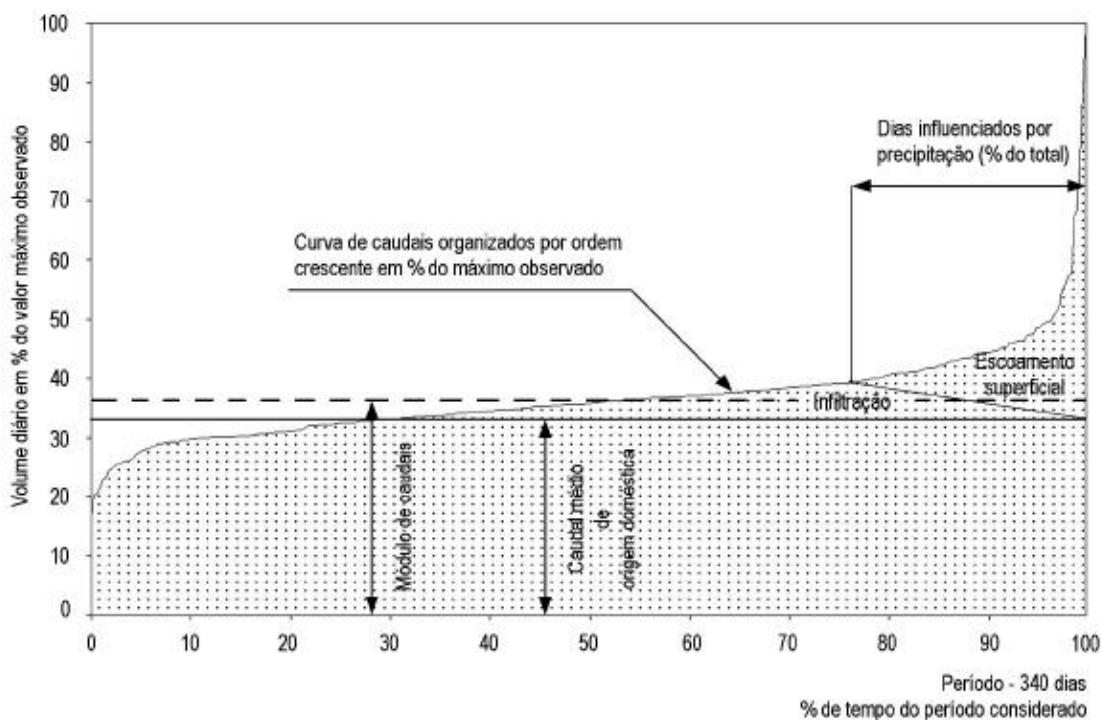


Figura 4.8 Aplicação do método do triângulo para a separação das parcelas de origem doméstica, infiltração e escoamento superficial - ETAR de Mirandela 1999 (Almeida & Monteiro, 2005)

Ao obtermos a curva de caudais e a linha horizontal relativa ao caudal de origem doméstica, pode-se desde já obter resultados conforme as áreas existentes no gráfico. A área que se situa abaixo da linha característica do caudal de origem doméstica, corresponde ao volume de água residual doméstica do tempo em estudo. Por consequente, a área que se localiza acima da linha horizontal do caudal de origem doméstica, corresponde ao volume anual excedente que aflui á ETAR resultante de escoamento superficial e infiltração.

Define-se como escoamento superficial, caudais resultantes diretamente da precipitação que se podem distinguir em escoamento direto e drenagem rápida. O escoamento direto refere-se às ligações domiciliárias indevidas de ramais de descarga de águas pluviais em coletores separativos de águas residuais domésticas, uma vez que esta parcela resulta diretamente da ocorrência temporal aleatória de precipitação. Normalmente os caudais de ponta que ocorrem nos coletores e nas estações de tratamento resultam do escoamento direto. A drenagem rápida representa uma resposta rápida e direta de eventos pluviométricos e resulta essencialmente, da percolação da água através do solo que é drenada pelos coletores antes de contribuir para a recarga de aquíferos. O tempo de reação a uma precipitação pode durar algumas horas ou até mesmo dias, dependendo do estado hídrico do solo e das condições geológicas locais e também das características da precipitação.

O caudal de infiltração depende da posição do nível freático em relação ao nível do coletor, pois resulta da drenagem das águas freáticas e representam uma relação indireta com os eventos pluviométricos. Estas infiltrações podem ocorrer no coletor fundamentalmente por fissuras existentes, pelas juntas ou ainda através das caixas de visita. Este parâmetro não é muito influenciada por eventos pluviométricos, no entanto tem tendência a manter-se relativamente persistente ao longo do tempo, apresentando uma variação essencialmente sazonal.

De forma a poder separar-se os componentes de escoamento superficial e de infiltração, parte-se do suposto que a componente de infiltração atinge o seu máximo depois de períodos chuvosos. Por outro lado, admite-se que a infiltração é tanto menor, podendo mesmo admitir-se nula, quanto maior for a componente devida diretamente a precipitação porque nestes casos pode ocorrer também exfiltração. Com o registo de dados dos caudais e da precipitação, é possível identificar os dias em que ocorre precipitação assim como os dias em que a sua influência se faz sentir. No diagrama estes dias são marcados, em percentagem da direita para a esquerda, e o ponto de interceção da respetiva abcissa com a curva de caudais totais corresponde ao início da linha de separação. O final da linha de separação localiza-se no final da linha horizontal da componente doméstica onde esta intersecta a abcissa dos 100%. As áreas definidas acima e abaixo desta linha de separação correspondem, respetivamente, aos volumes do escoamento superficial e infiltração.

Depois de aplicar esta metodologia é possível obter com facilidade as respetivas áreas relativamente ao caudal de origem doméstica, escoamento superficial e infiltração, sabendo que percentagens de cada componente existe na rede.

4.2.2 Testes de Fumo

Os Testes de Fumo são um método de aplicação simples, eficaz e de baixo custo, usado para identificar fontes de infiltração, exfiltração e ligações indevidas (especialmente de sumidouros, algerozes, pátios e outras áreas de drenagem) numa rede de saneamento.

Este método tem como propósito detetar o maior número de defeitos existentes num sistema coletor que estão a permitir a entrada de grandes quantidades de água. O princípio por detrás dos testes de fumo é muito simples: se o fumo conseguir escapar da rede por uma ligação superficial ou pela superfície do solo, a água consegue entrar no sistema pelo mesmo caminho.

Este método tradicional já existe há muitos anos e normalmente é bastante fiável para a identificação dos defeitos na rede. Mas nem sempre é possível detetar todos os tipos de defeitos na rede, pois se não existe um caminho para o fumo surgir para a superfície o defeito não vai ser detetado. Para isso são necessários outros métodos para identificar estes tipos de defeitos (ERSAR 2010; ASCE, 2009).

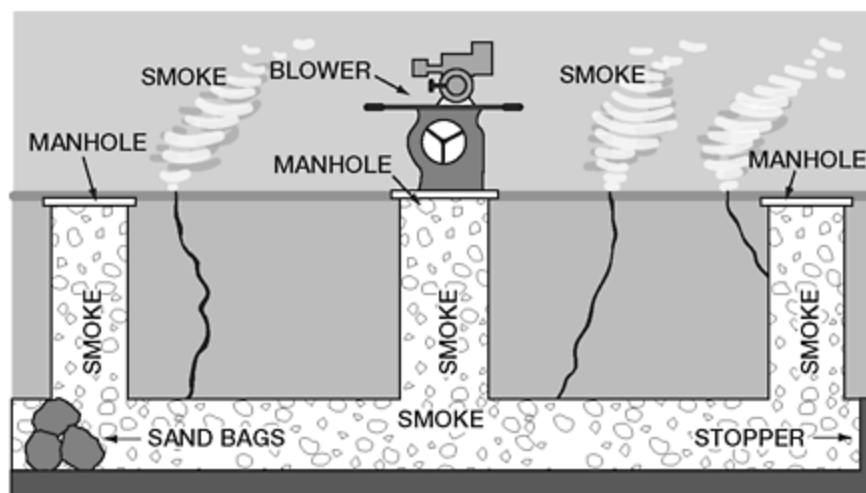


Figura 4.9 Diagrama de Testes de Fumo (Fonte: ASCE, 2009)

Os Testes de Fumo utilizam um fumo frio pressurizado não tóxico, sem odor, sem óleo ou partículas, de forma a não apresentar perigo para a saúde pública. Este fumo é gerado e forçado a entrar no sistema através de bombas de fumo, que vão produzir fumo durante 3 a 5 minutos, e pode ser feito nas duas direções da caixa de visita. As secções do coletor devem de ser isoladas com recurso a tampões insufláveis, balões ou sacos de areia.

Antes de se iniciarem os testes numa determinada área os habitantes têm de ser notificados do que devem esperar durante este procedimento. Isto é um procedimento importante pois minimiza a ocorrência de chamadas de veículos de emergência de combate a incêndios caso surjam fumos junto de edifícios.

4.2.3 Inspeção Visual

A Inspeção Visual, a um coletor doméstico ou a uma determinada caixa de visita, permite identificar quais são as ligações existentes, averiguar a ocorrência de infiltração e exfiltração na rede, verificar o estado estrutural da rede em estudo e verificar a existência de infiltração. Esta inspeção pode ser feita com recurso a câmaras (CCTV – Close-Circuit TV), ou com recurso à entrada de pessoal nas caixas de visita, sendo este mais económico.

Apesar da Inspeção Visual não ser um método quantitativo, este permite a recolha de dados sobre as causas e severidade de tipos de ocorrências, pois estes resultados são muito úteis para se puder fazer um diagnóstico da situação existente para servir de apoio a uma reabilitação da rede.

Muitas vezes, a inspeção visual durante as fases reabilitação de uma rede é a única forma exequível de detetar situações de ligações indevidas na rede. Para isso também é feita uma inspeção a caixas de ligação e eventualmente a redes prediais para verificar que as ligações de carácter pluvial não estão a ser ligadas a coletores domiciliários, pois estes contribuem significativamente para a existência de afluições indevidas nas redes de saneamento (ERSAR 2010; ASCE, 2009).

Os edifícios de carácter industrial também devem sofrer inspeções às suas ligações se existirem suspeitas de descargas inadequadas ou indevidas na rede pública.



Figura 4.10 Fissura ligeira (Fonte: ASCE, 2009)

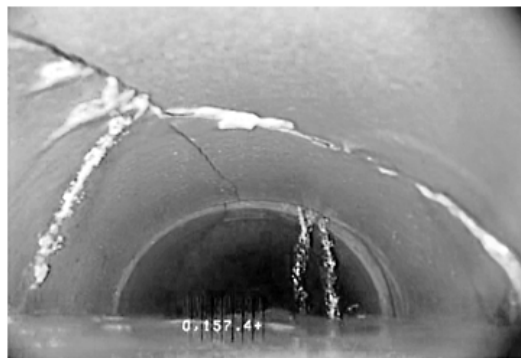


Figura 4.11 Fissura com infiltração ligeira (Fonte: ASCE,2009)



Figura 4.12 Fissura com infiltração elevada (Fonte: ASCE, 2009)

4.2.3.1 Inspeção Visual de Vídeo

A Inspeção Visual com recurso a vídeo (Close-Circuit Television - CCTV), envolve a utilização de uma camara resistente montada numa estrutura que é puxada ou propulsionada nas condutas de esgoto. As camaras que são puxadas, são montadas numa estrutura que possui esquis e conectada por um cabo que é utilizado para puxar a camara pelo esgoto (Figura 4.13), enquanto que as autopropulsionadas são montadas num equipamento telecomandado (Figura 4.14). Para tubagens com diâmetros mais pequenos, a camara é montada numa haste rígida, que é empurrada pela tubagem (Figura 4.16 Figura 4.15) (ERSAR 2010; ASCE, 2009).

Em termos de segurança, a utilização de camaras permite a entrada em espaços confinados onde um ser humano não conseguiria entrar, ficando também o trabalhador sujeito a menos riscos associados.

O maior objetivo da CCTV é identificar e quantificar os defeitos na tubagem, estes defeitos incluem fissuras, raízes, protuberância na estrutura causados pelo excesso de peso da tubagem, presença de gordura, deformações da tubagem, juntas dilatadas em localizações específicas na tubagem. Uma das desvantagens da inspeção visual com camara é que a análise dos defeitos pode ser subjetiva.

Cada operador pode interpretar um defeito de diferente maneira e variar o grau de gravidade. Pode existir discrepâncias na interpretação comparativa dos defeitos de inspeções em curso com a inspeção inicial, por ter um operador diferente a desempenhar cada inspeção. (ERSAR 2010; ASCE, 2009).

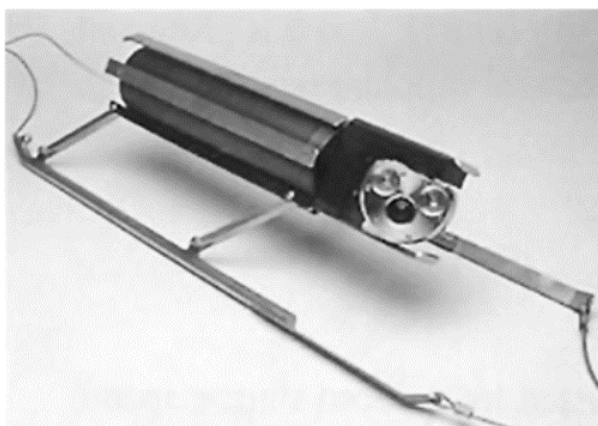


Figura 4.13 Camara montada em estrutura com esquis (Fonte: ASCE, 2009)



Figura 4.14 Camara autopropulsionada (Fonte: ASCE, 2009)



Figura 4.15 Camara montada numa haste rígida (Fonte: ASCE, 2009)

Todas as inspeções devem ser documentadas em fichas de registo, juntamente com as imagens de vídeo obtidas. Este registo deve ser feito para que, se existir uma discrepância nos dados, se possa realizar uma segunda análise e interpretação independente da condição física da tubagem, e também para avaliar a qualidade do controlo realizado e capacidades técnicas e de interpretação do operador.

É importante ter padrões definidos na inspeção para assegurar uma melhor precisão na interpretação dos dados, para que estes sejam o mais objetivos possíveis. O mais importante é ter um padrão consistente nas inspeções. Isto pode incluir os seguintes aspetos (ERSAR 2010; ASCE, 2009):

- Fazer uma pré-limpeza para remover detritos para se conseguir ver o máximo possível da tubagem;

- Controlar o caudal para que este não ultrapasse 20% do seu diâmetro, para contribuir a uma maior segurança para o equipamento e para o operário;
- Ter uma ventilação apropriada para prevenir a existência de vapores que possam afetar a qualidade da imagem, que pode causar a mal interpretação do operador;
- A velocidade da camara não deve de exceder os 15 cm/s, dando ao operador tempo suficiente para detetar defeitos e analisar a severidade do mesmo. A camara também pode ser parada para uma análise mais crítica do problema;
- Definir a distância que a camara percorreu na tubagem é importante para saber a localização dos defeitos, seja necessário fazer uma escavação;
- As inspeções devem de estar de acordo com as normas EN 13508-1 e EN 13508-2.

4.2.3.2 Inspeção Visual das Caixas de Visita

A entrada física de pessoas no esgoto ou em caixas de visita é necessário em algumas situações, nomeadamente, onde existam esgotos com grandes diâmetros, câmaras com uma configuração estranha e condições não adequadas a utilização de equipamento elétrico. Para a entrada de um trabalhador no esgoto, devem de ser asseguradas todas as condições de segurança, analisando os riscos associados por indivíduos competentes para que nenhum trabalhador esteja em perigo.

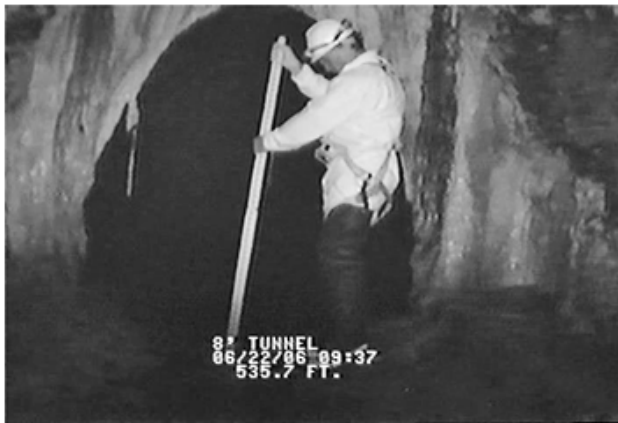


Figura 4.16 Tubagem de grande diâmetro e válvula de câmara (Fonte: ASCE, 2009)

Alguns exemplos de equipamentos utilizados nas entradas físicas incluem dispositivos de recuperação e arneses, lanternas, detetores de gás, comunicação rádio, unidades de autossalvamento, capacetes e outros equipamentos de proteção individual (EPI) (Figura 4.17).

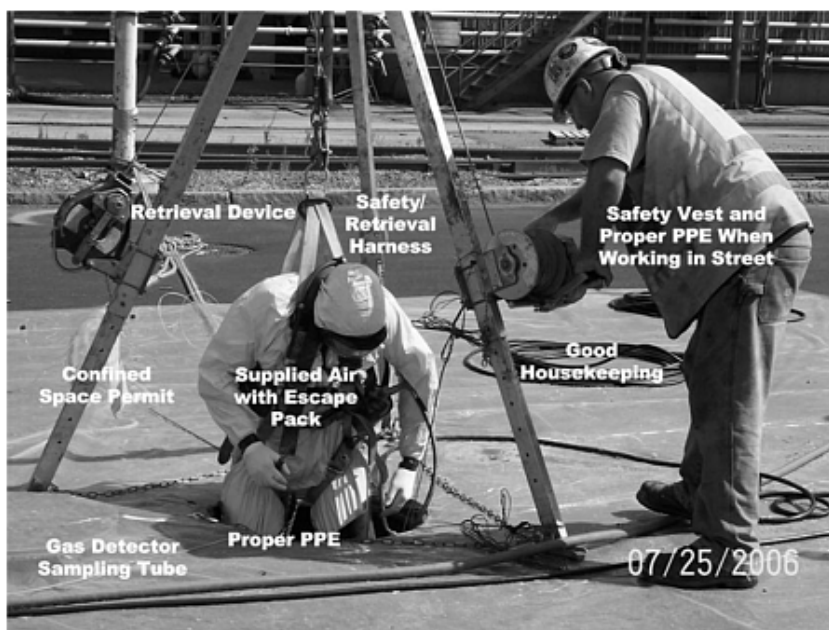


Figura 4.17 Exemplos de equipamentos e procedimentos usados durante a entrada de pessoas (Fonte: ASCE, 2009)

5 CARACTERIZAÇÃO DO CASO EM ESTUDO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DA BARRINHA DE ESMORIZ / LAGOA DE PARAMOS

O sistema de drenagem de águas residuais “em alta” da Barrinha de Esmoriz é composto por dois subsistemas, o subsistema de Espinho e o subsistema da Remolha, sendo que em cada um destes existe uma ETAR onde se procede ao tratamento das águas residuais.

O subsistema de Espinho serve a totalidade do município de Espinho, abrangendo ainda parte dos municípios de Ovar e Santa Maria da Feira. A área do município de Ovar servida por este subsistema corresponde à zona Norte do concelho, nomeadamente as freguesias de Cortegaça e Esmoriz. Quanto ao município de Santa Maria da Feira, são servidas as freguesias de Santa Maria de Lamas, Rio Meão, Paços de Brandão, São Paio de Oleiros, Nogueira da Regedoura e Mozelos, assim como parte das freguesias de Argoncilhe, Lourosa e São João de Ver.

Refira-se ainda que o subsistema de Espinho é composto por um conjunto de emissários do sistema “em alta”, que transportam o caudal até à ETAR de Espinho, localizada na freguesia de Paramos, município de Espinho. Destes emissários, destaca-se o emissário de Rio Maior, que coleta os caudais provenientes dos Municípios de Santa Maria da Feira e Ovar.

Quanto ao subsistema da Remolha, este serve parte das freguesias de Espargo, Feira, São João de Ver e Travanca, do município de Santa Maria da Feira. Atualmente o tratamento das águas residuais domésticas é efetuado na ETAR da Remolha, localizada na Freguesia de Espargo, tendo esta sido dimensionada para 6 500 habitantes equivalentes e executada em 2001. Devido ao atraso na execução das infraestruturas de transporte a montante, a ETAR só entrou em funcionamento no ano de 2009.



Figura 5.1 Barrinha de Esmoriz (Fonte: www.olin.pt)

5.2 CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM EM ALTA

5.2.1 ETAR de Espinho

O subsistema da Barrinha de Esmoriz / Lagoa de Paramos envolve a ligação à ETAR de Espinho dos subsistemas de Espinho (Espinho), Ovar (Esmoriz e Cortegaça) e de Santa Maria da Feira (bacia que drena para a Barrinha de Esmoriz / Lagoa de Paramos), sendo que os efluentes tratados na ETAR de Espinho são posteriormente encaminhados para o Exutor Submarino de Espinho através do qual são rejeitados no mar.

Para o efeito, a ETAR de Espinho foi remodelada e ampliada para um caudal de 30.890 m³/dia no horizonte do projeto. O Sistema da Barrinha de Esmoriz / Lagoa de Paramos implicou ainda a execução de 28 km de Conduatas e 5 Estações Elevatórias.

Ao nível da fase líquida, esta ETAR realiza tratamento secundário aos efluentes domésticos e industriais, composto pelas seguintes etapas: tratamento preliminar, decantação primária, tratamento biológico e decantação secundária. Do tratamento da fase sólida, a produção de biogás, aproveitado para o aquecimento das lamas e produção de energia elétrica, resulta a produção de lamas digeridas e desidratadas.



Figura 5.2 ETAR de Espinho (Fonte: SIMRIA, 2014)

Tabela 5.1 Componente de Tratamento de águas Residuais (ETAR Espinho e ETAR da Remolha)

| | População abrangida (hab. Eq.) | Caudal Médio Diário (m ³ /dia) |
|--------------|-----------------------------------|---|
| ETAR Espinho | 194 232 | 30 890 |
| ETAR Remolha | 6 500 | 1 040 |

Tabela 5.2 Componente de Recolha de Águas Residuais (Subsistema da Barrinha de Esmoriz)

| | Extensão dos Intercetores (km) | Estações Elevatórias (nº) | Pontos de Entrada (nº) |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Subsistema de Espinho | 29.4 | 5 | 39 |
| Subsistema da Remolha | 1.8 | 1 | 1 |

Tabela 5.3 Componente de Rejeição (Exutor Submarino de Espinho)

| | Extensão dos Intercetores (km) | Estações Elevatórias (nº) |
|------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Exutor Submarino | 2 | --- |

5.2.2 Estação Elevatória de Rio Maior 1

A estação elevatória de Silvalde 1 (EESV1), propriedade da SIMRIA, está localizada num terreno próximo do designado Engenho Novo, na freguesia de Esmoriz, concelho de Ovar, junto à estrada nacional EN1-14, no troço de ligação entre Paços de Brandão e São Paio de Oleiros

A estação elevatória está dimensionada para elevar caudais de 265 L/s no horizonte de projeto de 30 anos, através de grupos de eletrobomba do tipo submersível. Para além dos grupos elevatórios, a estação dispõe de vários equipamentos complementares e de segurança, nomeadamente posto de transformação, grupo gerador de emergência, gradagem e desarenamento das águas residuais afluentes, ventilação e tratamento de odores, proteção contra o choque hidráulico nas condutas elevatórias e diversa instrumentação.



Figura 5.3 Estação Elevatória Rio Maior 1

5.2.3 Estação Elevatória de Silvalde 1

A estação elevatória de Silvalde 1 (EESV1), propriedade da SIMRIA, está localizada num terreno próximo do lugar de Bessada na freguesia de Nogueira da Regedoura, concelho de Santa Maria da Feira junto á estrada municipal EM516-2.

A estação elevatória está dimensionada para elevar caudais de 24 L/s no horizonte de projeto de 30 anos, através de grupos de eletrobomba do tipo submersível. Para além dos grupos elevatórios, a

estação disporão de vários equipamentos complementares e de segurança, nomeadamente posto de transformação, grupo gerador de emergência, gradagem e desarenamento das águas residuais afluentes, ventilação e tratamento de odores, proteção contra o choque hidráulico nas condutas elevatórias diversa instrumentação.



Figura 5.4 Estação Elevatória de Silvalde 1

5.2.4 Rede Em Alta

A rede em alta tem uma extensão total de aproximadamente 4,7 km. Esta tem travessias ao longo da sua extensão sobre linhas de águas, sobre a Autoestrada A1, sobre a linha de caminho-de-ferro do Vouga e sobre Gasodutos.

A rede é dotada por condutas gravíticas de PEAD DN 250 e PEAD DN 315. As condutas de diâmetro de 250 mm vão do perfil 1 ao perfil 24. Desde do perfil 24 passam a ter 315 mm de diâmetro até a EE. A designação dos perfis encontra-se em anexo. A rede tem um total de 53 câmaras de visita estanques, totalmente construídas em betão armado.

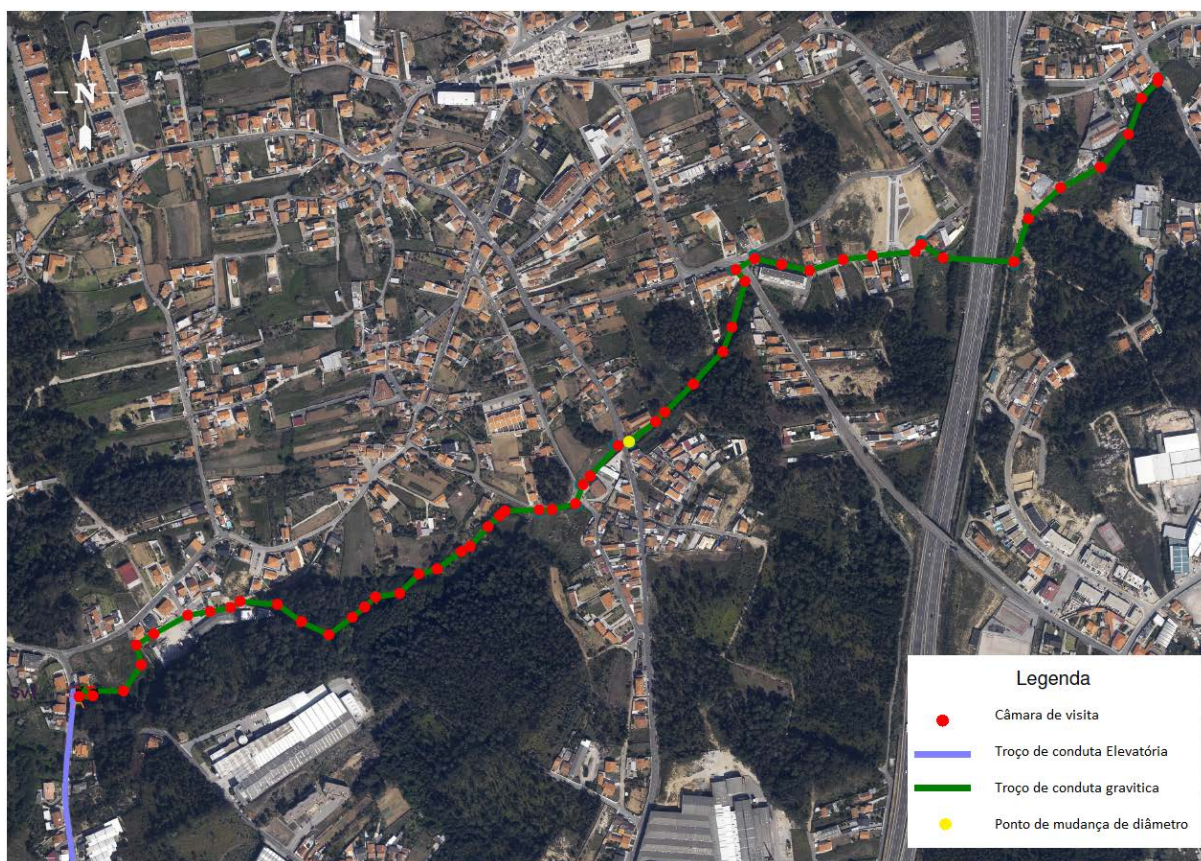


Figura 5.5 Rede em Baixa (Fonte: SIMRIA 2015)

5.3 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DE DRENAGEM EM BAIXA

5.3.1 Freguesia de Nogueira da Regedoura

A freguesia de Nogueira da Regedoura está situada no extremo noroeste do Concelho de Santa Maria da Feira, sendo uma das freguesias que o constituem.

Confina com as freguesias de S. Paio de Oleiros, Mozelos e Argoncilhe, do mesmo Concelho, com Grijó, do Concelho de Gaia e com Guetim e Anta, do Concelho de Espinho. Tem uma extensão de 4,87 Km² e, segundo o Censo 2011, residem na Vila 5790 pessoas, tendo um densidade populacional de 1 188,9 hab/km².



Figura 5.6 Freguesia de Nogueira da Regedoura (Fonte: Google Maps)

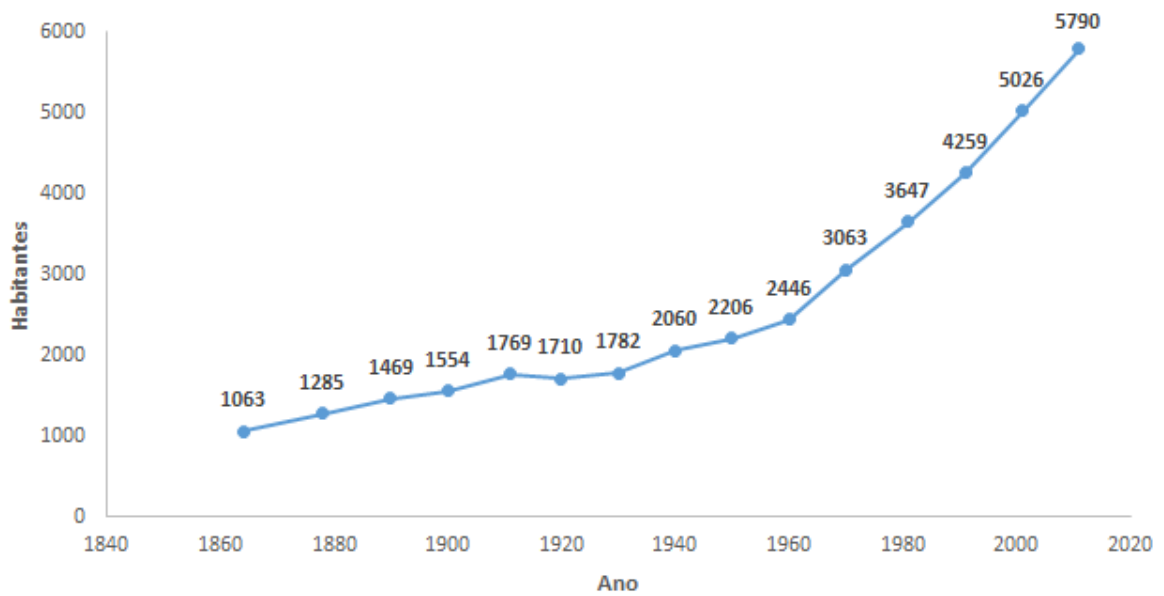


Figura 5.7 Evolução do número de habitantes de Nogueira da Regedoura (Fonte: INE)

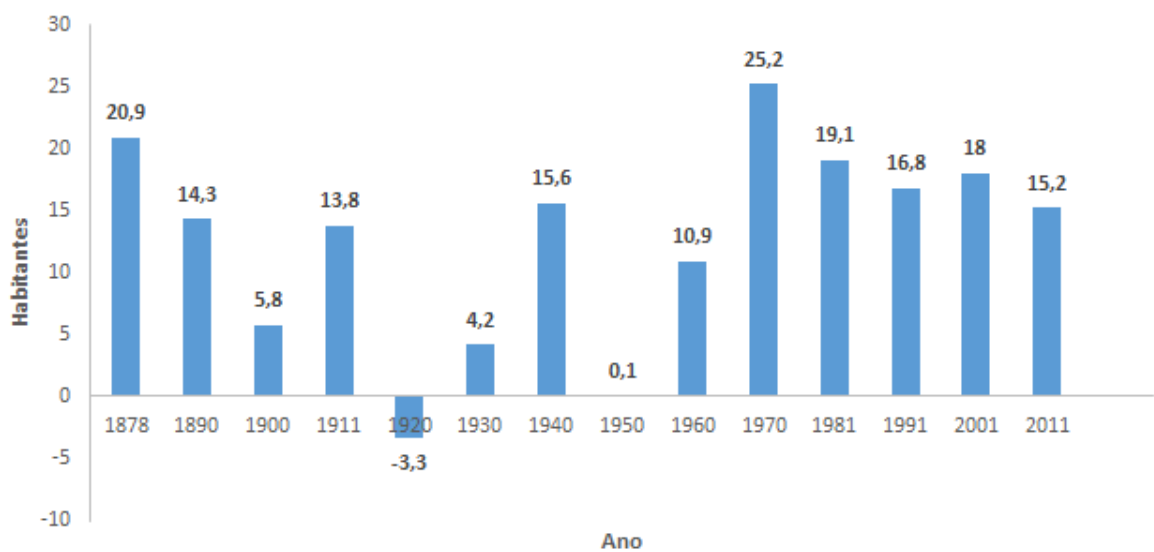


Figura 5.8 Variação percentual do nº de habitantes de Nogueira da Regedoura (Fonte: INE)

6 APLICAÇÃO DO MÉTODO DO TRIÂNGULO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.1 APLICAÇÃO DO MÉTODO DO TRIÂNGULO

De forma a conseguir aplicar as metodologias estudadas, foi proposto analisar, juntamente com a SIMRIA e IF, a rede afluente à EESv1 pertencente à SIMRIA, no que toca a existência de AI, no qual se vai realizar um estudo de forma a quantificar este problema. Para a realização desta análise, optou-se por aplicar o Método do Triângulo para a quantificação de AI na rede, embora exista pouca bibliografia sobre este método. Daí surgiu uma oportunidade de desenvolver e aplicar este método, pois a IF já possuía alguma experiência da utilização deste método em casos anteriores, o que serviu de apoio para desenvolver e aplicar o método. Tem como vantagem ser um método de baixo custo e perante os dados disponíveis, é o método mais adequado para quantificar as AI tendo a vantagem de se poder dividir por tipo de afluência (direta/indireta).

Para se proceder à aplicação do método, foi necessário recolher os dados através da telegestão da SIMRIA a partir da plataforma “PLUGME”, retirando assim os caudais que são medidos na EESv1 para os anos de 2013 e 2014. Também foi necessário saber a precipitação existente na bacia onde se localiza a rede, e para isso recorreu-se ao udómetro da IF mais próximo que se localiza em Mozelos, retirando assim os dados de precipitação de 2013 e 2014. Com a obtenção destes dados, foi necessário realizar a sua gestão, sendo para isso criada uma folha de cálculo para a aplicação do Método do Triângulo.

Numa primeira fase foi necessário organizar os dados com o mesmo carácter temporal, pois os dados obtidos dos caudais estão m^3/h e os dados da precipitação está em mm por cada 15 min., convertendo todos os dados para valores diários. Organizaram-se estes dados por ordem cronológica, separando os anos de 2013 com os de 2014.

Tabela 6.1 Tabela cronológica de caudais e precipitação medidos (excerto)

| Dia da semana | Data | Totalização Caudal (m3/dia) | Precipitação (mm/dia) |
|----------------------|-------------|------------------------------------|------------------------------|
| Terça-feira | 1-jan-2013 | 626 | 0,2 |
| Quarta-feira | 2-jan-2013 | 629 | 0,2 |
| Quinta-feira | 3-jan-2013 | 581 | 0 |
| Sexta-feira | 4-jan-2013 | 579 | 0 |
| Sábado | 5-jan-2013 | 597 | 0 |
| Domingo | 6-jan-2013 | 535 | 0 |
| Segunda-feira | 7-jan-2013 | 534 | 0 |
| Terça-feira | 8-jan-2013 | 505 | 0 |

Acrescentou-se também uma parcela referente ao nome do dia da semana, para se poder analisar a média do caudal de cada dia da semana, como se pode ver nas seguintes tabelas.

Tabela 6.2 Caudal médio anual por dia da semana de 2013

| Caudal Médio Anual por Dia da Semana | |
|---|--------|
| Segunda-feira | 654,64 |
| Terça-feira | 672,27 |
| Quarta-feira | 629,60 |
| Quinta-feira | 662,37 |
| Sexta-feira | 700,47 |
| Sábado | 681,84 |
| Domingo | 618,96 |

Tabela 6.3 Caudal médio anual por dia da semana de 2014

| Caudal Médio Anual por Dia da Semana | |
|---|--------|
| Segunda-feira | 949,13 |
| Terça-feira | 960,13 |
| Quarta-feira | 966,62 |
| Quinta-feira | 962,56 |
| Sexta-feira | 971,93 |
| Sábado | 958,62 |
| Domingo | 888,91 |

Com os dados devidamente organizados é possível obter um diagrama dos volumes diários registados na EE, juntamente com o volume de precipitação registado, organizados por ordem cronológica no

período de estudo considerado, como se pode verificar na Figura 6.1 para o ano de 2013 e Figura 6.2 para 2014. Neste diagrama está representado a azul o caudal bombado pela EESv1, e a vermelho a precipitação medida pelo udómetro, isto tudo em cada dia do ano. A verde está representado o caudal médio de cada dia da semana no ano em estudo, independentemente se tem precipitação ou não.

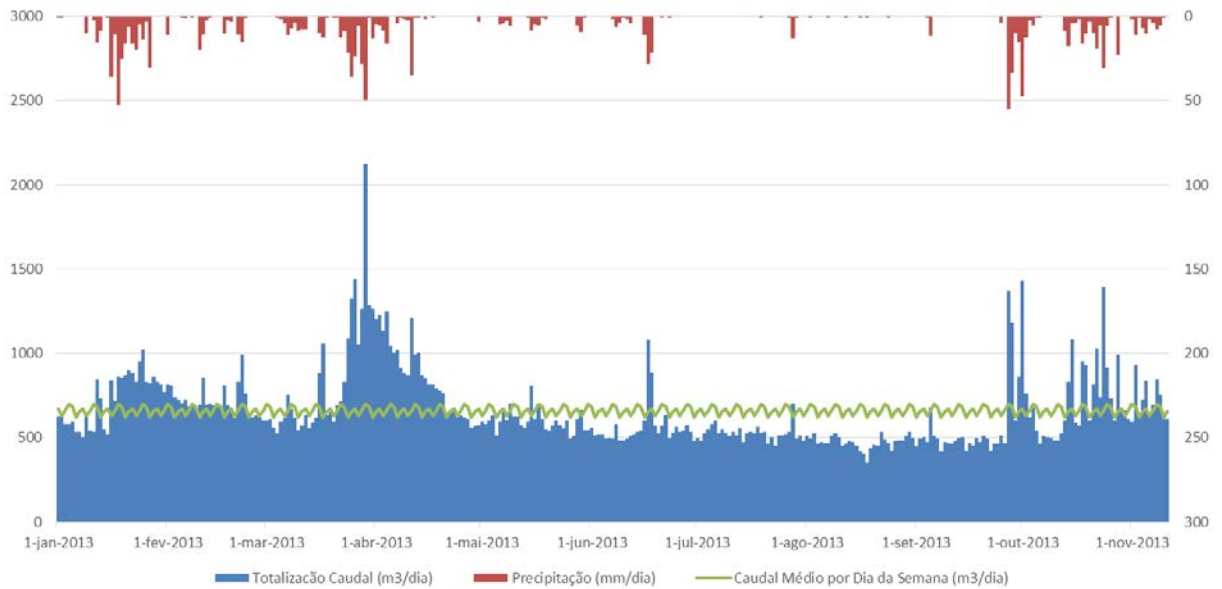


Figura 6.1 Diagrama cronológico de caudais da EESv1 e da precipitação durante o ano de 2013

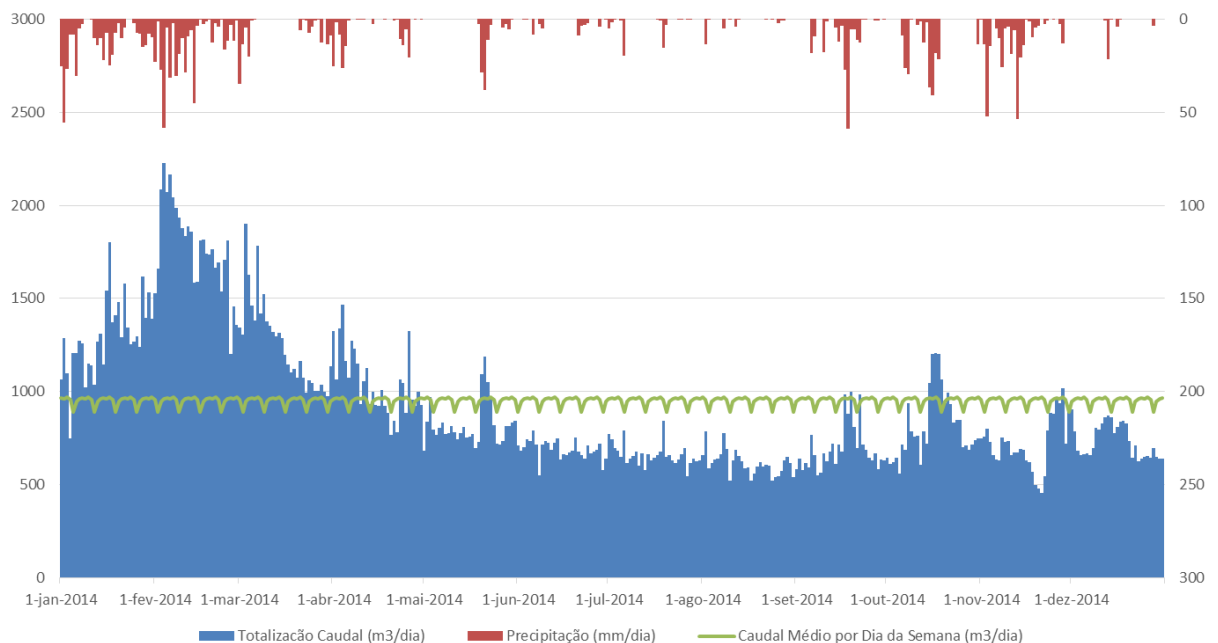


Figura 6.2 Diagrama cronológico de caudais da EESv1 e da precipitação durante o ano de 2014

A partir deste ponto já é possível fazer uma breve análise, relacionando o caudal com a precipitação, examinando se existe uma relação direta entre o aumento do caudal com a existência e/ou aumento da precipitação, e verificar se o caudal se encontra acima ou abaixo do caudal médio.

De seguida é necessário desenvolver o diagrama para se proceder à aplicação e obtenção dos resultados com o método do triângulo, como já foi referido no ponto 4.2.1 deste documento.

Primeiro foi necessário colocar os caudais obtidos na EESv1, desta vez, por ordem crescente de grandeza e transformar as unidades de m³/dia para percentagem do valor máximo verificado no período considerado, obtendo assim a curva de caudais classificados.

Para conseguir aplicar o método é necessário obter os seguintes parâmetros:

- Número de dias do período considerado;
- Número de dias não influenciados pela precipitação;
- Número de dias não influenciados pela precipitação em relação ao número de dias do período;
- Caudal Máximo Diário;
- Caudal Mínimo Diário;
- Caudal Médio Diário;
- Caudal médio diário em tempo "seco";
- Número de dias em tempo "seco";
- Caudal médio diário em "tempo seco" em relação ao máximo registado.

Número de dias do período considerado – Número de dias para o qual existem dados de caudais medidos na estação elevatória e dados de precipitação.

Número de dias influenciados pela precipitação – Número de dias durante os quais se considera que os volumes registados contêm uma componente de AI direta ou indiretamente relacionada com um evento pluviométrico. Os caudais diretamente relacionados são aqueles que se verificam nos dias de precipitação. Os indiretamente relacionados são aqueles que se verificam nos n dias subsequentes após precipitação. A partir do dia $n+1$, considera-se que os caudais verificados são apenas de águas residuais domésticas, sem influência da precipitação. Para este estudo e com base na experiência da IF, considerou-se este período como sendo de 7 dias. Assim, torna-se necessário classificar a influência da precipitação em cada dia. Considerou-se que houve precipitação quando o valor registado no udómetro foi superior a 4mm/dia. Abaixo ou igual a esse valor, considerou-se não ter havido

precipitação. Este valor foi definido com base na experiência da IF, que verificou que os caudais afluentes à rede, para este local, não sofrem variações significativas em eventos pluviométrico com registo inferior.

Número de dias não influenciados pela precipitação em relação ao número de dias do período – Valor em percentagem da razão entre o “Número de dias não influenciados pela precipitação” e o “Número de dias do período considerado”.

Caudal Máximo Diário – Determinação do valor máximo de totalização de caudal diário em m³/dia.

Caudal Mínimo Diário – Determinação do valor mínimo da totalização do caudal em m³/dia.

Caudal Médio Diário (m³/dia) – Cálculo do valor médio da totalização do caudal em m³/dia.

Caudal médio diário de origem doméstica – Para calcular o caudal médio diário de origem doméstica é necessário definir um período de tempo “seco”. Nesse período só são analisados os conjuntos de no mínimo 7 dias seguidos sem influência da precipitação, na tentativa de se eliminar qualquer componente de infiltração, como o do nível freático. Definidas as amostras dos caudais de tempo “seco”, é realizada a média de cada amostra e selecionada a menor destas obtendo assim o caudal médio diário de origem doméstica em m³/dia.

Número de dias em "tempo seco" – Contabilização do número de dias que foram selecionados para o cálculo do Caudal médio diário de origem doméstica.

Caudal médio diário de origem doméstica em relação ao máximo registado – Valor em percentagem da razão entre o “Caudal médio diário de origem doméstica” e o “Caudal máximo diário”.

Com estes componentes calculados, é possível desenhar a linha vertical (vermelho), que delimita os dias influenciados pela precipitação (a direita dessa linha), a linha horizontal (verde), que diz respeito ao Caudal médio diário de origem doméstica e a linha a roxo, que separa os caudais com componente de AI diretas das indiretas.

Estes gráficos foram posteriormente inseridos num programa de desenho automático, permitindo medir as áreas e as percentagens relacionadas com os caudais de origem doméstica, as AI indiretas e as AI diretas.

6.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com a representação cronológica dos registos pluviométricos e caudais diários afluentes à EESv1 nos anos de 2013 e 2014, representados na Figura 6.1 e na Figura 6.2, verifica-se que para o ano de 2014 o intervalo de estudo contabiliza o ano inteiro com 365 dias, enquanto que no ano de 2013 o intervalo de estudo restringe-se a 315 dias. Isto deve-se ao facto de ter existido um erro de leitura no caudalímetro. Também é evidente ter havido uma maior precipitação em 2014.

O volume médio diário afluente à estação elevatória nos anos de 2013 e 2014 foi, respetivamente de 660 m³/dia e 921 m³/dia. Analisando os diagramas cronológicos de caudais e precipitação, verifica-se que existe um aumento de caudal quando existe uma maior precipitação, e que os dias em que o caudal tem tendência a ser mais elevado são os precedidos por um período de precipitação mais longo. Para o cálculo do caudal médio diário de origem doméstica foi definido que o período de tempo “seco” para 2013 foi de Abril a Setembro e para 2014 de Maio a Setembro

Com o auxílio de uma tabela de cálculo automática, preparada no âmbito deste trabalho, foi possível obter os seguintes resultados:

Tabela 6.4 Tabela de Resultados

| | 2013 | 2014 |
|---|--------|--------|
| Número de dias do período considerado | 315 | 365 |
| Número de dias não influenciados pela precipitação | 106 | 94 |
| Número de dias não influenciados pela precipitação em relação ao número de dias do período | 33,65% | 25,75% |
| Caudal Máximo Diário (m³/dia) | 2128 | 2225 |
| Caudal Mínimo Diário (m³/dia) | 354 | 454 |
| Caudal Médio Diário (m³/dia) | 660,02 | 920,56 |
| Número de dias em tempo "seco" | 98 | 35 |
| Caudal médio diário de origem doméstica (m³/dia) | 475,50 | 592,35 |
| Caudal médio diário de origem doméstica em relação ao máximo registado | 22,34% | 26,62% |

Com os resultados obtidos é possível desenhar os diagramas completos para a quantificação de AI diretas e indiretas.

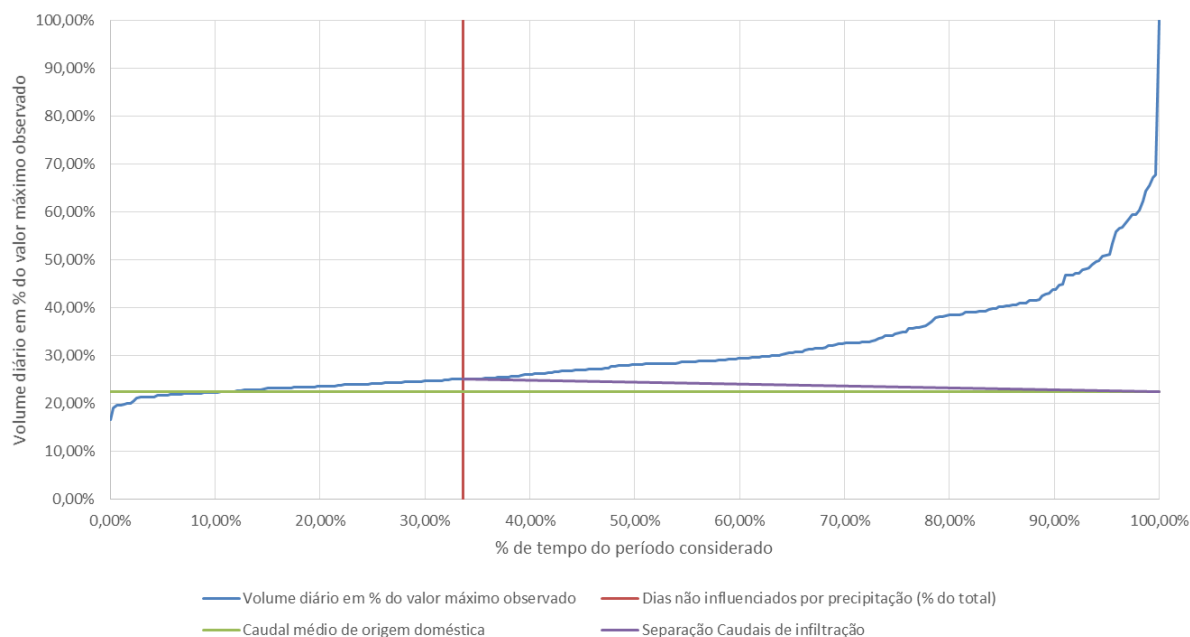


Figura 6.3 Diagrama de aplicação do método do triângulo 2013

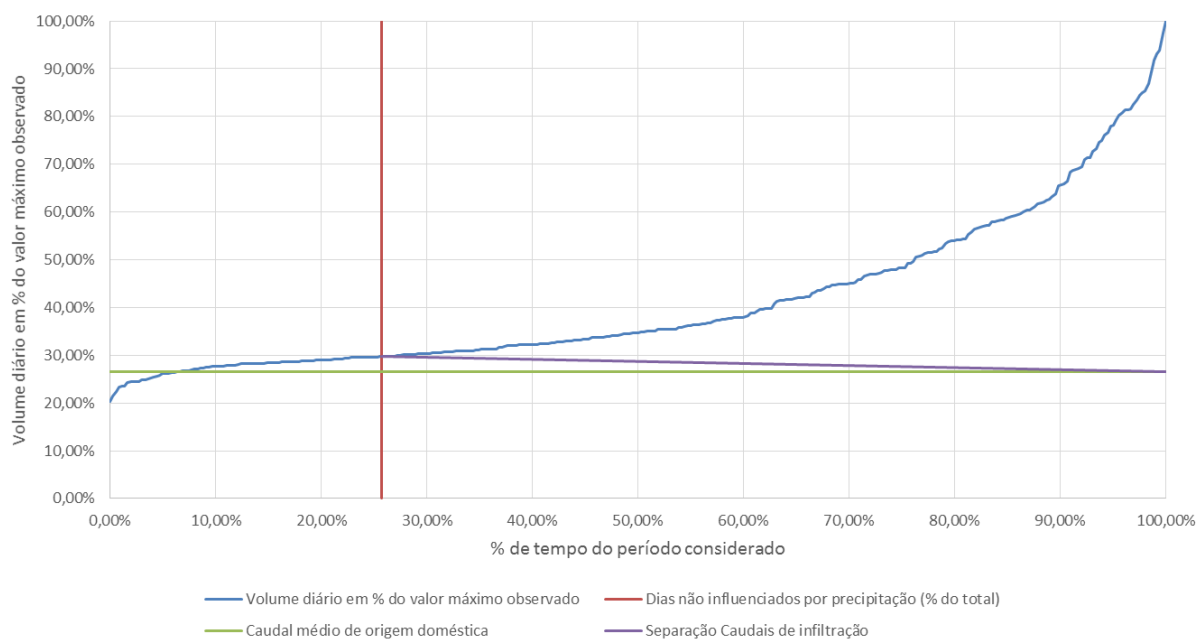


Figura 6.4 Diagrama de aplicação do método do triângulo 2014

A partir destes gráficos e com o auxílio de um programa de desenho automático é possível calcular as áreas correspondentes à origem doméstica, infiltração e escoamento superficial. Obtêm-se assim os seguintes resultados na Tabela 6.5.

Tabela 6.5 Tabelas de resultados das áreas

| Ano | Total (m ³) | Volume | | | | | | |
|------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|---|-------------------------|--------|---|
| | | Origem doméstica | | Excedente | | | Total | |
| | | Total (m ³) | % do volume total | Total (m ³) | Acréscimo percentual sobre o efluente doméstico | Total (m ³) | | Acréscimo percentual sobre o efluente doméstico |
| 2013 | 207906 | 148682,96 | 71,51% | 8527,29 | 5,74% | 50695,76 | 34,10% | 28,49% |
| 2014 | 336005 | 214459,49 | 63,83% | 12633,05 | 5,89% | 108912,46 | 50,78% | 36,17% |

Referente ao ano de 2013, verifica-se que a área correspondente ao escoamento superficial é muito superior à área associada à componente de infiltração, podendo-se assim dizer que o escoamento superficial tem um impacto elevado para a existência de AI na rede. Em termos quantitativos o volume correspondente a caudais excedentes por infiltração representa 8.527,29 m³, cerca de 4,10 %, e o volume correspondente a caudais excedentes por escoamento superficial representa 50.695,76 m³, cerca de 24,38 % do volume total bombeado pela EE, que resulta num total de 59.223 m³, cerca de 28,49 % de caudais excedentes na rede.

Referente ao ano de 2014 volta-se a verificar que a área correspondente ao escoamento superficial é muito superior à área associada à componente de infiltração, podendo-se assim dizer que o escoamento superficial tem um impacto elevado para a existência de AI na rede. Em termos quantitativos o volume correspondente a caudais excedentes por infiltração representa 12.633,05 m³, cerca de 3,76 %, e o volume correspondente a caudais excedentes por escoamento superficial representa 108.912,46 m³, cerca de 32,41 % do volume total bombeado pela EE, que resulta num total de 121.545 m³, cerca de 36,17 % de caudais excedentes na rede.

Desta tabela pode concluir-se que os volumes afluentes à EE resultantes de infiltração nos dois anos tem valores praticamente da mesma ordem de grandeza, respetivamente de 5,74% e 5,89% de acréscimo sobre o efluente doméstico. No entanto a contribuição da componente de escoamento superficial é em 2014, relativamente maior que em 2013. Neste caso, o acréscimo percentual sobre efluente doméstico para 2013 é de 34,10% e para 2014 é de 50,18%.

Em síntese, pode-se concluir que esta rede separativa é mais fortemente influenciada por caudais de afluência direta do que afluência indireta.

6.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO MÉTODO DO TRIÂNGULO

Com o intuito de ter uma melhor compreensão do método do triângulo, foi realizada uma análise de sensibilidade para os dois anos. Para isso foram alterados alguns parâmetros na aplicação do método, de forma a perceber como iam influenciar o seu resultado final. Foram realizados dois novos casos para ambos os anos, em que em cada caso se alterou um parâmetro.

6.3.1 Caso 1

No primeiro caso alterou-se o parâmetro em que se considerava que os caudais indiretamente influenciados pela chuva são aqueles que se verificam nos n dias subsequentes após precipitação. Este parâmetro foi alterado de 7 dias para 2 dias obtendo-se os seguintes resultados:

Tabela 6.6 Tabela de resultados – Caso 1

| | Caso Original | | Caso 1 | |
|---|---------------|--------|--------|--------|
| | 2013 | 2014 | 2013 | 2014 |
| Número de dias do período considerado | 315 | 365 | 315 | 365 |
| Número de dias não influenciados pela precipitação | 106 | 94 | 173 | 180 |
| Número de dias não influenciados pela precipitação em relação ao número de dias do período | 33,65% | 25,75% | 54,92% | 49,32% |
| Caudal Máximo Diário (m³/dia) | 2128 | 2225 | 2128 | 2225 |
| Caudal Mínimo Diário (m³/dia) | 354 | 454 | 354 | 454 |
| Caudal Médio Diário (m³/dia) | 660,02 | 920,56 | 660,02 | 920,56 |
| Número de dias em tempo "seco" | 98 | 35 | 129 | 71 |
| Caudal médio diário de origem doméstica (m³/dia) | 475,50 | 592,35 | 471,37 | 588,00 |
| Caudal médio diário de origem doméstica em relação ao máximo registado | 22,34% | 26,62% | 22,15% | 26,43% |

Com esta alteração torna-se claro que o número de dias não influenciados pela precipitação aumentou bastante, pois ao reduzir o número de dias subsequentes após a precipitação, o número de dias de caudais indiretamente influenciados pela precipitação vai ser menor, o número de dias de caudais sem influência da precipitação aumenta e o número de dias de caudais diretamente influenciados pela precipitação não sofrem qualquer alteração. O caudal médio diário de origem doméstica não sofre uma alteração muito significativa, pois as amostras sofreram poucas alterações nos dias que são considerados de “tempo seco”.

Com estes novos resultados é possível obter os seguintes diagramas para poder quantificar novamente as AI diretas e indiretas.

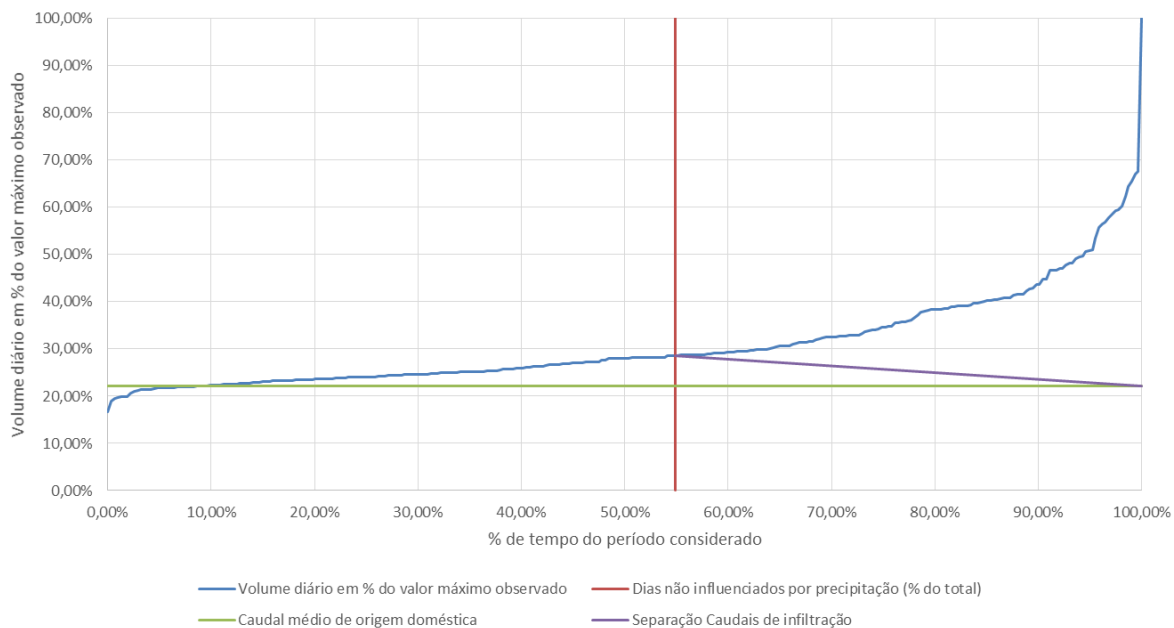


Figura 6.5 Diagrama de aplicação do método do triângulo 2013 – Caso 1

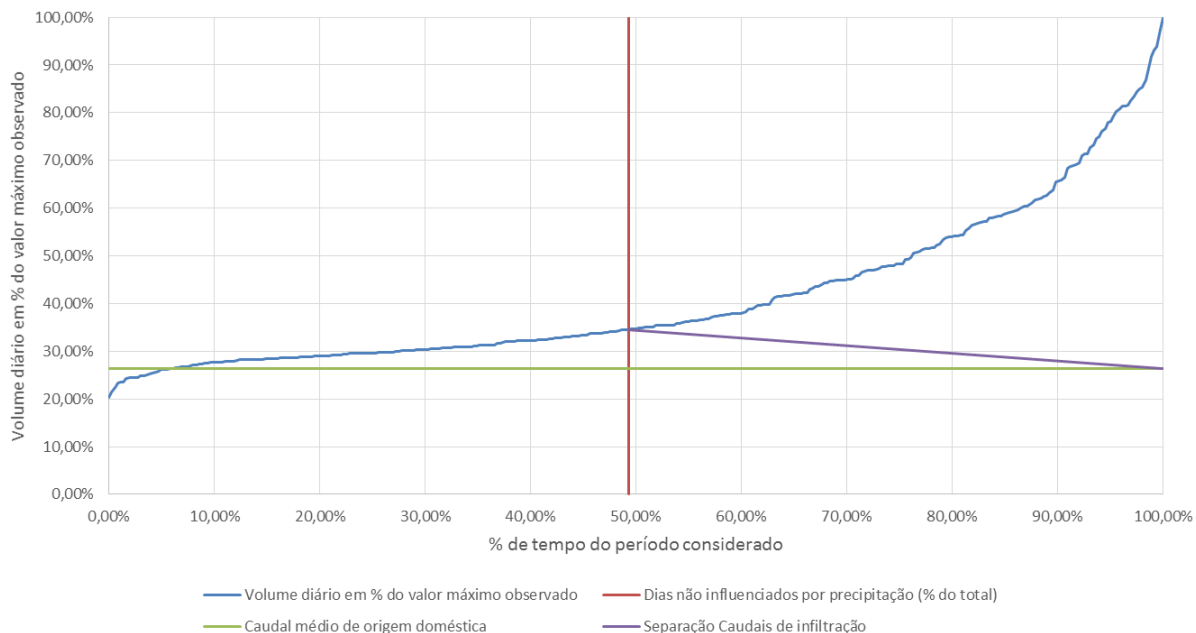


Figura 6.6 Diagrama de aplicação do método do triângulo 2014 – Caso 1

A partir destes gráficos e novamente com o auxílio de um programa de desenho automático foi possível calcular as áreas correspondentes à origem doméstica, infiltração e escoamento superficial e comparar com o caso original. Obteve-se assim os resultados da Tabela 6.7.

Tabela 6.7 Tabela de resultados das áreas – Caso 1

| Ano | Total (m ³) | Volume | | | | | | |
|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------|------------------------|---|--------|--------|
| | | Origem doméstica | | Excedente | | | Total | |
| | | Total (m ³) | % do volume total | Infiltração | Escoamento superficial | Acréscimo percentual sobre o efluente doméstico | | |
| 2013 | 207906 | 148682,96 | 71,51% | 8527,29 | 5,74% | 50695,76 | 34,10% | 28,49% |
| 2014 | 336005 | 214459,49 | 63,83% | 12633,05 | 5,89% | 108912,46 | 50,78% | 36,17% |
| 2013 (Caso 1) | 207906 | 148069,40 | 71,22% | 19006,03 | 12,84% | 40830,58 | 27,58% | 28,78% |
| 2014 (Caso 1) | 336005 | 212915,58 | 63,37% | 30839,61 | 14,48% | 92249,80 | 43,33% | 36,63% |

Analisando os dois casos, verifica-se que a área correspondente ao escoamento superficial é na mesma superior à área associada à componente de infiltração, podendo-se continuar a afirmar que o escoamento superficial tem um impacto elevado para a existência de AI na rede. Em termos quantitativos o volume correspondente a caudais excedentes por infiltração para 2013 representa 19.006,03 m³, cerca de 9,14 %, e para 2014 representa 30.839,61 m³, cerca de 9,18%, do volume total bombeado pela EE. O volume correspondente a caudais excedentes por escoamento superficial para 2013 representa 40.830,58 m³, cerca de 19,64 %, e para 2014 representa 92.249,80 m³ do volume total bombeado pela EE. Isto resulta num total de 59.836,60 m³, cerca de 28,78 % para 2013 e 123.089,42 m³, cerca de 36,63 % para 2014 de caudais excedentes na rede.

Para ambos os casos obtêm-se praticamente os mesmos resultados para os volumes de origem doméstica e excedentes. A maior diferença está na quantificação da componente de infiltração e de escoamento superficial, em que houve um aumento na componente de infiltração e uma redução na componente de escoamento superficial. Isto deve-se ao facto de o número de dias influenciados pela precipitação ter diminuído, o que fez com que a linha vertical dos dias influenciados pela precipitação no diagrama se movesse mais para a direita, aumentando assim a área da componente de infiltração

6.3.2 Caso 2

No segundo caso alterou-se o parâmetro em que se considera que houve precipitação. Este valor foi alterado de 4mm/dia para 2mm/dia, obtendo assim os seguintes resultados:

Tabela 6.8 Tabela de resultados – Caso 2

| | Caso Original | | Caso 2 | |
|---|---------------|--------|--------|--------|
| | 2013 | 2014 | 2013 | 2014 |
| Número de dias do período considerado | 315 | 365 | 315 | 365 |
| Número de dias não influenciados pela precipitação | 106 | 94 | 98 | 71 |
| Número de dias não influenciados pela precipitação em relação ao número de dias do período | 33,65% | 25,75% | 31,11% | 19,45% |
| Caudal Máximo Diário (m³/dia) | 2128 | 2225 | 2128 | 2225 |
| Caudal Mínimo Diário (m³/dia) | 354 | 454 | 354 | 454 |
| Caudal Médio Diário (m³/dia) | 660,02 | 920,56 | 6600,2 | 920,56 |
| Número de dias em tempo "seco" | 98 | 35 | 86 | 15 |
| Caudal médio diário de origem doméstica (m³/dia) | 475,50 | 592,35 | 471,97 | 471,97 |
| Caudal médio diário de origem doméstica em relação ao máximo registado | 22,34% | 26,62% | 22,18% | 21,21% |

Com estes resultados é possível obter os seguintes diagramas para poder quantificar novamente as AI diretas e indiretas.

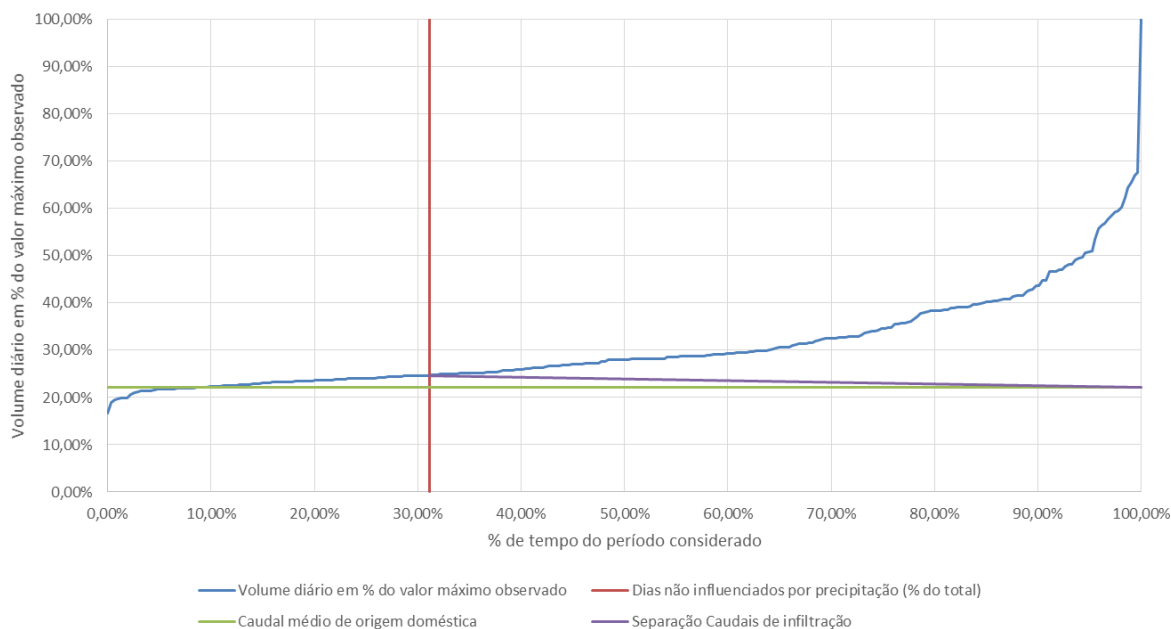


Figura 6.7 Diagrama de aplicação do método do triângulo 2013 – Caso 2

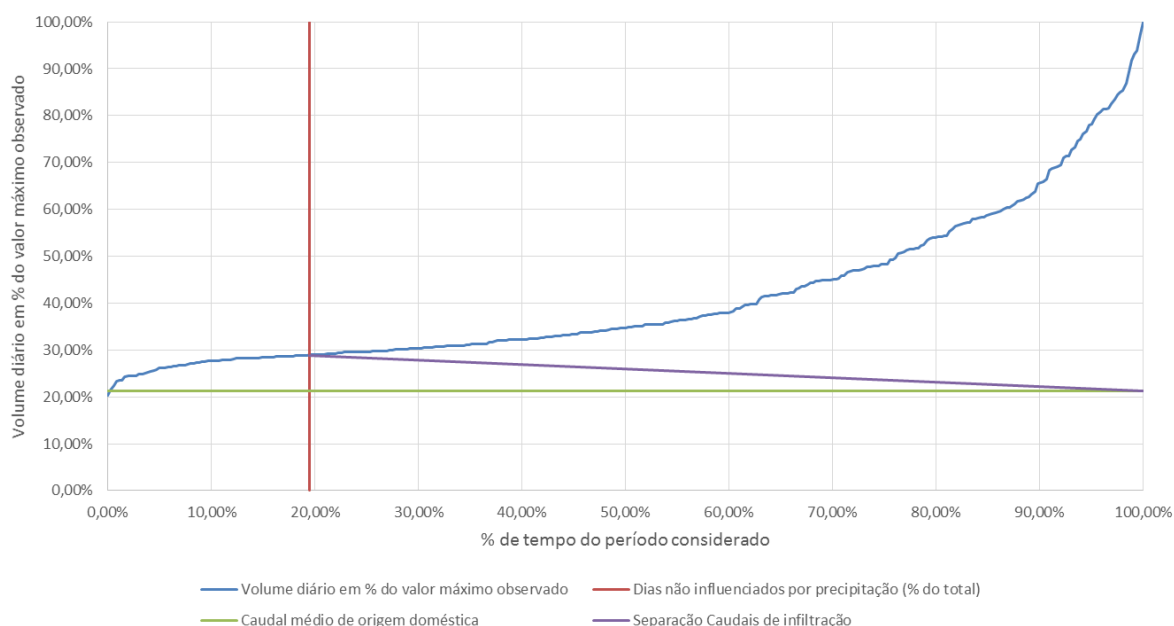


Figura 6.8 Diagrama de aplicação do método do triângulo 2014 – Caso 2

A partir destes gráficos e novamente com o auxílio de um programa de desenho automático é possível calcular as áreas correspondentes à origem doméstica, infiltração e escoamento superficial e comparar com o caso original. Obtêm-se assim os seguintes resultados na Tabela 6.9.

Tabela 6.9 Tabela de resultados das áreas – Caso 2

| Ano | Total (m3) | Volume | | | | | | |
|---------------|-------------------|------------------|---|-------------|---|-------------------|--------|--------|
| | | Origem doméstica | | Excedente | | | Total | |
| | | Total (m3) | % do volume total | Infiltração | Escoamento superficial | Total | | |
| Total (m3) | % do volume total | Total (m3) | Acréscimo percentual sobre o efluente doméstico | Total (m3) | Acréscimo percentual sobre o efluente doméstico | % do volume total | | |
| 2013 | 207906 | 148682,96 | 71,51% | 8527,29 | 5,74% | 50695,76 | 34,10% | 28,49% |
| 2014 | 336005 | 214459,49 | 63,83% | 12633,05 | 5,89% | 108912,46 | 50,78% | 36,17% |
| 2013 (Caso 2) | 207906 | 148437,10 | 71,40% | 8109,90 | 5,46% | 51359,00 | 34,60% | 28,60% |
| 2014 (Caso 2) | 336005 | 172390,78 | 51,31% | 34211,48 | 19,85% | 129402,74 | 75,06% | 48,69% |

Da análise destas tabelas e diagramas é possível perceber que para o ano de 2013 não houve uma alteração muito significativa nos resultados comparando com o caso original, verificando que os resultados dos volumes de origem doméstica e excedentes são também idênticos. O mesmo não pode ser afirmado no caso de 2014 pois existe uma diferença considerável.

Como nesse ano existiu uma precipitação elevada, ao baixar o parâmetro vai existir uma redução significativa no número dias não influenciados pela precipitação. Como esse número de dias foi reduzido, o número de amostras para a definição do período seco para o cálculo do caudal médio diário de origem doméstica também vai ser menor. Neste caso o número de amostras foi tão reduzido, que só existia um período que satisfazia todas as condições que vai de 4 a 18 de Maio, em que o caudal médio diário de origem doméstica é de 777,73 m³/dia. Com este caudal tão elevado deixa de ser possível aplicar o método do triângulo pois no diagrama a linha do caudal médio diário de origem doméstica (verde) vai estar acima do ponto de interceção da linha do caudal diário (azul) com a dos dias influenciados não influenciados pela precipitação (vermelho). Quando nos deparamos com este problema é aconselhado utilizar o caudal médio diário de origem doméstica do ano anterior, daí os valores desse caudal nos dois anos serem iguais.

No entanto ao utilizar o caudal do ano anterior, foi contabilizado que os volumes de origem doméstica e excedentes são praticamente 50% cada um, o que leva a concluir que não é viável a utilização do valor de 2mm/dia para definir a influência da precipitação neste local.

Com esta análise de sensibilidade, concluiu-se que o parâmetro analisado neste caso não tem grande influência. O parâmetro que tem uma maior influência na alteração de resultados é a determinação do caudal de origem doméstica.

6.4 TESTES DE FUMO REALIZADOS

Com os resultados obtidos chega-se à conclusão que esta rede é fortemente influenciada por AI, mais concretamente por afluições diretas. O próximo passo passará por identificar os pontos onde estão a ocorrer essas AI de forma a poder elimina-los, e para isso a IF optou por recorrer à realização de testes de fumo. Por motivos de prioridade, não foi possível a IF realizar os testes de fumo para a rede em estudo. No entanto estavam a ser realizados estes testes na rede de saneamento da ZMC25 - Arrifana Centro, o que permitiu assistir à realização destes no campo. Os testes de fumo foram realizados pela empresa Aqualongo, sendo o seu procedimento igual ao descrito no ponto 4.2.2 desta dissertação, utilizando um balão insuflável para isolar a secção do coletor.

Do que se assistiu, verificou-se que realmente a realização dos testes de fumo é bastante rápida e eficaz, pois a montagem e desmontagem do equipamento é muito simples, e os resultados das ligações indevidas à rede são bastante visíveis e fáceis de identificar. Estas são posteriormente identificadas e apresentadas à IF num relatório. De seguida são apresentadas algumas fotos dos testes de fumo realizados, existindo em anexos mais e com melhor resolução.



Figura 6.9 Balão insuflável



Figura 6.10 Máquina de Fumo e Bomba de pressão de Ar



Figura 6.11 Fumo saliente numa sarjeta



Figura 6.12 Fumo saliente numa sarjeta

7 CONCLUSÃO

7.1 SÍNTESE E CONCLUSÕES

As aflúências indevidas ainda são um tema pouco desenvolvido a um nível global, no entanto a sua eliminação deveria de ser um fator prioritário para as entidades gestoras de águas residuais. Embora a sua eliminação acarrete custos para as empresas, estes são proveitosos e colmatados, pois permitem uma redução significativa do custo associado ao tratamento e um aumento da eficácia e eficiência no sistema de águas residuais. Os efeitos conhecidos assim como os custos associados à existência destes caudais são razões suficientes para dar continuidade à investigação desta matéria.

A realização deste estágio foi muito importante pois permitiu adquirir uma maior experiência tanto a nível empresarial pela forma como se trabalhou, lidando com vários intervenientes em várias reuniões, e também pela experiência e novos conhecimentos que se adquiriu por desenvolver o estudo de um caso prático. De salientar o bom ambiente de equipa que se verificou, entre os vários colaboradores que permitiu uma realização do trabalho prático mais fácil.

Este estudo possibilitou a análise e desenvolvimento do método do triângulo, construindo para esse efeito uma tabela de cálculo automático. Esta tabela poderá ser utilizada mais tarde pela empresa para quantificar e analisar as AI noutras redes e também ajudar à continuação do desenvolvimento do tema, não esquecendo que a qualidade dos dados obtidos vão estar diretamente ligados à monitorização implementada e à fiabilidade dos equipamentos de medição utilizados.

Existiu uma dificuldade em realizar o método do triângulo por não existir uma bibliografia completa, que explicasse todos os parâmetros que deveriam ser adotados, daí a realização deste trabalho ter uma descrição mais pormenorizada e fácil de compreender, para posteriormente no futuro poder ser utilizada por outros intervenientes / entidades para a realização de novos estudos.

Na análise de sensibilidade do método do triângulo, verificou-se que os parâmetros analisados não tiveram muita influência na determinação do caudal médio de origem doméstica, o que poderá levar à realização de uma análise mais aprofundada a este método. Outro facto importante é que os dados

utilizados são dados de bombagem, o que limitou a medição do caudal pois estamos sempre limitados ao valor máximo de bombagem da EE.

Neste caso prático seria necessário uma duração do trabalho de 1 ano, pois assim poderia não só ter-se realizado a quantificação de AI na bacia da EESv1 mas também se poderia ter aplicado não só os testes de fumo na rede em estudo, mas também inspeções visuais com recurso CCTV para identificar as fontes de infiltração. Posteriormente ter-se-iam tomado medidas de eliminação destas fontes de infiltração e analisado o seu impacto na rede ao longo do tempo.

Para finalizar, embora esta temática detenha um carácter complexo e difícil de gerir, este trabalho contribuiu positivamente para a continuação de resolução das AI em redes de saneamento e um excelente culminar da minha formação superior.

7.2 PROPOSTAS DE TRABALHO FUTURO

Para propostas de trabalhos futuros, o estudo das afluências indevidas em sistemas de saneamento de águas residuais passa pelo desenvolvimento de meios capazes de eliminar ou controlar a afluência dos caudais excedentes a redes separativas domésticas e medição fiável dos caudais. Também seria importante desenvolver métodos de localização, de maneira a criar um método mais eficaz e económico que os testes de fumo.

Sobre o método do triângulo, devia-se consolidar melhor o modelo, estudar melhor o cálculo médio de origem doméstica, pois foi o que relevou uma maior dificuldade a obter. Também aplica-lo a outras bacias, inclusivamente de outros concelhos, tendo em atenção a verificação da necessidade de alteração de parâmetros conforme a região, e analisar os resultados obtidos com outras redes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AdP (2015), Acedido em Março de 2015 disponível em <http://www.adp.pt>.
- ALMEIDA, S; MONTEIRO, P. (2005); Incidência de caudais de águas pluviais em redes de drenagem de águas residuais, Porto.
- AMORIM, Hélder – Afluências indevidas aos sistemas de drenagem de águas residuais. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2007.
- ASCE (2009). Existing Sewer Evaluation and Rehabilitation - Manuals and Reports on Engineering Practice No. 62.
- BELHADJ, Naoufel - Variations par temps de pluie des debits dans les reseaux d'eaux usees de type separatif: identification des composantes et modelisation des infiltrations. Dissertação de Douturamento, Ecole Nationale des Ponts et Chaussees, 1994.
- BONITO, António – Infiltrações na rede de drenagem de águas residuais. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia do Porto, 2014.
- BRANDÃO, Joana – Otimização da produção de biogás com recurso a redes neuronais artificiais. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2014.
- CARDOSO, A; ALMEIDA, M; COELHO, S; Avaliação do impacto da infiltração no desempenho de sistemas de drenagem urbana. Lisboa
- COELHO, Inês – Variabilidade de afluências às redes de drenagem de águas residuais. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia do Porto, 2013.
- DE BÉNÉDITTIS, J.; BERTRAND-KRAJEWSKI, J. - Infiltration in sewer systems: comparison of measurement methods. Sewer Processes and Networks IV. Vol. 52. n. º 3 (2004).

- DECRETO REGULAMENTAR Nº 23/95 - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água. Lisboa: Diário da República, 1995.
- DECRETO-LEI Nº 92/2015 –
- ERSAR (2004). Série Guia Técnico Nº2 - Indicadores de desempenho para serviços de águas residuais. Lisboa ISBN 972-99354-3-2.
- ERSAR (2006). Série Guia Técnico Nº9 - Medição de caudal em sistemas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais urbanas. Lisboa.
- ERSAR (2010). Série Guia Técnico Nº17 - Gestão patrimonial de infra-estruturas de águas residuais e pluviais. Lisboa ISBN 978-989-8360-05-2.
- GONÇALVES, Tânia – A Barrinha de Esmoriz como recurso educativo. Dissertação de Mestrado de Biologia para o Ensino, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2006.
- INDAQUA (2015) – Relatório de Contas 2014. Acedido em Maio de 2015, disponível em <http://www.indaqua.pt>.
- Instituto Nacional de Estatística (2015). Acedido em de Julho de 2015 disponível em <http://www.ine.pt>.
- KRACHT, Oliver – Tracer-Based hydrograph separation methods for sewer systems. Dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences, Swiss Federal Institute of Technology Zurich, 2007.
- LOPES, Emerciano – Gestão de pressões em redes de distribuição de água. Dissertação em Mestrado de Engenharia e Gestão da Água, Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Nova de Lisboa, 2013
- RODRIGUES, Vera – Avaliação de Infiltração em Drenagem Urbana Recorrendo a Métodos Convencionais e não Convencionais. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico de Lisboa, 2013.

- RUTSCH, Mandy - Assessment of sewer leakage by means of exfiltration measurements and modelling tests. Dissertação de Douturamento, Fakultät Forst, Geo- und Hydrowissenschaften der Technischen Universität Dresden, 2006
- SCHILPEROORT, Rémy - Natural water isotopes for the quantification of infiltration and inflow in sewer systems. Dissertação em Mestrado em Engenharia Civil, Delft University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, 2004.
- SIMRIA (2015), Acedido em Março de 2015, disponível em <http://www.simria.pt>.

ANEXOS

Gestão de Afluências Indevidas em Redes de Águas Residuais Urbanas

ANEXO I

Tabelas de Dados Utilizados no Método do Triângulo

Ano 2013 e 2014

2013

| Dia da semana | Data | Totalização Caudal (m3/dia) | Precipitação (mm/dia) | Dias seguidos sem chuva | Influência da Precipitação | Caudal Médio por Dia da Semana | Totalização Caudal (m3/dia) | Número de dias (%) | Totalização Caudal (%) |
|---------------|-------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| Terça-feira | 1-jan-2013 | 626 | 0,2 | 1 | Indireta | 672,27 | 354 | 0,00% | 16,64% |
| Quarta-feira | 2-jan-2013 | 629 | 0,2 | 2 | Indireta | 629,60 | 404 | 0,32% | 18,98% |
| Quinta-feira | 3-jan-2013 | 581 | 0 | 3 | Indireta | 662,37 | 417 | 0,64% | 19,60% |
| Sexta-feira | 4-jan-2013 | 579 | 0 | 4 | Indireta | 700,47 | 419 | 0,96% | 19,69% |
| Sábado | 5-jan-2013 | 597 | 0 | 5 | Indireta | 681,84 | 423 | 1,27% | 19,88% |
| Domingo | 6-jan-2013 | 535 | 0 | 6 | Indireta | 618,96 | 424 | 1,59% | 19,92% |
| Segunda-feira | 7-jan-2013 | 534 | 0 | 7 | Indireta | 654,64 | 424 | 1,91% | 19,92% |
| Terça-feira | 8-jan-2013 | 505 | 0 | 8 | Sem Precipitação | 672,27 | 438 | 2,23% | 20,58% |
| Quarta-feira | 9-jan-2013 | 638 | 9,8 | 0 | Direta | 629,60 | 449 | 2,55% | 21,10% |
| Quinta-feira | 10-jan-2013 | 541 | 0 | 1 | Indireta | 662,37 | 453 | 2,87% | 21,29% |
| Sexta-feira | 11-jan-2013 | 532 | 2,2 | 2 | Indireta | 700,47 | 454 | 3,18% | 21,33% |
| Sábado | 12-jan-2013 | 847 | 15,8 | 0 | Direta | 681,84 | 454 | 3,50% | 21,33% |
| Domingo | 13-jan-2013 | 736 | 8,6 | 0 | Direta | 618,96 | 455 | 3,82% | 21,38% |
| Segunda-feira | 14-jan-2013 | 552 | 0 | 1 | Indireta | 654,64 | 455 | 4,14% | 21,38% |
| Terça-feira | 15-jan-2013 | 519 | 0,4 | 2 | Indireta | 672,27 | 461 | 4,46% | 21,66% |
| Quarta-feira | 16-jan-2013 | 844 | 35,8 | 0 | Direta | 629,60 | 462 | 4,78% | 21,71% |
| Quinta-feira | 17-jan-2013 | 720 | 10,8 | 0 | Direta | 662,37 | 462 | 5,10% | 21,71% |
| Sexta-feira | 18-jan-2013 | 864 | 52,8 | 0 | Direta | 700,47 | 463 | 5,41% | 21,76% |
| Sábado | 19-jan-2013 | 858 | 25,2 | 0 | Direta | 681,84 | 464 | 5,73% | 21,80% |
| Domingo | 20-jan-2013 | 870 | 16,2 | 0 | Direta | 618,96 | 464 | 6,05% | 21,80% |
| Segunda-feira | 21-jan-2013 | 902 | 6,2 | 0 | Direta | 654,64 | 465 | 6,37% | 21,85% |
| Terça-feira | 22-jan-2013 | 882 | 16,4 | 0 | Direta | 672,27 | 466 | 6,69% | 21,90% |
| Quarta-feira | 23-jan-2013 | 833 | 19,8 | 0 | Direta | 629,60 | 468 | 7,01% | 21,99% |
| Quinta-feira | 24-jan-2013 | 954 | 4,6 | 0 | Direta | 662,37 | 469 | 7,32% | 22,04% |
| Sexta-feira | 25-jan-2013 | 1025 | 14 | 0 | Direta | 700,47 | 469 | 7,64% | 22,04% |
| Sábado | 26-jan-2013 | 831 | 3,4 | 1 | Indireta | 681,84 | 469 | 7,96% | 22,04% |
| Domingo | 27-jan-2013 | 821 | 30,6 | 0 | Direta | 618,96 | 469 | 8,28% | 22,04% |
| Segunda-feira | 28-jan-2013 | 861 | 0 | 1 | Indireta | 654,64 | 471 | 8,60% | 22,13% |
| Terça-feira | 29-jan-2013 | 831 | 0 | 2 | Indireta | 672,27 | 472 | 8,92% | 22,18% |
| Quarta-feira | 30-jan-2013 | 817 | 0 | 3 | Indireta | 629,60 | 472 | 9,24% | 22,18% |
| Quinta-feira | 31-jan-2013 | 770 | 0 | 4 | Indireta | 662,37 | 473 | 9,55% | 22,23% |
| Sexta-feira | 1-fev-2013 | 817 | 11,4 | 0 | Direta | 700,47 | 474 | 9,87% | 22,27% |
| Sábado | 2-fev-2013 | 810 | 0 | 1 | Indireta | 681,84 | 474 | 10,19% | 22,27% |
| Domingo | 3-fev-2013 | 741 | 0 | 2 | Indireta | 618,96 | 476 | 10,51% | 22,37% |
| Segunda-feira | 4-fev-2013 | 727 | 0 | 3 | Indireta | 654,64 | 477 | 10,83% | 22,42% |
| Terça-feira | 5-fev-2013 | 707 | 0,2 | 4 | Indireta | 672,27 | 479 | 11,15% | 22,51% |
| Quarta-feira | 6-fev-2013 | 725 | 1,4 | 5 | Indireta | 629,60 | 479 | 11,46% | 22,51% |
| Quinta-feira | 7-fev-2013 | 684 | 0 | 6 | Indireta | 662,37 | 479 | 11,78% | 22,51% |
| Sexta-feira | 8-fev-2013 | 695 | 0,2 | 7 | Indireta | 700,47 | 481 | 12,10% | 22,60% |
| Sábado | 9-fev-2013 | 670 | 0 | 8 | Sem Precipitação | 681,84 | 481 | 12,42% | 22,60% |
| Domingo | 10-fev-2013 | 696 | 20 | 0 | Direta | 618,96 | 485 | 12,74% | 22,79% |
| Segunda-feira | 11-fev-2013 | 856 | 10,6 | 0 | Direta | 654,64 | 485 | 13,06% | 22,79% |
| Terça-feira | 12-fev-2013 | 694 | 2,4 | 1 | Indireta | 672,27 | 485 | 13,38% | 22,79% |
| Quarta-feira | 13-fev-2013 | 701 | 0,6 | 2 | Indireta | 629,60 | 485 | 13,69% | 22,79% |
| Quinta-feira | 14-fev-2013 | 693 | 0 | 3 | Indireta | 662,37 | 486 | 14,01% | 22,84% |
| Sexta-feira | 15-fev-2013 | 688 | 0 | 4 | Indireta | 700,47 | 486 | 14,33% | 22,84% |
| Sábado | 16-fev-2013 | 670 | 0 | 5 | Indireta | 681,84 | 489 | 14,65% | 22,98% |
| Domingo | 17-fev-2013 | 812 | 10,4 | 0 | Direta | 618,96 | 492 | 14,97% | 23,12% |
| Segunda-feira | 18-fev-2013 | 692 | 2,2 | 1 | Indireta | 654,64 | 492 | 15,29% | 23,12% |
| Terça-feira | 19-fev-2013 | 665 | 3,4 | 2 | Indireta | 672,27 | 493 | 15,61% | 23,17% |
| Quarta-feira | 20-fev-2013 | 613 | 0 | 3 | Indireta | 629,60 | 494 | 15,92% | 23,21% |
| Quinta-feira | 21-fev-2013 | 834 | 10,8 | 0 | Direta | 662,37 | 494 | 16,24% | 23,21% |
| Sexta-feira | 22-fev-2013 | 994 | 15,4 | 0 | Direta | 700,47 | 495 | 16,56% | 23,26% |
| Sábado | 23-fev-2013 | 762 | 1,4 | 1 | Indireta | 681,84 | 495 | 16,88% | 23,26% |
| Domingo | 24-fev-2013 | 642 | 0 | 2 | Indireta | 618,96 | 495 | 17,20% | 23,26% |
| Segunda-feira | 25-fev-2013 | 621 | 0 | 3 | Indireta | 654,64 | 496 | 17,52% | 23,31% |
| Terça-feira | 26-fev-2013 | 629 | 0 | 4 | Indireta | 672,27 | 497 | 17,83% | 23,36% |

| Dia da semana | Data | Totalização Caudal (m3/dia) | Precipitação (mm/dia) | Dias seguidos sem chuva | Influência da Precipitação | Caudal Médio por Dia da Semana | Totalização Caudal (m3/dia) | Número de dias (%) | Totalização Caudal (%) |
|---------------|-------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| Quarta-feira | 27-fev-2013 | 619 | 0 | 5 | Indireta | 629,60 | 498 | 18,15% | 23,40% |
| Quinta-feira | 28-fev-2013 | 600 | 0 | 6 | Indireta | 662,37 | 498 | 18,47% | 23,40% |
| Sexta-feira | 1-mar-2013 | 601 | 0 | 7 | Indireta | 700,47 | 498 | 18,79% | 23,40% |
| Sábado | 2-mar-2013 | 610 | 0 | 8 | Sem Precipitação | 681,84 | 499 | 19,11% | 23,45% |
| Domingo | 3-mar-2013 | 558 | 0 | 9 | Sem Precipitação | 618,96 | 499 | 19,43% | 23,45% |
| Segunda-feira | 4-mar-2013 | 525 | 0,2 | 10 | Sem Precipitação | 654,64 | 500 | 19,75% | 23,50% |
| Terça-feira | 5-mar-2013 | 595 | 1,6 | 11 | Sem Precipitação | 672,27 | 502 | 20,06% | 23,59% |
| Quarta-feira | 6-mar-2013 | 613 | 4,4 | 0 | Direta | 629,60 | 502 | 20,38% | 23,59% |
| Quinta-feira | 7-mar-2013 | 758 | 11,2 | 0 | Direta | 662,37 | 502 | 20,70% | 23,59% |
| Sexta-feira | 8-mar-2013 | 671 | 7,2 | 0 | Direta | 700,47 | 503 | 21,02% | 23,64% |
| Sábado | 9-mar-2013 | 614 | 3,6 | 1 | Indireta | 681,84 | 503 | 21,34% | 23,64% |
| Domingo | 10-mar-2013 | 546 | 9 | 0 | Direta | 618,96 | 505 | 21,66% | 23,73% |
| Segunda-feira | 11-mar-2013 | 569 | 7,8 | 0 | Direta | 654,64 | 507 | 21,97% | 23,83% |
| Terça-feira | 12-mar-2013 | 635 | 7,8 | 0 | Direta | 672,27 | 508 | 22,29% | 23,87% |
| Quarta-feira | 13-mar-2013 | 553 | 0 | 1 | Indireta | 629,60 | 508 | 22,61% | 23,87% |
| Quinta-feira | 14-mar-2013 | 589 | 0 | 2 | Indireta | 662,37 | 508 | 22,93% | 23,87% |
| Sexta-feira | 15-mar-2013 | 617 | 0 | 3 | Indireta | 700,47 | 510 | 23,25% | 23,97% |
| Sábado | 16-mar-2013 | 884 | 9,6 | 0 | Direta | 681,84 | 511 | 23,57% | 24,01% |
| Domingo | 17-mar-2013 | 1058 | 12,8 | 0 | Direta | 618,96 | 511 | 23,89% | 24,01% |
| Segunda-feira | 18-mar-2013 | 633 | 0,4 | 1 | Indireta | 654,64 | 511 | 24,20% | 24,01% |
| Terça-feira | 19-mar-2013 | 651 | 0 | 2 | Indireta | 672,27 | 511 | 24,52% | 24,01% |
| Quarta-feira | 20-mar-2013 | 596 | 0,6 | 3 | Indireta | 629,60 | 512 | 24,84% | 24,06% |
| Quinta-feira | 21-mar-2013 | 692 | 0,8 | 4 | Indireta | 662,37 | 512 | 25,16% | 24,06% |
| Sexta-feira | 22-mar-2013 | 715 | 12,6 | 0 | Direta | 700,47 | 513 | 25,48% | 24,11% |
| Sábado | 23-mar-2013 | 830 | 8,6 | 0 | Direta | 681,84 | 513 | 25,80% | 24,11% |
| Domingo | 24-mar-2013 | 1087 | 22 | 0 | Direta | 618,96 | 516 | 26,11% | 24,25% |
| Segunda-feira | 25-mar-2013 | 1326 | 35,8 | 0 | Direta | 654,64 | 516 | 26,43% | 24,25% |
| Terça-feira | 26-mar-2013 | 1441 | 24 | 0 | Direta | 672,27 | 516 | 26,75% | 24,25% |
| Quarta-feira | 27-mar-2013 | 1054 | 5,6 | 0 | Direta | 629,60 | 519 | 27,07% | 24,39% |
| Quinta-feira | 28-mar-2013 | 1266 | 28,6 | 0 | Direta | 662,37 | 519 | 27,39% | 24,39% |
| Sexta-feira | 29-mar-2013 | 2128 | 49,8 | 0 | Direta | 700,47 | 519 | 27,71% | 24,39% |
| Sábado | 30-mar-2013 | 1283 | 0,2 | 1 | Indireta | 681,84 | 520 | 28,03% | 24,44% |
| Domingo | 31-mar-2013 | 1263 | 13,4 | 0 | Direta | 618,96 | 521 | 28,34% | 24,48% |
| Segunda-feira | 1-abr-2013 | 1204 | 4,8 | 0 | Direta | 654,64 | 522 | 28,66% | 24,53% |
| Terça-feira | 2-abr-2013 | 1229 | 5 | 0 | Direta | 672,27 | 522 | 28,98% | 24,53% |
| Quarta-feira | 3-abr-2013 | 1136 | 8,4 | 0 | Direta | 629,60 | 523 | 29,30% | 24,58% |
| Quinta-feira | 4-abr-2013 | 1248 | 16,2 | 0 | Direta | 662,37 | 523 | 29,62% | 24,58% |
| Sexta-feira | 5-abr-2013 | 1045 | 0 | 1 | Indireta | 700,47 | 524 | 29,94% | 24,62% |
| Sábado | 6-abr-2013 | 1002 | 0 | 2 | Indireta | 681,84 | 525 | 30,25% | 24,67% |
| Domingo | 7-abr-2013 | 1018 | 4,4 | 0 | Direta | 618,96 | 525 | 30,57% | 24,67% |
| Segunda-feira | 8-abr-2013 | 910 | 0,4 | 1 | Indireta | 654,64 | 525 | 30,89% | 24,67% |
| Terça-feira | 9-abr-2013 | 884 | 1,8 | 2 | Indireta | 672,27 | 526 | 31,21% | 24,72% |
| Quarta-feira | 10-abr-2013 | 870 | 2,2 | 3 | Indireta | 629,60 | 527 | 31,53% | 24,77% |
| Quinta-feira | 11-abr-2013 | 1208,5 | 35,2 | 0 | Direta | 662,37 | 529 | 31,85% | 24,86% |
| Sexta-feira | 12-abr-2013 | 995 | 0,2 | 1 | Indireta | 700,47 | 530 | 32,17% | 24,91% |
| Sábado | 13-abr-2013 | 1002 | 0,2 | 2 | Indireta | 681,84 | 532 | 32,48% | 25,00% |
| Domingo | 14-abr-2013 | 870 | 0 | 3 | Indireta | 618,96 | 532 | 32,80% | 25,00% |
| Segunda-feira | 15-abr-2013 | 853 | 1,6 | 4 | Indireta | 654,64 | 532 | 33,12% | 25,00% |
| Terça-feira | 16-abr-2013 | 818 | 0 | 5 | Indireta | 672,27 | 533 | 33,44% | 25,05% |
| Quarta-feira | 17-abr-2013 | 819 | 0,2 | 6 | Indireta | 629,60 | 533 | 33,76% | 25,05% |
| Quinta-feira | 18-abr-2013 | 791 | 0 | 7 | Indireta | 662,37 | 534 | 34,08% | 25,09% |
| Sexta-feira | 19-abr-2013 | 779 | 0 | 8 | Sem Precipitação | 700,47 | 534 | 34,39% | 25,09% |
| Sábado | 20-abr-2013 | 766 | 0 | 9 | Sem Precipitação | 681,84 | 534 | 34,71% | 25,09% |
| Domingo | 21-abr-2013 | 652 | 0 | 10 | Sem Precipitação | 618,96 | 534 | 35,03% | 25,09% |
| Segunda-feira | 22-abr-2013 | 644 | 0 | 11 | Sem Precipitação | 654,64 | 535 | 35,35% | 25,14% |
| Terça-feira | 23-abr-2013 | 654 | 0 | 12 | Sem Precipitação | 672,27 | 536 | 35,67% | 25,19% |
| Quarta-feira | 24-abr-2013 | 622 | 0 | 13 | Sem Precipitação | 629,60 | 536 | 35,99% | 25,19% |
| Quinta-feira | 25-abr-2013 | 632 | 0 | 14 | Sem Precipitação | 662,37 | 537 | 36,31% | 25,23% |
| Sexta-feira | 26-abr-2013 | 621 | 0 | 15 | Sem Precipitação | 700,47 | 539 | 36,62% | 25,33% |

| Dia da semana | Data | Totalização Caudal (m3/dia) | Precipitação (mm/dia) | Dias seguidos sem chuva | Influência da Precipitação | Caudal Médio por Dia da Semana | Totalização Caudal (m3/dia) | Número de dias (%) | Totalização Caudal (%) |
|---------------|-------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| Sábado | 27-abr-2013 | 611 | 0 | 16 | Sem Precipitação | 681,84 | 540 | 36,94% | 25,38% |
| Domingo | 28-abr-2013 | 560 | 0 | 17 | Sem Precipitação | 618,96 | 541 | 37,26% | 25,42% |
| Segunda-feira | 29-abr-2013 | 570 | 0 | 18 | Sem Precipitação | 654,64 | 541 | 37,58% | 25,42% |
| Terça-feira | 30-abr-2013 | 574 | 3,2 | 19 | Sem Precipitação | 672,27 | 542 | 37,90% | 25,47% |
| Quarta-feira | 1-mai-2013 | 594 | 0 | 20 | Sem Precipitação | 629,60 | 546 | 38,22% | 25,66% |
| Quinta-feira | 2-mai-2013 | 578 | 0 | 21 | Sem Precipitação | 662,37 | 546 | 38,54% | 25,66% |
| Sexta-feira | 3-mai-2013 | 600 | 0 | 22 | Sem Precipitação | 700,47 | 547 | 38,85% | 25,70% |
| Sábado | 4-mai-2013 | 629 | 0 | 23 | Sem Precipitação | 681,84 | 549 | 39,17% | 25,80% |
| Domingo | 5-mai-2013 | 516 | 0 | 24 | Sem Precipitação | 618,96 | 552 | 39,49% | 25,94% |
| Segunda-feira | 6-mai-2013 | 594 | 4,8 | 0 | Direta | 654,64 | 552 | 39,81% | 25,94% |
| Terça-feira | 7-mai-2013 | 650 | 4,2 | 0 | Direta | 672,27 | 553 | 40,13% | 25,99% |
| Quarta-feira | 8-mai-2013 | 607 | 2,6 | 1 | Indireta | 629,60 | 556 | 40,45% | 26,13% |
| Quinta-feira | 9-mai-2013 | 700 | 5,6 | 0 | Direta | 662,37 | 557 | 40,76% | 26,17% |
| Sexta-feira | 10-mai-2013 | 624 | 0 | 1 | Indireta | 700,47 | 558 | 41,08% | 26,22% |
| Sábado | 11-mai-2013 | 626 | 0 | 2 | Indireta | 681,84 | 559 | 41,40% | 26,27% |
| Domingo | 12-mai-2013 | 577 | 0 | 3 | Indireta | 618,96 | 560 | 41,72% | 26,32% |
| Segunda-feira | 13-mai-2013 | 560 | 0 | 4 | Indireta | 654,64 | 560 | 42,04% | 26,32% |
| Terça-feira | 14-mai-2013 | 595 | 0,2 | 5 | Indireta | 672,27 | 564 | 42,36% | 26,50% |
| Quarta-feira | 15-mai-2013 | 805 | 8,4 | 0 | Direta | 629,60 | 567 | 42,68% | 26,64% |
| Quinta-feira | 16-mai-2013 | 612 | 4,6 | 0 | Direta | 662,37 | 568 | 42,99% | 26,69% |
| Sexta-feira | 17-mai-2013 | 699 | 5,4 | 0 | Direta | 700,47 | 568 | 43,31% | 26,69% |
| Sábado | 18-mai-2013 | 612 | 0,8 | 1 | Indireta | 681,84 | 569 | 43,63% | 26,74% |
| Domingo | 19-mai-2013 | 549 | 1,6 | 2 | Indireta | 618,96 | 570 | 43,95% | 26,79% |
| Segunda-feira | 20-mai-2013 | 541 | 0 | 3 | Indireta | 654,64 | 572 | 44,27% | 26,88% |
| Terça-feira | 21-mai-2013 | 572 | 0 | 4 | Indireta | 672,27 | 572 | 44,59% | 26,88% |
| Quarta-feira | 22-mai-2013 | 599 | 0 | 5 | Indireta | 629,60 | 574 | 44,90% | 26,97% |
| Quinta-feira | 23-mai-2013 | 577 | 0 | 6 | Indireta | 662,37 | 574 | 45,22% | 26,97% |
| Sexta-feira | 24-mai-2013 | 557 | 0 | 7 | Indireta | 700,47 | 577 | 45,54% | 27,11% |
| Sábado | 25-mai-2013 | 600 | 0 | 8 | Sem Precipitação | 681,84 | 577 | 45,86% | 27,11% |
| Domingo | 26-mai-2013 | 495 | 0 | 9 | Sem Precipitação | 618,96 | 578 | 46,18% | 27,16% |
| Segunda-feira | 27-mai-2013 | 511 | 0 | 10 | Sem Precipitação | 654,64 | 579 | 46,50% | 27,21% |
| Terça-feira | 28-mai-2013 | 609 | 5 | 0 | Direta | 672,27 | 579 | 46,82% | 27,21% |
| Quarta-feira | 29-mai-2013 | 667 | 9,2 | 0 | Direta | 629,60 | 580 | 47,13% | 27,26% |
| Quinta-feira | 30-mai-2013 | 542 | 0,2 | 1 | Indireta | 662,37 | 581 | 47,45% | 27,30% |
| Sexta-feira | 31-mai-2013 | 546 | 0 | 2 | Indireta | 700,47 | 589 | 47,77% | 27,68% |
| Sábado | 1-jun-2013 | 559 | 0 | 3 | Indireta | 681,84 | 589 | 48,09% | 27,68% |
| Domingo | 2-jun-2013 | 512 | 0 | 4 | Indireta | 618,96 | 594 | 48,41% | 27,91% |
| Segunda-feira | 3-jun-2013 | 519 | 0 | 5 | Indireta | 654,64 | 594 | 48,73% | 27,91% |
| Terça-feira | 4-jun-2013 | 519 | 0 | 6 | Indireta | 672,27 | 595 | 49,04% | 27,96% |
| Quarta-feira | 5-jun-2013 | 495 | 0 | 7 | Indireta | 629,60 | 595 | 49,36% | 27,96% |
| Quinta-feira | 6-jun-2013 | 498 | 0 | 8 | Sem Precipitação | 662,37 | 596 | 49,68% | 28,01% |
| Sexta-feira | 7-jun-2013 | 496 | 1,8 | 9 | Sem Precipitação | 700,47 | 597 | 50,00% | 28,05% |
| Sábado | 8-jun-2013 | 579 | 6,2 | 0 | Direta | 681,84 | 597 | 50,32% | 28,05% |
| Domingo | 9-jun-2013 | 485 | 3,6 | 1 | Indireta | 618,96 | 599 | 50,64% | 28,15% |
| Segunda-feira | 10-jun-2013 | 485 | 0,2 | 2 | Indireta | 654,64 | 600 | 50,96% | 28,20% |
| Terça-feira | 11-jun-2013 | 493 | 1,6 | 3 | Indireta | 672,27 | 600 | 51,27% | 28,20% |
| Quarta-feira | 12-jun-2013 | 508 | 4,2 | 0 | Direta | 629,60 | 600 | 51,59% | 28,20% |
| Quinta-feira | 13-jun-2013 | 521 | 0 | 1 | Indireta | 662,37 | 600 | 51,91% | 28,20% |
| Sexta-feira | 14-jun-2013 | 536 | 0 | 2 | Indireta | 700,47 | 600 | 52,23% | 28,20% |
| Sábado | 15-jun-2013 | 539 | 0 | 3 | Indireta | 681,84 | 601 | 52,55% | 28,24% |
| Domingo | 16-jun-2013 | 600 | 11,4 | 0 | Direta | 618,96 | 601 | 52,87% | 28,24% |
| Segunda-feira | 17-jun-2013 | 1079 | 28,6 | 0 | Direta | 654,64 | 601 | 53,18% | 28,24% |
| Terça-feira | 18-jun-2013 | 885 | 22 | 0 | Direta | 672,27 | 602 | 53,50% | 28,29% |
| Quarta-feira | 19-jun-2013 | 568 | 0 | 1 | Indireta | 629,60 | 602 | 53,82% | 28,29% |
| Quinta-feira | 20-jun-2013 | 526 | 0 | 2 | Indireta | 662,37 | 607 | 54,14% | 28,52% |
| Sexta-feira | 21-jun-2013 | 568 | 0,2 | 3 | Indireta | 700,47 | 608 | 54,46% | 28,57% |
| Sábado | 22-jun-2013 | 637 | 0 | 4 | Indireta | 681,84 | 609 | 54,78% | 28,62% |
| Domingo | 23-jun-2013 | 497 | 0,2 | 5 | Indireta | 618,96 | 610 | 55,10% | 28,67% |
| Segunda-feira | 24-jun-2013 | 530 | 0 | 6 | Indireta | 654,64 | 611 | 55,41% | 28,71% |

| Dia da semana | Data | Totalização Caudal (m3/dia) | Precipitação (mm/dia) | Dias seguidos sem chuva | Influência da Precipitação | Caudal Médio por Dia da Semana | Totalização Caudal (m3/dia) | Número de dias (%) | Totalização Caudal (%) |
|---------------|-------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| Terça-feira | 25-jun-2013 | 567 | 0 | 7 | Indireta | 672,27 | 611 | 55,73% | 28,71% |
| Quarta-feira | 26-jun-2013 | 536 | 0 | 8 | Sem Precipitação | 629,60 | 612 | 56,05% | 28,76% |
| Quinta-feira | 27-jun-2013 | 537 | 0 | 9 | Sem Precipitação | 662,37 | 612 | 56,37% | 28,76% |
| Sexta-feira | 28-jun-2013 | 574 | 0 | 10 | Sem Precipitação | 700,47 | 612 | 56,69% | 28,76% |
| Sábado | 29-jun-2013 | 534 | 0 | 11 | Sem Precipitação | 681,84 | 613 | 57,01% | 28,81% |
| Domingo | 30-jun-2013 | 479 | 0 | 12 | Sem Precipitação | 618,96 | 613 | 57,32% | 28,81% |
| Segunda-feira | 1-jul-2013 | 498 | 0 | 13 | Sem Precipitação | 654,64 | 614 | 57,64% | 28,85% |
| Terça-feira | 2-jul-2013 | 481 | 0 | 14 | Sem Precipitação | 672,27 | 617 | 57,96% | 28,99% |
| Quarta-feira | 3-jul-2013 | 525 | 0 | 15 | Sem Precipitação | 629,60 | 618 | 58,28% | 29,04% |
| Quinta-feira | 4-jul-2013 | 552 | 0 | 16 | Sem Precipitação | 662,37 | 619 | 58,60% | 29,09% |
| Sexta-feira | 5-jul-2013 | 580 | 0 | 17 | Sem Precipitação | 700,47 | 621 | 58,92% | 29,18% |
| Sábado | 6-jul-2013 | 601 | 0 | 18 | Sem Precipitação | 681,84 | 621 | 59,24% | 29,18% |
| Domingo | 7-jul-2013 | 522 | 0 | 19 | Sem Precipitação | 618,96 | 622 | 59,55% | 29,23% |
| Segunda-feira | 8-jul-2013 | 547 | 0 | 20 | Sem Precipitação | 654,64 | 624 | 59,87% | 29,32% |
| Terça-feira | 9-jul-2013 | 529 | 0 | 21 | Sem Precipitação | 672,27 | 626 | 60,19% | 29,42% |
| Quarta-feira | 10-jul-2013 | 508 | 0 | 22 | Sem Precipitação | 629,60 | 626 | 60,51% | 29,42% |
| Quinta-feira | 11-jul-2013 | 532 | 0 | 23 | Sem Precipitação | 662,37 | 627 | 60,83% | 29,46% |
| Sexta-feira | 12-jul-2013 | 513 | 0 | 24 | Sem Precipitação | 700,47 | 629 | 61,15% | 29,56% |
| Sábado | 13-jul-2013 | 556 | 0 | 25 | Sem Precipitação | 681,84 | 629 | 61,46% | 29,56% |
| Domingo | 14-jul-2013 | 474 | 0 | 26 | Sem Precipitação | 618,96 | 629 | 61,78% | 29,56% |
| Segunda-feira | 15-jul-2013 | 522 | 0 | 27 | Sem Precipitação | 654,64 | 632 | 62,10% | 29,70% |
| Terça-feira | 16-jul-2013 | 534 | 0 | 28 | Sem Precipitação | 672,27 | 633 | 62,42% | 29,75% |
| Quarta-feira | 17-jul-2013 | 523 | 0 | 29 | Sem Precipitação | 629,60 | 635 | 62,74% | 29,84% |
| Quinta-feira | 18-jul-2013 | 564 | 0 | 30 | Sem Precipitação | 662,37 | 637 | 63,06% | 29,93% |
| Sexta-feira | 19-jul-2013 | 527 | 0,2 | 31 | Sem Precipitação | 700,47 | 637 | 63,38% | 29,93% |
| Sábado | 20-jul-2013 | 533 | 0 | 32 | Sem Precipitação | 681,84 | 638 | 63,69% | 29,98% |
| Domingo | 21-jul-2013 | 465 | 0 | 33 | Sem Precipitação | 618,96 | 642 | 64,01% | 30,17% |
| Segunda-feira | 22-jul-2013 | 503 | 0 | 34 | Sem Precipitação | 654,64 | 644 | 64,33% | 30,26% |
| Terça-feira | 23-jul-2013 | 455 | 0 | 35 | Sem Precipitação | 672,27 | 650 | 64,65% | 30,55% |
| Quarta-feira | 24-jul-2013 | 516 | 0 | 36 | Sem Precipitação | 629,60 | 651 | 64,97% | 30,59% |
| Quinta-feira | 25-jul-2013 | 516 | 0 | 37 | Sem Precipitação | 662,37 | 652 | 65,29% | 30,64% |
| Sexta-feira | 26-jul-2013 | 520 | 0 | 38 | Sem Precipitação | 700,47 | 653 | 65,61% | 30,69% |
| Sábado | 27-jul-2013 | 533 | 0,2 | 39 | Sem Precipitação | 681,84 | 654 | 65,92% | 30,73% |
| Domingo | 28-jul-2013 | 700 | 13,4 | 0 | Direta | 618,96 | 660 | 66,24% | 31,02% |
| Segunda-feira | 29-jul-2013 | 492 | 0,2 | 1 | Indireta | 654,64 | 665 | 66,56% | 31,25% |
| Terça-feira | 30-jul-2013 | 512 | 0 | 2 | Indireta | 672,27 | 667 | 66,88% | 31,34% |
| Quarta-feira | 31-jul-2013 | 479 | 0 | 3 | Indireta | 629,60 | 670 | 67,20% | 31,48% |
| Quinta-feira | 1-ago-2013 | 510 | 0 | 4 | Indireta | 662,37 | 670 | 67,52% | 31,48% |
| Sexta-feira | 2-ago-2013 | 492 | 0,4 | 5 | Indireta | 700,47 | 671 | 67,83% | 31,53% |
| Sábado | 3-ago-2013 | 523 | 0 | 6 | Indireta | 681,84 | 673 | 68,15% | 31,63% |
| Domingo | 4-ago-2013 | 463 | 0 | 7 | Indireta | 618,96 | 682 | 68,47% | 32,05% |
| Segunda-feira | 5-ago-2013 | 472 | 0 | 8 | Sem Precipitação | 654,64 | 684 | 68,79% | 32,14% |
| Terça-feira | 6-ago-2013 | 468 | 0 | 9 | Sem Precipitação | 672,27 | 688 | 69,11% | 32,33% |
| Quarta-feira | 7-ago-2013 | 469 | 0,2 | 10 | Sem Precipitação | 629,60 | 692 | 69,43% | 32,52% |
| Quinta-feira | 8-ago-2013 | 511 | 0 | 11 | Sem Precipitação | 662,37 | 692 | 69,75% | 32,52% |
| Sexta-feira | 9-ago-2013 | 524 | 0 | 12 | Sem Precipitação | 700,47 | 693 | 70,06% | 32,57% |
| Sábado | 10-ago-2013 | 503 | 0 | 13 | Sem Precipitação | 681,84 | 694 | 70,38% | 32,61% |
| Domingo | 11-ago-2013 | 455 | 0 | 14 | Sem Precipitação | 618,96 | 695 | 70,70% | 32,66% |
| Segunda-feira | 12-ago-2013 | 466 | 0,2 | 15 | Sem Precipitação | 654,64 | 696 | 71,02% | 32,71% |
| Terça-feira | 13-ago-2013 | 481 | 0 | 16 | Sem Precipitação | 672,27 | 696 | 71,34% | 32,71% |
| Quarta-feira | 14-ago-2013 | 476 | 0 | 17 | Sem Precipitação | 629,60 | 699 | 71,66% | 32,85% |
| Quinta-feira | 15-ago-2013 | 454 | 0 | 18 | Sem Precipitação | 662,37 | 700 | 71,97% | 32,89% |
| Sexta-feira | 16-ago-2013 | 419 | 0,4 | 19 | Sem Precipitação | 700,47 | 700 | 72,29% | 32,89% |
| Sábado | 17-ago-2013 | 404 | 0 | 20 | Sem Precipitação | 681,84 | 701 | 72,61% | 32,94% |
| Domingo | 18-ago-2013 | 354 | 0,2 | 21 | Sem Precipitação | 618,96 | 707 | 72,93% | 33,22% |
| Segunda-feira | 19-ago-2013 | 438 | 0 | 22 | Sem Precipitação | 654,64 | 715 | 73,25% | 33,60% |
| Terça-feira | 20-ago-2013 | 461 | 0 | 23 | Sem Precipitação | 672,27 | 720 | 73,57% | 33,83% |
| Quarta-feira | 21-ago-2013 | 453 | 0 | 24 | Sem Precipitação | 629,60 | 725 | 73,89% | 34,07% |
| Quinta-feira | 22-ago-2013 | 532 | 0 | 25 | Sem Precipitação | 662,37 | 726 | 74,20% | 34,12% |

| Dia da semana | Data | Totalização Caudal (m3/dia) | Precipitação (mm/dia) | Dias seguidos sem chuva | Influência da Precipitação | Caudal Médio por Dia da Semana | Totalização Caudal (m3/dia) | Número de dias (%) | Totalização Caudal (%) |
|---------------|-------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| Sexta-feira | 23-ago-2013 | 489 | 0 | 26 | Sem Precipitação | 700,47 | 727 | 74,52% | 34,16% |
| Sábado | 24-ago-2013 | 471 | 0,2 | 27 | Sem Precipitação | 681,84 | 736 | 74,84% | 34,59% |
| Domingo | 25-ago-2013 | 423 | 0 | 28 | Sem Precipitação | 618,96 | 737 | 75,16% | 34,63% |
| Segunda-feira | 26-ago-2013 | 477 | 0 | 29 | Sem Precipitação | 654,64 | 741 | 75,48% | 34,82% |
| Terça-feira | 27-ago-2013 | 485 | 0 | 30 | Sem Precipitação | 672,27 | 742 | 75,80% | 34,87% |
| Quarta-feira | 28-ago-2013 | 486 | 0 | 31 | Sem Precipitação | 629,60 | 758 | 76,11% | 35,62% |
| Quinta-feira | 29-ago-2013 | 507 | 0 | 32 | Sem Precipitação | 662,37 | 758 | 76,43% | 35,62% |
| Sexta-feira | 30-ago-2013 | 534 | 0 | 33 | Sem Precipitação | 700,47 | 762 | 76,75% | 35,81% |
| Sábado | 31-ago-2013 | 500 | 0 | 34 | Sem Precipitação | 681,84 | 762 | 77,07% | 35,81% |
| Domingo | 1-set-2013 | 449 | 0 | 35 | Sem Precipitação | 618,96 | 766 | 77,39% | 36,00% |
| Segunda-feira | 2-set-2013 | 494 | 0 | 36 | Sem Precipitação | 654,64 | 770 | 77,71% | 36,18% |
| Terça-feira | 3-set-2013 | 502 | 0 | 37 | Sem Precipitação | 672,27 | 779 | 78,03% | 36,61% |
| Quarta-feira | 4-set-2013 | 474 | 0,2 | 38 | Sem Precipitação | 629,60 | 791 | 78,34% | 37,17% |
| Quinta-feira | 5-set-2013 | 682 | 11,8 | 0 | Direta | 662,37 | 805 | 78,66% | 37,83% |
| Sexta-feira | 6-set-2013 | 508 | 0 | 1 | Indireta | 700,47 | 810 | 78,98% | 38,06% |
| Sábado | 7-set-2013 | 495 | 0 | 2 | Indireta | 681,84 | 812 | 79,30% | 38,16% |
| Domingo | 8-set-2013 | 417 | 0 | 3 | Indireta | 618,96 | 816 | 79,62% | 38,35% |
| Segunda-feira | 9-set-2013 | 472 | 0 | 4 | Indireta | 654,64 | 817 | 79,94% | 38,39% |
| Terça-feira | 10-set-2013 | 469 | 0 | 5 | Indireta | 672,27 | 817 | 80,25% | 38,39% |
| Quarta-feira | 11-set-2013 | 462 | 0 | 6 | Indireta | 629,60 | 818 | 80,57% | 38,44% |
| Quinta-feira | 12-set-2013 | 479 | 0 | 7 | Indireta | 662,37 | 819 | 80,89% | 38,49% |
| Sexta-feira | 13-set-2013 | 499 | 0 | 8 | Sem Precipitação | 700,47 | 821 | 81,21% | 38,58% |
| Sábado | 14-set-2013 | 502 | 0 | 9 | Sem Precipitação | 681,84 | 830 | 81,53% | 39,00% |
| Domingo | 15-set-2013 | 424 | 0 | 10 | Sem Precipitação | 618,96 | 830 | 81,85% | 39,00% |
| Segunda-feira | 16-set-2013 | 469 | 0 | 11 | Sem Precipitação | 654,64 | 831 | 82,17% | 39,05% |
| Terça-feira | 17-set-2013 | 454 | 0 | 12 | Sem Precipitação | 672,27 | 831 | 82,48% | 39,05% |
| Quarta-feira | 18-set-2013 | 499 | 0 | 13 | Sem Precipitação | 629,60 | 833 | 82,80% | 39,14% |
| Quinta-feira | 19-set-2013 | 473 | 0 | 14 | Sem Precipitação | 662,37 | 834 | 83,12% | 39,19% |
| Sexta-feira | 20-set-2013 | 511 | 0 | 15 | Sem Precipitação | 700,47 | 835 | 83,44% | 39,24% |
| Sábado | 21-set-2013 | 494 | 0 | 16 | Sem Precipitação | 681,84 | 844 | 83,76% | 39,66% |
| Domingo | 22-set-2013 | 424 | 0 | 17 | Sem Precipitação | 618,96 | 845 | 84,08% | 39,71% |
| Segunda-feira | 23-set-2013 | 462 | 0 | 18 | Sem Precipitação | 654,64 | 847 | 84,39% | 39,80% |
| Terça-feira | 24-set-2013 | 464 | 0 | 19 | Sem Precipitação | 672,27 | 853 | 84,71% | 40,08% |
| Quarta-feira | 25-set-2013 | 513 | 3,8 | 20 | Sem Precipitação | 629,60 | 856 | 85,03% | 40,23% |
| Quinta-feira | 26-set-2013 | 469 | 0 | 21 | Sem Precipitação | 662,37 | 858 | 85,35% | 40,32% |
| Sexta-feira | 27-set-2013 | 1370 | 55,2 | 0 | Direta | 700,47 | 860 | 85,67% | 40,41% |
| Sábado | 28-set-2013 | 1186 | 33,6 | 0 | Direta | 681,84 | 861 | 85,99% | 40,46% |
| Domingo | 29-set-2013 | 600 | 10 | 0 | Direta | 618,96 | 864 | 86,31% | 40,60% |
| Segunda-feira | 30-set-2013 | 860 | 15,4 | 0 | Direta | 654,64 | 870 | 86,62% | 40,88% |
| Terça-feira | 1-out-2013 | 1429 | 47,6 | 0 | Direta | 672,27 | 870 | 86,94% | 40,88% |
| Quarta-feira | 2-out-2013 | 762 | 13 | 0 | Direta | 629,60 | 870 | 87,26% | 40,88% |
| Quinta-feira | 3-out-2013 | 618 | 2,2 | 1 | Indireta | 662,37 | 882 | 87,58% | 41,45% |
| Sexta-feira | 4-out-2013 | 673 | 5,2 | 0 | Direta | 700,47 | 884 | 87,90% | 41,54% |
| Sábado | 5-out-2013 | 540 | 0,4 | 1 | Indireta | 681,84 | 884 | 88,22% | 41,54% |
| Domingo | 6-out-2013 | 464 | 0,2 | 2 | Indireta | 618,96 | 885 | 88,54% | 41,59% |
| Segunda-feira | 7-out-2013 | 511 | 0 | 3 | Indireta | 654,64 | 902 | 88,85% | 42,39% |
| Terça-feira | 8-out-2013 | 502 | 0 | 4 | Indireta | 672,27 | 910 | 89,17% | 42,76% |
| Quarta-feira | 9-out-2013 | 498 | 0 | 5 | Indireta | 629,60 | 915 | 89,49% | 43,00% |
| Quinta-feira | 10-out-2013 | 485 | 0 | 6 | Indireta | 662,37 | 930 | 89,81% | 43,70% |
| Sexta-feira | 11-out-2013 | 486 | 0 | 7 | Indireta | 700,47 | 930 | 90,13% | 43,70% |
| Sábado | 12-out-2013 | 525 | 0 | 8 | Sem Precipitação | 681,84 | 953 | 90,45% | 44,78% |
| Domingo | 13-out-2013 | 601 | 8,8 | 0 | Direta | 618,96 | 954 | 90,76% | 44,83% |
| Segunda-feira | 14-out-2013 | 830 | 17,8 | 0 | Direta | 654,64 | 994 | 91,08% | 46,71% |
| Terça-feira | 15-out-2013 | 1082 | 4,4 | 0 | Direta | 672,27 | 995 | 91,40% | 46,76% |
| Quarta-feira | 16-out-2013 | 589 | 3,8 | 1 | Indireta | 629,60 | 995 | 91,72% | 46,76% |
| Quinta-feira | 17-out-2013 | 572 | 1,6 | 2 | Indireta | 662,37 | 1002 | 92,04% | 47,09% |
| Sexta-feira | 18-out-2013 | 953 | 16,2 | 0 | Direta | 700,47 | 1002 | 92,36% | 47,09% |
| Sábado | 19-out-2013 | 930 | 10,2 | 0 | Direta | 681,84 | 1018 | 92,68% | 47,84% |
| Domingo | 20-out-2013 | 602 | 3 | 1 | Indireta | 618,96 | 1025 | 92,99% | 48,17% |

| Dia da semana | Data | Totalização Caudal (m3/dia) | Precipitação (mm/dia) | Dias seguidos sem chuva | Influência da Precipitação | Caudal Médio por Dia da Semana | Totalização Caudal (m3/dia) | Número de dias (%) | Totalização Caudal (%) |
|---------------|-------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| Segunda-feira | 21-out-2013 | 816 | 10 | 0 | Direta | 654,64 | 1027 | 93,31% | 48,26% |
| Terça-feira | 22-out-2013 | 1027 | 19,4 | 0 | Direta | 672,27 | 1045 | 93,63% | 49,11% |
| Quarta-feira | 23-out-2013 | 742 | 5,2 | 0 | Direta | 629,60 | 1054 | 93,95% | 49,53% |
| Quinta-feira | 24-out-2013 | 1394 | 31 | 0 | Direta | 662,37 | 1058 | 94,27% | 49,72% |
| Sexta-feira | 25-out-2013 | 915 | 5,8 | 0 | Direta | 700,47 | 1079 | 94,59% | 50,70% |
| Sábado | 26-out-2013 | 737 | 0,2 | 1 | Indireta | 681,84 | 1082 | 94,90% | 50,85% |
| Domingo | 27-out-2013 | 602 | 0 | 2 | Indireta | 618,96 | 1087 | 95,22% | 51,08% |
| Segunda-feira | 28-out-2013 | 995 | 23 | 0 | Direta | 654,64 | 1136 | 95,54% | 53,38% |
| Terça-feira | 29-out-2013 | 653 | 0 | 1 | Indireta | 672,27 | 1186 | 95,86% | 55,73% |
| Quarta-feira | 30-out-2013 | 660 | 0 | 2 | Indireta | 629,60 | 1204 | 96,18% | 56,58% |
| Quinta-feira | 31-out-2013 | 608 | 0 | 3 | Indireta | 662,37 | 1208,5 | 96,50% | 56,79% |
| Sexta-feira | 1-nov-2013 | 597 | 1,8 | 4 | Indireta | 700,47 | 1229 | 96,82% | 57,75% |
| Sábado | 2-nov-2013 | 930 | 11,4 | 0 | Direta | 681,84 | 1248 | 97,13% | 58,65% |
| Domingo | 3-nov-2013 | 627 | 0,2 | 1 | Indireta | 618,96 | 1263 | 97,45% | 59,35% |
| Segunda-feira | 4-nov-2013 | 726 | 7 | 0 | Direta | 654,64 | 1266 | 97,77% | 59,49% |
| Terça-feira | 5-nov-2013 | 835 | 10,2 | 0 | Direta | 672,27 | 1283 | 98,09% | 60,29% |
| Quarta-feira | 6-nov-2013 | 637 | 1,8 | 1 | Indireta | 629,60 | 1326 | 98,41% | 62,31% |
| Quinta-feira | 7-nov-2013 | 696 | 3,6 | 2 | Indireta | 662,37 | 1370 | 98,73% | 64,38% |
| Sexta-feira | 8-nov-2013 | 845 | 8 | 0 | Direta | 700,47 | 1394 | 99,04% | 65,51% |
| Sábado | 9-nov-2013 | 758 | 5,2 | 0 | Direta | 681,84 | 1429 | 99,36% | 67,15% |
| Domingo | 10-nov-2013 | 612 | 0,2 | 1 | Indireta | 618,96 | 1441 | 99,68% | 67,72% |
| Segunda-feira | 11-nov-2013 | 611 | 0 | 2 | Indireta | 654,64 | 2128 | 100,00% | 100,00% |

2014

| Dia da Semana | Data | Totalização Caudal (m3/dia) | Precipitação (mm/dia) | Dias seguidos sem chuva | Influência da Precipitação | Caudal Médio por Dia da Semana | Totalização Caudal (m3/dia) | Número de dias (%) | Totalização Caudal (%) |
|---------------|-------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| Quarta-feira | 1-jan-2014 | 1063 | 25,2 | 0 | Direta | 966,62 | 454 | 0,00% | 20,40% |
| Quinta-feira | 2-jan-2014 | 1288 | 55,4 | 0 | Direta | 962,56 | 479 | 0,27% | 21,53% |
| Sexta-feira | 3-jan-2014 | 1096 | 26,8 | 0 | Direta | 971,93 | 497 | 0,55% | 22,34% |
| Sábado | 4-jan-2014 | 751 | 8,2 | 0 | Direta | 958,62 | 521 | 0,82% | 23,42% |
| Domingo | 5-jan-2014 | 1209 | 8,4 | 0 | Direta | 888,91 | 522 | 1,10% | 23,46% |
| Segunda-feira | 6-jan-2014 | 1209 | 30,8 | 0 | Direta | 949,13 | 524 | 1,37% | 23,55% |
| Terça-feira | 7-jan-2014 | 1274 | 5,2 | 0 | Direta | 960,13 | 541 | 1,65% | 24,31% |
| Quarta-feira | 8-jan-2014 | 1260 | 2,6 | 1 | Indireta | 966,62 | 543 | 1,92% | 24,40% |
| Quinta-feira | 9-jan-2014 | 1022 | 0 | 2 | Indireta | 962,56 | 544 | 2,20% | 24,45% |
| Sexta-feira | 10-jan-2014 | 1149 | 0 | 3 | Indireta | 971,93 | 544 | 2,47% | 24,45% |
| Sábado | 11-jan-2014 | 1142 | 0,2 | 4 | Indireta | 958,62 | 544 | 2,75% | 24,45% |
| Domingo | 12-jan-2014 | 1039 | 10,2 | 0 | Direta | 888,91 | 551 | 3,02% | 24,76% |
| Segunda-feira | 13-jan-2014 | 1266 | 14 | 0 | Direta | 949,13 | 551 | 3,30% | 24,76% |
| Terça-feira | 14-jan-2014 | 1312 | 10,4 | 0 | Direta | 960,13 | 559 | 3,57% | 25,12% |
| Quarta-feira | 15-jan-2014 | 1146 | 22 | 0 | Direta | 966,62 | 560 | 3,85% | 25,17% |
| Quinta-feira | 16-jan-2014 | 1544 | 7,6 | 0 | Direta | 962,56 | 564 | 4,12% | 25,35% |
| Sexta-feira | 17-jan-2014 | 1800 | 25 | 0 | Direta | 971,93 | 569 | 4,40% | 25,57% |
| Sábado | 18-jan-2014 | 1372 | 19,2 | 0 | Direta | 958,62 | 576 | 4,67% | 25,89% |
| Domingo | 19-jan-2014 | 1409 | 7,6 | 0 | Direta | 888,91 | 581 | 4,95% | 26,11% |
| Segunda-feira | 20-jan-2014 | 1479 | 2,4 | 1 | Indireta | 949,13 | 581 | 5,22% | 26,11% |
| Terça-feira | 21-jan-2014 | 1294 | 10,2 | 0 | Direta | 960,13 | 581 | 5,49% | 26,11% |
| Quarta-feira | 22-jan-2014 | 1578 | 4,6 | 0 | Direta | 966,62 | 585 | 5,77% | 26,29% |
| Quinta-feira | 23-jan-2014 | 1342 | 0 | 1 | Indireta | 962,56 | 586 | 6,04% | 26,34% |
| Sexta-feira | 24-jan-2014 | 1254 | 0 | 2 | Indireta | 971,93 | 589 | 6,32% | 26,47% |
| Sábado | 25-jan-2014 | 1267 | 2 | 3 | Indireta | 958,62 | 590 | 6,59% | 26,52% |
| Domingo | 26-jan-2014 | 1296 | 7,4 | 0 | Direta | 888,91 | 594 | 6,87% | 26,70% |
| Segunda-feira | 27-jan-2014 | 1241 | 8 | 0 | Direta | 949,13 | 595 | 7,14% | 26,74% |
| Terça-feira | 28-jan-2014 | 1616 | 15 | 0 | Direta | 960,13 | 597 | 7,42% | 26,83% |
| Quarta-feira | 29-jan-2014 | 1395 | 14 | 0 | Direta | 966,62 | 600 | 7,69% | 26,97% |
| Quinta-feira | 30-jan-2014 | 1534 | 7,9 | 0 | Direta | 962,56 | 602 | 7,97% | 27,06% |

| Dia da Semana | Data | Totalização Caudal (m3/dia) | Precipitação (mm/dia) | Dias seguidos sem chuva | Influência da Precipitação | Caudal Médio por Dia da Semana | Totalização Caudal (m3/dia) | Número de dias (%) | Totalização Caudal (%) |
|---------------|-------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| Sexta-feira | 31-jan-2014 | 1390 | 10 | 0 | Direta | 971,93 | 604 | 8,24% | 27,15% |
| Sábado | 1-fev-2014 | 1527 | 23 | 0 | Direta | 958,62 | 608 | 8,52% | 27,33% |
| Domingo | 2-fev-2014 | 1659 | 1,4 | 1 | Indireta | 888,91 | 609 | 8,79% | 27,37% |
| Segunda-feira | 3-fev-2014 | 2087 | 27,4 | 0 | Direta | 949,13 | 610 | 9,07% | 27,42% |
| Terça-feira | 4-fev-2014 | 2225 | 58,6 | 0 | Direta | 960,13 | 611 | 9,34% | 27,46% |
| Quarta-feira | 5-fev-2014 | 2072 | 4,6 | 0 | Direta | 966,62 | 615 | 9,62% | 27,64% |
| Quinta-feira | 6-fev-2014 | 2167 | 31,6 | 0 | Direta | 962,56 | 615 | 9,89% | 27,64% |
| Sexta-feira | 7-fev-2014 | 2041 | 2,4 | 1 | Indireta | 971,93 | 616 | 10,16% | 27,69% |
| Sábado | 8-fev-2014 | 1987 | 30,6 | 0 | Direta | 958,62 | 617 | 10,44% | 27,73% |
| Domingo | 9-fev-2014 | 1934 | 18,8 | 0 | Direta | 888,91 | 618 | 10,71% | 27,78% |
| Segunda-feira | 10-fev-2014 | 1878 | 10,4 | 0 | Direta | 949,13 | 619 | 10,99% | 27,82% |
| Terça-feira | 11-fev-2014 | 1837 | 28,8 | 0 | Direta | 960,13 | 620 | 11,26% | 27,87% |
| Quarta-feira | 12-fev-2014 | 1889 | 9,4 | 0 | Direta | 966,62 | 620 | 11,54% | 27,87% |
| Quinta-feira | 13-fev-2014 | 1857 | 6,2 | 0 | Direta | 962,56 | 620 | 11,81% | 27,87% |
| Sexta-feira | 14-fev-2014 | 1586 | 45,2 | 0 | Direta | 971,93 | 626 | 12,09% | 28,13% |
| Sábado | 15-fev-2014 | 1590 | 3,6 | 1 | Indireta | 958,62 | 627 | 12,36% | 28,18% |
| Domingo | 16-fev-2014 | 1813 | 0,4 | 2 | Indireta | 888,91 | 628 | 12,64% | 28,22% |
| Segunda-feira | 17-fev-2014 | 1817 | 2,6 | 3 | Indireta | 949,13 | 628 | 12,91% | 28,22% |
| Terça-feira | 18-fev-2014 | 1740 | 1,2 | 4 | Indireta | 960,13 | 629 | 13,19% | 28,27% |
| Quarta-feira | 19-fev-2014 | 1735 | 0,4 | 5 | Indireta | 966,62 | 629 | 13,46% | 28,27% |
| Quinta-feira | 20-fev-2014 | 1764 | 12,4 | 0 | Direta | 962,56 | 629 | 13,74% | 28,27% |
| Sexta-feira | 21-fev-2014 | 1666 | 2,2 | 1 | Indireta | 971,93 | 629 | 14,01% | 28,27% |
| Sábado | 22-fev-2014 | 1692 | 4,2 | 0 | Direta | 958,62 | 630 | 14,29% | 28,31% |
| Domingo | 23-fev-2014 | 1537 | 0,4 | 1 | Indireta | 888,91 | 630 | 14,56% | 28,31% |
| Segunda-feira | 24-fev-2014 | 1706 | 16,4 | 0 | Direta | 949,13 | 631 | 14,84% | 28,36% |
| Terça-feira | 25-fev-2014 | 1813 | 11,8 | 0 | Direta | 960,13 | 632 | 15,11% | 28,40% |
| Quarta-feira | 26-fev-2014 | 1200 | 3 | 1 | Indireta | 966,62 | 633 | 15,38% | 28,45% |
| Quinta-feira | 27-fev-2014 | 1457 | 11,6 | 0 | Direta | 962,56 | 634 | 15,66% | 28,49% |
| Sexta-feira | 28-fev-2014 | 1360 | 1 | 1 | Indireta | 971,93 | 634 | 15,93% | 28,49% |
| Sábado | 1-mar-2014 | 1343 | 34,8 | 0 | Direta | 958,62 | 635 | 16,21% | 28,54% |
| Domingo | 2-mar-2014 | 1305 | 13,4 | 0 | Direta | 888,91 | 637 | 16,48% | 28,63% |
| Segunda-feira | 3-mar-2014 | 1900 | 4,8 | 0 | Direta | 949,13 | 637 | 16,76% | 28,63% |
| Terça-feira | 4-mar-2014 | 1629 | 20,4 | 0 | Direta | 960,13 | 638 | 17,03% | 28,67% |
| Quarta-feira | 5-mar-2014 | 1463 | 0,8 | 1 | Indireta | 966,62 | 638 | 17,31% | 28,67% |
| Quinta-feira | 6-mar-2014 | 1380 | 0,2 | 2 | Indireta | 962,56 | 639 | 17,58% | 28,72% |
| Sexta-feira | 7-mar-2014 | 1785 | 0 | 3 | Indireta | 971,93 | 639 | 17,86% | 28,72% |
| Sábado | 8-mar-2014 | 1418 | 0 | 4 | Indireta | 958,62 | 640 | 18,13% | 28,76% |
| Domingo | 9-mar-2014 | 1522 | 0 | 5 | Indireta | 888,91 | 640 | 18,41% | 28,76% |
| Segunda-feira | 10-mar-2014 | 1376 | 0 | 6 | Indireta | 949,13 | 640 | 18,68% | 28,76% |
| Terça-feira | 11-mar-2014 | 1351 | 0 | 7 | Indireta | 960,13 | 640 | 18,96% | 28,76% |
| Quarta-feira | 12-mar-2014 | 1320 | 0 | 8 | Sem Precipitação | 966,62 | 642 | 19,23% | 28,85% |
| Quinta-feira | 13-mar-2014 | 1296 | 0 | 9 | Sem Precipitação | 962,56 | 644 | 19,51% | 28,94% |
| Sexta-feira | 14-mar-2014 | 1315 | 0 | 10 | Sem Precipitação | 971,93 | 645 | 19,78% | 28,99% |
| Sábado | 15-mar-2014 | 1289 | 0 | 11 | Sem Precipitação | 958,62 | 646 | 20,05% | 29,03% |
| Domingo | 16-mar-2014 | 1198 | 0 | 12 | Sem Precipitação | 888,91 | 646 | 20,33% | 29,03% |
| Segunda-feira | 17-mar-2014 | 1145 | 0 | 13 | Sem Precipitação | 949,13 | 647 | 20,60% | 29,08% |
| Terça-feira | 18-mar-2014 | 1103 | 0 | 14 | Sem Precipitação | 960,13 | 647 | 20,88% | 29,08% |
| Quarta-feira | 19-mar-2014 | 1124 | 0 | 15 | Sem Precipitação | 966,62 | 650 | 21,15% | 29,21% |
| Quinta-feira | 20-mar-2014 | 1075 | 0 | 16 | Sem Precipitação | 962,56 | 651 | 21,43% | 29,26% |
| Sexta-feira | 21-mar-2014 | 1166 | 6 | 0 | Direta | 971,93 | 651 | 21,70% | 29,26% |
| Sábado | 22-mar-2014 | 1076 | 0,2 | 1 | Indireta | 958,62 | 651 | 21,98% | 29,26% |
| Domingo | 23-mar-2014 | 994 | 0,8 | 2 | Indireta | 888,91 | 652 | 22,25% | 29,30% |
| Segunda-feira | 24-mar-2014 | 1060 | 7,6 | 0 | Direta | 949,13 | 654 | 22,53% | 29,39% |
| Terça-feira | 25-mar-2014 | 1045 | 4,2 | 0 | Direta | 960,13 | 656 | 22,80% | 29,48% |
| Quarta-feira | 26-mar-2014 | 1005 | 0,6 | 1 | Indireta | 966,62 | 656 | 23,08% | 29,48% |
| Quinta-feira | 27-mar-2014 | 1004 | 0,2 | 2 | Indireta | 962,56 | 657 | 23,35% | 29,53% |
| Sexta-feira | 28-mar-2014 | 1037 | 12,8 | 0 | Direta | 971,93 | 658 | 23,63% | 29,57% |
| Sábado | 29-mar-2014 | 999 | 0 | 1 | Indireta | 958,62 | 658 | 23,90% | 29,57% |
| Domingo | 30-mar-2014 | 977 | 13,8 | 0 | Direta | 888,91 | 659 | 24,18% | 29,62% |

| Dia da Semana | Data | Totalização Caudal (m3/dia) | Precipitação (mm/dia) | Dias seguidos sem chuva | Influência da Precipitação | Caudal Médio por Dia da Semana | Totalização Caudal (m3/dia) | Número de dias (%) | Totalização Caudal (%) |
|---------------|-------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| Segunda-feira | 31-mar-2014 | 1135 | 9 | 0 | Direta | 949,13 | 660 | 24,45% | 29,66% |
| Terça-feira | 1-abr-2014 | 1324 | 25,6 | 0 | Direta | 960,13 | 660 | 24,73% | 29,66% |
| Quarta-feira | 2-abr-2014 | 1066 | 1,6 | 1 | Indireta | 966,62 | 660 | 25,00% | 29,66% |
| Quinta-feira | 3-abr-2014 | 1337 | 8,2 | 0 | Direta | 962,56 | 660 | 25,27% | 29,66% |
| Sexta-feira | 4-abr-2014 | 1467 | 26,4 | 0 | Direta | 971,93 | 661 | 25,55% | 29,71% |
| Sábado | 5-abr-2014 | 1165 | 14,6 | 0 | Direta | 958,62 | 661 | 25,82% | 29,71% |
| Domingo | 6-abr-2014 | 1074 | 0,8 | 1 | Indireta | 888,91 | 663 | 26,10% | 29,80% |
| Segunda-feira | 7-abr-2014 | 1271 | 0 | 2 | Indireta | 949,13 | 663 | 26,37% | 29,80% |
| Terça-feira | 8-abr-2014 | 1231 | 0 | 3 | Indireta | 960,13 | 664 | 26,65% | 29,84% |
| Quarta-feira | 9-abr-2014 | 1149 | 0,2 | 4 | Indireta | 966,62 | 664 | 26,92% | 29,84% |
| Quinta-feira | 10-abr-2014 | 935 | 0,2 | 5 | Indireta | 962,56 | 666 | 27,20% | 29,93% |
| Sexta-feira | 11-abr-2014 | 1055 | 0,2 | 6 | Indireta | 971,93 | 668 | 27,47% | 30,02% |
| Sábado | 12-abr-2014 | 1129 | 0 | 7 | Indireta | 958,62 | 670 | 27,75% | 30,11% |
| Domingo | 13-abr-2014 | 935 | 0 | 8 | Sem Precipitação | 888,91 | 670 | 28,02% | 30,11% |
| Segunda-feira | 14-abr-2014 | 1000 | 2,8 | 9 | Sem Precipitação | 949,13 | 671 | 28,30% | 30,16% |
| Terça-feira | 15-abr-2014 | 928 | 0 | 10 | Sem Precipitação | 960,13 | 671 | 28,57% | 30,16% |
| Quarta-feira | 16-abr-2014 | 926 | 0 | 11 | Sem Precipitação | 966,62 | 672 | 28,85% | 30,20% |
| Quinta-feira | 17-abr-2014 | 1007 | 0 | 12 | Sem Precipitação | 962,56 | 673 | 29,12% | 30,25% |
| Sexta-feira | 18-abr-2014 | 925 | 0,4 | 13 | Sem Precipitação | 971,93 | 675 | 29,40% | 30,34% |
| Sábado | 19-abr-2014 | 886 | 0 | 14 | Sem Precipitação | 958,62 | 676 | 29,67% | 30,38% |
| Domingo | 20-abr-2014 | 767 | 0 | 15 | Sem Precipitação | 888,91 | 676 | 29,95% | 30,38% |
| Segunda-feira | 21-abr-2014 | 842 | 0,6 | 16 | Sem Precipitação | 949,13 | 677 | 30,22% | 30,43% |
| Terça-feira | 22-abr-2014 | 780 | 0,2 | 17 | Sem Precipitação | 960,13 | 678 | 30,49% | 30,47% |
| Quarta-feira | 23-abr-2014 | 1066 | 10,6 | 0 | Direta | 966,62 | 680 | 30,77% | 30,56% |
| Quinta-feira | 24-abr-2014 | 1045 | 14,2 | 0 | Direta | 962,56 | 680 | 31,04% | 30,56% |
| Sexta-feira | 25-abr-2014 | 887 | 5,4 | 0 | Direta | 971,93 | 681 | 31,32% | 30,61% |
| Sábado | 26-abr-2014 | 1327 | 20,8 | 0 | Direta | 958,62 | 682 | 31,59% | 30,65% |
| Domingo | 27-abr-2014 | 955 | 0 | 1 | Indireta | 888,91 | 683 | 31,87% | 30,70% |
| Segunda-feira | 28-abr-2014 | 923 | 0,2 | 2 | Indireta | 949,13 | 683 | 32,14% | 30,70% |
| Terça-feira | 29-abr-2014 | 997 | 0 | 3 | Indireta | 960,13 | 684 | 32,42% | 30,74% |
| Quarta-feira | 30-abr-2014 | 929 | 0,2 | 4 | Indireta | 966,62 | 687 | 32,69% | 30,88% |
| Quinta-feira | 1-mai-2014 | 682 | 0 | 5 | Indireta | 962,56 | 687 | 32,97% | 30,88% |
| Sexta-feira | 2-mai-2014 | 841 | 0 | 6 | Indireta | 971,93 | 688 | 33,24% | 30,92% |
| Sábado | 3-mai-2014 | 971 | 0 | 7 | Indireta | 958,62 | 688 | 33,52% | 30,92% |
| Domingo | 4-mai-2014 | 796 | 0 | 8 | Sem Precipitação | 888,91 | 688 | 33,79% | 30,92% |
| Segunda-feira | 5-mai-2014 | 769 | 0 | 9 | Sem Precipitação | 949,13 | 688 | 34,07% | 30,92% |
| Terça-feira | 6-mai-2014 | 805 | 0 | 10 | Sem Precipitação | 960,13 | 689 | 34,34% | 30,97% |
| Quarta-feira | 7-mai-2014 | 833 | 0 | 11 | Sem Precipitação | 966,62 | 690 | 34,62% | 31,01% |
| Quinta-feira | 8-mai-2014 | 772 | 0 | 12 | Sem Precipitação | 962,56 | 692 | 34,89% | 31,10% |
| Sexta-feira | 9-mai-2014 | 779 | 0 | 13 | Sem Precipitação | 971,93 | 695 | 35,16% | 31,24% |
| Sábado | 10-mai-2014 | 815 | 0 | 14 | Sem Precipitação | 958,62 | 696 | 35,44% | 31,28% |
| Domingo | 11-mai-2014 | 782 | 0 | 15 | Sem Precipitação | 888,91 | 696 | 35,71% | 31,28% |
| Segunda-feira | 12-mai-2014 | 743 | 0 | 16 | Sem Precipitação | 949,13 | 697 | 35,99% | 31,33% |
| Terça-feira | 13-mai-2014 | 779 | 0 | 17 | Sem Precipitação | 960,13 | 697 | 36,26% | 31,33% |
| Quarta-feira | 14-mai-2014 | 811 | 0 | 18 | Sem Precipitação | 966,62 | 697 | 36,54% | 31,33% |
| Quinta-feira | 15-mai-2014 | 755 | 0 | 19 | Sem Precipitação | 962,56 | 703 | 36,81% | 31,60% |
| Sexta-feira | 16-mai-2014 | 759 | 0 | 20 | Sem Precipitação | 971,93 | 704 | 37,09% | 31,64% |
| Sábado | 17-mai-2014 | 771 | 0 | 21 | Sem Precipitação | 958,62 | 710 | 37,36% | 31,91% |
| Domingo | 18-mai-2014 | 697 | 0 | 22 | Sem Precipitação | 888,91 | 711 | 37,64% | 31,96% |
| Segunda-feira | 19-mai-2014 | 731 | 2,8 | 23 | Sem Precipitação | 949,13 | 711 | 37,91% | 31,96% |
| Terça-feira | 20-mai-2014 | 1094 | 28,6 | 0 | Direta | 960,13 | 711 | 38,19% | 31,96% |
| Quarta-feira | 21-mai-2014 | 1190 | 38 | 0 | Direta | 966,62 | 714 | 38,46% | 32,09% |
| Quinta-feira | 22-mai-2014 | 1049 | 11 | 0 | Direta | 962,56 | 715 | 38,74% | 32,13% |
| Sexta-feira | 23-mai-2014 | 969 | 3 | 1 | Indireta | 971,93 | 716 | 39,01% | 32,18% |
| Sábado | 24-mai-2014 | 819 | 0 | 2 | Indireta | 958,62 | 716 | 39,29% | 32,18% |
| Domingo | 25-mai-2014 | 722 | 0 | 3 | Indireta | 888,91 | 718 | 39,56% | 32,27% |
| Segunda-feira | 26-mai-2014 | 714 | 0 | 4 | Indireta | 949,13 | 718 | 39,84% | 32,27% |
| Terça-feira | 27-mai-2014 | 734 | 4,8 | 0 | Direta | 960,13 | 718 | 40,11% | 32,27% |
| Quarta-feira | 28-mai-2014 | 816 | 2,8 | 1 | Indireta | 966,62 | 719 | 40,38% | 32,31% |

| Dia da Semana | Data | Totalização Caudal (m3/dia) | Precipitação (mm/dia) | Dias seguidos sem chuva | Influência da Precipitação | Caudal Médio por Dia da Semana | Totalização Caudal (m3/dia) | Número de dias (%) | Totalização Caudal (%) |
|---------------|-------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| Quinta-feira | 29-mai-2014 | 814 | 5,6 | 0 | Direta | 962,56 | 720 | 40,66% | 32,36% |
| Sexta-feira | 30-mai-2014 | 832 | 0,2 | 1 | Indireta | 971,93 | 722 | 40,93% | 32,45% |
| Sábado | 31-mai-2014 | 843 | 0 | 2 | Indireta | 958,62 | 722 | 41,21% | 32,45% |
| Domingo | 1-jun-2014 | 711 | 0 | 3 | Indireta | 888,91 | 722 | 41,48% | 32,45% |
| Segunda-feira | 2-jun-2014 | 683 | 0 | 4 | Indireta | 949,13 | 725 | 41,76% | 32,58% |
| Terça-feira | 3-jun-2014 | 703 | 0,4 | 5 | Indireta | 960,13 | 727 | 42,03% | 32,67% |
| Quarta-feira | 4-jun-2014 | 744 | 0,4 | 6 | Indireta | 966,62 | 728 | 42,31% | 32,72% |
| Quinta-feira | 5-jun-2014 | 736 | 0 | 7 | Indireta | 962,56 | 731 | 42,58% | 32,85% |
| Sexta-feira | 6-jun-2014 | 790 | 8,4 | 0 | Direta | 971,93 | 731 | 42,86% | 32,85% |
| Sábado | 7-jun-2014 | 715 | 0 | 1 | Indireta | 958,62 | 733 | 43,13% | 32,94% |
| Domingo | 8-jun-2014 | 551 | 2,6 | 2 | Indireta | 888,91 | 734 | 43,41% | 32,99% |
| Segunda-feira | 9-jun-2014 | 718 | 5,2 | 0 | Direta | 949,13 | 735 | 43,68% | 33,03% |
| Terça-feira | 10-jun-2014 | 735 | 0 | 1 | Indireta | 960,13 | 736 | 43,96% | 33,08% |
| Quarta-feira | 11-jun-2014 | 727 | 0 | 2 | Indireta | 966,62 | 736 | 44,23% | 33,08% |
| Quinta-feira | 12-jun-2014 | 689 | 0 | 3 | Indireta | 962,56 | 738 | 44,51% | 33,17% |
| Sexta-feira | 13-jun-2014 | 725 | 0 | 4 | Indireta | 971,93 | 742 | 44,78% | 33,35% |
| Sábado | 14-jun-2014 | 750 | 0 | 5 | Indireta | 958,62 | 743 | 45,05% | 33,39% |
| Domingo | 15-jun-2014 | 637 | 0 | 6 | Indireta | 888,91 | 744 | 45,33% | 33,44% |
| Segunda-feira | 16-jun-2014 | 666 | 0 | 7 | Indireta | 949,13 | 749 | 45,60% | 33,66% |
| Terça-feira | 17-jun-2014 | 657 | 0 | 8 | Sem Precipitação | 960,13 | 750 | 45,88% | 33,71% |
| Quarta-feira | 18-jun-2014 | 675 | 0 | 9 | Sem Precipitação | 966,62 | 750 | 46,15% | 33,71% |
| Quinta-feira | 19-jun-2014 | 684 | 0 | 10 | Sem Precipitação | 962,56 | 751 | 46,43% | 33,75% |
| Sexta-feira | 20-jun-2014 | 752 | 0 | 11 | Sem Precipitação | 971,93 | 752 | 46,70% | 33,80% |
| Sábado | 21-jun-2014 | 678 | 9 | 0 | Direta | 958,62 | 755 | 46,98% | 33,93% |
| Domingo | 22-jun-2014 | 661 | 3,8 | 1 | Indireta | 888,91 | 755 | 47,25% | 33,93% |
| Segunda-feira | 23-jun-2014 | 639 | 3 | 2 | Indireta | 949,13 | 758 | 47,53% | 34,07% |
| Terça-feira | 24-jun-2014 | 711 | 2 | 3 | Indireta | 960,13 | 759 | 47,80% | 34,11% |
| Quarta-feira | 25-jun-2014 | 670 | 0 | 4 | Indireta | 966,62 | 760 | 48,08% | 34,16% |
| Quinta-feira | 26-jun-2014 | 680 | 0 | 5 | Indireta | 962,56 | 764 | 48,35% | 34,34% |
| Sexta-feira | 27-jun-2014 | 687 | 0 | 6 | Indireta | 971,93 | 767 | 48,63% | 34,47% |
| Sábado | 28-jun-2014 | 720 | 4 | 0 | Indireta | 958,62 | 769 | 48,90% | 34,56% |
| Domingo | 29-jun-2014 | 581 | 0 | 1 | Indireta | 888,91 | 769 | 49,18% | 34,56% |
| Segunda-feira | 30-jun-2014 | 639 | 0,2 | 2 | Indireta | 949,13 | 771 | 49,45% | 34,65% |
| Terça-feira | 1-jul-2014 | 771 | 5 | 0 | Direta | 960,13 | 771 | 49,73% | 34,65% |
| Quarta-feira | 2-jul-2014 | 742 | 1,8 | 1 | Indireta | 966,62 | 772 | 50,00% | 34,70% |
| Quinta-feira | 3-jul-2014 | 697 | 0,2 | 2 | Indireta | 962,56 | 775 | 50,27% | 34,83% |
| Sexta-feira | 4-jul-2014 | 683 | 0 | 3 | Indireta | 971,93 | 777 | 50,55% | 34,92% |
| Sábado | 5-jul-2014 | 652 | 0,6 | 4 | Indireta | 958,62 | 779 | 50,82% | 35,01% |
| Domingo | 6-jul-2014 | 790 | 19,6 | 0 | Direta | 888,91 | 779 | 51,10% | 35,01% |
| Segunda-feira | 7-jul-2014 | 619 | 0 | 1 | Indireta | 949,13 | 780 | 51,37% | 35,06% |
| Terça-feira | 8-jul-2014 | 642 | 0 | 2 | Indireta | 960,13 | 782 | 51,65% | 35,15% |
| Quarta-feira | 9-jul-2014 | 656 | 0 | 3 | Indireta | 966,62 | 787 | 51,92% | 35,37% |
| Quinta-feira | 10-jul-2014 | 677 | 0 | 4 | Indireta | 962,56 | 788 | 52,20% | 35,42% |
| Sexta-feira | 11-jul-2014 | 602 | 0 | 5 | Indireta | 971,93 | 789 | 52,47% | 35,46% |
| Sábado | 12-jul-2014 | 670 | 0 | 6 | Indireta | 958,62 | 789 | 52,75% | 35,46% |
| Domingo | 13-jul-2014 | 581 | 0 | 7 | Indireta | 888,91 | 790 | 53,02% | 35,51% |
| Segunda-feira | 14-jul-2014 | 664 | 0 | 8 | Sem Precipitação | 949,13 | 790 | 53,30% | 35,51% |
| Terça-feira | 15-jul-2014 | 633 | 0 | 9 | Sem Precipitação | 960,13 | 790 | 53,57% | 35,51% |
| Quarta-feira | 16-jul-2014 | 644 | 0 | 10 | Sem Precipitação | 966,62 | 796 | 53,85% | 35,78% |
| Quinta-feira | 17-jul-2014 | 660 | 0,4 | 11 | Sem Precipitação | 962,56 | 796 | 54,12% | 35,78% |
| Sexta-feira | 18-jul-2014 | 676 | 0,8 | 12 | Sem Precipitação | 971,93 | 803 | 54,40% | 36,09% |
| Sábado | 19-jul-2014 | 842 | 15,4 | 0 | Direta | 958,62 | 804 | 54,67% | 36,13% |
| Domingo | 20-jul-2014 | 651 | 3 | 1 | Indireta | 888,91 | 805 | 54,95% | 36,18% |
| Segunda-feira | 21-jul-2014 | 661 | 0 | 2 | Indireta | 949,13 | 809 | 55,22% | 36,36% |
| Terça-feira | 22-jul-2014 | 630 | 0 | 3 | Indireta | 960,13 | 811 | 55,49% | 36,45% |
| Quarta-feira | 23-jul-2014 | 618 | 0 | 4 | Indireta | 966,62 | 811 | 55,77% | 36,45% |
| Quinta-feira | 24-jul-2014 | 634 | 0,4 | 5 | Indireta | 962,56 | 814 | 56,04% | 36,58% |
| Sexta-feira | 25-jul-2014 | 664 | 0,2 | 6 | Indireta | 971,93 | 815 | 56,32% | 36,63% |
| Sábado | 26-jul-2014 | 696 | 0 | 7 | Indireta | 958,62 | 816 | 56,59% | 36,67% |

| Dia da Semana | Data | Totalização Caudal (m3/dia) | Precipitação (mm/dia) | Dias seguidos sem chuva | Influência da Precipitação | Caudal Médio por Dia da Semana | Totalização Caudal (m3/dia) | Número de dias (%) | Totalização Caudal (%) |
|---------------|-------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| Domingo | 27-jul-2014 | 544 | 0,2 | 8 | Sem Precipitação | 888,91 | 819 | 56,87% | 36,81% |
| Segunda-feira | 28-jul-2014 | 615 | 0,2 | 9 | Sem Precipitação | 949,13 | 827 | 57,14% | 37,17% |
| Terça-feira | 29-jul-2014 | 640 | 0 | 10 | Sem Precipitação | 960,13 | 830 | 57,42% | 37,30% |
| Quarta-feira | 30-jul-2014 | 627 | 0 | 11 | Sem Precipitação | 966,62 | 832 | 57,69% | 37,39% |
| Quinta-feira | 31-jul-2014 | 629 | 0 | 12 | Sem Precipitação | 962,56 | 833 | 57,97% | 37,44% |
| Sexta-feira | 1-ago-2014 | 660 | 0 | 13 | Sem Precipitação | 971,93 | 836 | 58,24% | 37,57% |
| Sábado | 2-ago-2014 | 789 | 13,8 | 0 | Direta | 958,62 | 839 | 58,52% | 37,71% |
| Domingo | 3-ago-2014 | 590 | 0,4 | 1 | Indireta | 888,91 | 841 | 58,79% | 37,80% |
| Segunda-feira | 4-ago-2014 | 615 | 0 | 2 | Indireta | 949,13 | 842 | 59,07% | 37,84% |
| Terça-feira | 5-ago-2014 | 635 | 0 | 3 | Indireta | 960,13 | 842 | 59,34% | 37,84% |
| Quarta-feira | 6-ago-2014 | 640 | 0 | 4 | Indireta | 966,62 | 843 | 59,62% | 37,89% |
| Quinta-feira | 7-ago-2014 | 663 | 0 | 5 | Indireta | 962,56 | 845 | 59,89% | 37,98% |
| Sexta-feira | 8-ago-2014 | 775 | 5 | 0 | Direta | 971,93 | 849 | 60,16% | 38,16% |
| Sábado | 9-ago-2014 | 692 | 0 | 1 | Indireta | 958,62 | 850 | 60,44% | 38,20% |
| Domingo | 10-ago-2014 | 521 | 0,4 | 2 | Indireta | 888,91 | 864 | 60,71% | 38,83% |
| Segunda-feira | 11-ago-2014 | 629 | 0 | 3 | Indireta | 949,13 | 864 | 60,99% | 38,83% |
| Terça-feira | 12-ago-2014 | 688 | 4,2 | 0 | Direta | 960,13 | 872 | 61,26% | 39,19% |
| Quarta-feira | 13-ago-2014 | 656 | 0,2 | 1 | Indireta | 966,62 | 880 | 61,54% | 39,55% |
| Quinta-feira | 14-ago-2014 | 628 | 0 | 2 | Indireta | 962,56 | 883 | 61,81% | 39,69% |
| Sexta-feira | 15-ago-2014 | 589 | 0 | 3 | Indireta | 971,93 | 886 | 62,09% | 39,82% |
| Sábado | 16-ago-2014 | 595 | 0 | 4 | Indireta | 958,62 | 886 | 62,36% | 39,82% |
| Domingo | 17-ago-2014 | 522 | 0 | 5 | Indireta | 888,91 | 887 | 62,64% | 39,87% |
| Segunda-feira | 18-ago-2014 | 560 | 0 | 6 | Indireta | 949,13 | 906 | 62,91% | 40,72% |
| Terça-feira | 19-ago-2014 | 600 | 0 | 7 | Indireta | 960,13 | 918 | 63,19% | 41,26% |
| Quarta-feira | 20-ago-2014 | 620 | 0 | 8 | Sem Precipitação | 966,62 | 923 | 63,46% | 41,48% |
| Quinta-feira | 21-ago-2014 | 597 | 0 | 9 | Sem Precipitação | 962,56 | 925 | 63,74% | 41,57% |
| Sexta-feira | 22-ago-2014 | 608 | 0,2 | 10 | Sem Precipitação | 971,93 | 926 | 64,01% | 41,62% |
| Sábado | 23-ago-2014 | 604 | 0 | 11 | Sem Precipitação | 958,62 | 928 | 64,29% | 41,71% |
| Domingo | 24-ago-2014 | 524 | 0,2 | 12 | Sem Precipitação | 888,91 | 929 | 64,56% | 41,75% |
| Segunda-feira | 25-ago-2014 | 543 | 0 | 13 | Sem Precipitação | 949,13 | 933 | 64,84% | 41,93% |
| Terça-feira | 26-ago-2014 | 544 | 2,2 | 14 | Sem Precipitação | 960,13 | 935 | 65,11% | 42,02% |
| Quarta-feira | 27-ago-2014 | 576 | 0,6 | 15 | Sem Precipitação | 966,62 | 935 | 65,38% | 42,02% |
| Quinta-feira | 28-ago-2014 | 631 | 0,8 | 16 | Sem Precipitação | 962,56 | 936 | 65,66% | 42,07% |
| Sexta-feira | 29-ago-2014 | 650 | 0 | 17 | Sem Precipitação | 971,93 | 939 | 65,93% | 42,20% |
| Sábado | 30-ago-2014 | 616 | 0 | 18 | Sem Precipitação | 958,62 | 940 | 66,21% | 42,25% |
| Domingo | 31-ago-2014 | 541 | 0 | 19 | Sem Precipitação | 888,91 | 955 | 66,48% | 42,92% |
| Segunda-feira | 1-set-2014 | 586 | 0 | 20 | Sem Precipitação | 949,13 | 959 | 66,76% | 43,10% |
| Terça-feira | 2-set-2014 | 638 | 0 | 21 | Sem Precipitação | 960,13 | 969 | 67,03% | 43,55% |
| Quarta-feira | 3-set-2014 | 581 | 0 | 22 | Sem Precipitação | 966,62 | 971 | 67,31% | 43,64% |
| Quinta-feira | 4-set-2014 | 617 | 0 | 23 | Sem Precipitação | 962,56 | 977 | 67,58% | 43,91% |
| Sexta-feira | 5-set-2014 | 594 | 0 | 24 | Sem Precipitação | 971,93 | 985 | 67,86% | 44,27% |
| Sábado | 6-set-2014 | 769 | 18,2 | 0 | Direta | 958,62 | 985 | 68,13% | 44,27% |
| Domingo | 7-set-2014 | 658 | 9,4 | 0 | Direta | 888,91 | 993 | 68,41% | 44,63% |
| Segunda-feira | 8-set-2014 | 551 | 0 | 1 | Indireta | 949,13 | 994 | 68,68% | 44,67% |
| Terça-feira | 9-set-2014 | 564 | 0 | 2 | Indireta | 960,13 | 997 | 68,96% | 44,81% |
| Quarta-feira | 10-set-2014 | 671 | 18 | 0 | Direta | 966,62 | 999 | 69,23% | 44,90% |
| Quinta-feira | 11-set-2014 | 628 | 1,4 | 1 | Indireta | 962,56 | 1000 | 69,51% | 44,94% |
| Sexta-feira | 12-set-2014 | 680 | 0 | 2 | Indireta | 971,93 | 1000 | 69,78% | 44,94% |
| Sábado | 13-set-2014 | 722 | 0 | 3 | Indireta | 958,62 | 1004 | 70,05% | 45,12% |
| Domingo | 14-set-2014 | 610 | 4,4 | 0 | Direta | 888,91 | 1005 | 70,33% | 45,17% |
| Segunda-feira | 15-set-2014 | 718 | 12 | 0 | Direta | 949,13 | 1007 | 70,60% | 45,26% |
| Terça-feira | 16-set-2014 | 676 | 3,6 | 1 | Indireta | 960,13 | 1018 | 70,88% | 45,75% |
| Quarta-feira | 17-set-2014 | 985 | 27,4 | 0 | Direta | 966,62 | 1022 | 71,15% | 45,93% |
| Quinta-feira | 18-set-2014 | 880 | 59 | 0 | Direta | 962,56 | 1037 | 71,43% | 46,61% |
| Sexta-feira | 19-set-2014 | 1000 | 5,4 | 0 | Direta | 971,93 | 1039 | 71,70% | 46,70% |
| Sábado | 20-set-2014 | 811 | 5,4 | 0 | Direta | 958,62 | 1045 | 71,98% | 46,97% |
| Domingo | 21-set-2014 | 697 | 11,4 | 0 | Direta | 888,91 | 1045 | 72,25% | 46,97% |
| Segunda-feira | 22-set-2014 | 985 | 12,8 | 0 | Direta | 949,13 | 1047 | 72,53% | 47,06% |
| Terça-feira | 23-set-2014 | 718 | 0,4 | 1 | Indireta | 960,13 | 1049 | 72,80% | 47,15% |

| Dia da Semana | Data | Totalização Caudal (m3/dia) | Precipitação (mm/dia) | Dias seguidos sem chuva | Influência da Precipitação | Caudal Médio por Dia da Semana | Totalização Caudal (m3/dia) | Número de dias (%) | Totalização Caudal (%) |
|---------------|-------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| Quarta-feira | 24-set-2014 | 688 | 0,2 | 2 | Indireta | 966,62 | 1055 | 73,08% | 47,42% |
| Quinta-feira | 25-set-2014 | 647 | 0 | 3 | Indireta | 962,56 | 1060 | 73,35% | 47,64% |
| Sexta-feira | 26-set-2014 | 629 | 0 | 4 | Indireta | 971,93 | 1063 | 73,63% | 47,78% |
| Sábado | 27-set-2014 | 671 | 0,8 | 5 | Indireta | 958,62 | 1065 | 73,90% | 47,87% |
| Domingo | 28-set-2014 | 585 | 0,8 | 6 | Indireta | 888,91 | 1066 | 74,18% | 47,91% |
| Segunda-feira | 29-set-2014 | 634 | 0 | 7 | Indireta | 949,13 | 1066 | 74,45% | 47,91% |
| Terça-feira | 30-set-2014 | 632 | 0,2 | 8 | Sem Precipitação | 960,13 | 1074 | 74,73% | 48,27% |
| Quarta-feira | 1-out-2014 | 647 | 0 | 9 | Sem Precipitação | 966,62 | 1075 | 75,00% | 48,31% |
| Quinta-feira | 2-out-2014 | 611 | 0 | 10 | Sem Precipitação | 962,56 | 1076 | 75,27% | 48,36% |
| Sexta-feira | 3-out-2014 | 620 | 0 | 11 | Sem Precipitação | 971,93 | 1094 | 75,55% | 49,17% |
| Sábado | 4-out-2014 | 646 | 0 | 12 | Sem Precipitação | 958,62 | 1096 | 75,82% | 49,26% |
| Domingo | 5-out-2014 | 559 | 0 | 13 | Sem Precipitação | 888,91 | 1103 | 76,10% | 49,57% |
| Segunda-feira | 6-out-2014 | 716 | 8,8 | 0 | Direta | 949,13 | 1124 | 76,37% | 50,52% |
| Terça-feira | 7-out-2014 | 688 | 26,4 | 0 | Direta | 960,13 | 1129 | 76,65% | 50,74% |
| Quarta-feira | 8-out-2014 | 939 | 29,8 | 0 | Direta | 966,62 | 1135 | 76,92% | 51,01% |
| Quinta-feira | 9-out-2014 | 788 | 0,4 | 1 | Indireta | 962,56 | 1142 | 77,20% | 51,33% |
| Sexta-feira | 10-out-2014 | 760 | 0 | 2 | Indireta | 971,93 | 1145 | 77,47% | 51,46% |
| Sábado | 11-out-2014 | 764 | 3,4 | 3 | Indireta | 958,62 | 1146 | 77,75% | 51,51% |
| Domingo | 12-out-2014 | 609 | 1,2 | 4 | Indireta | 888,91 | 1149 | 78,02% | 51,64% |
| Segunda-feira | 13-out-2014 | 789 | 12,4 | 0 | Direta | 949,13 | 1149 | 78,30% | 51,64% |
| Terça-feira | 14-out-2014 | 722 | 1,8 | 1 | Indireta | 960,13 | 1165 | 78,57% | 52,36% |
| Quarta-feira | 15-out-2014 | 1047 | 36,8 | 0 | Direta | 966,62 | 1166 | 78,85% | 52,40% |
| Quinta-feira | 16-out-2014 | 1202 | 40,8 | 0 | Direta | 962,56 | 1190 | 79,12% | 53,48% |
| Sexta-feira | 17-out-2014 | 1205 | 18,2 | 0 | Direta | 971,93 | 1198 | 79,40% | 53,84% |
| Sábado | 18-out-2014 | 1203 | 21,4 | 0 | Direta | 958,62 | 1200 | 79,67% | 53,93% |
| Domingo | 19-out-2014 | 1065 | 0 | 1 | Indireta | 888,91 | 1202 | 79,95% | 54,02% |
| Segunda-feira | 20-out-2014 | 940 | 0 | 2 | Indireta | 949,13 | 1203 | 80,22% | 54,07% |
| Terça-feira | 21-out-2014 | 993 | 0 | 3 | Indireta | 960,13 | 1205 | 80,49% | 54,16% |
| Quarta-feira | 22-out-2014 | 933 | 0 | 4 | Indireta | 966,62 | 1209 | 80,77% | 54,34% |
| Quinta-feira | 23-out-2014 | 836 | 0 | 5 | Indireta | 962,56 | 1209 | 81,04% | 54,34% |
| Sexta-feira | 24-out-2014 | 850 | 0 | 6 | Indireta | 971,93 | 1231 | 81,32% | 55,33% |
| Sábado | 25-out-2014 | 849 | 0 | 7 | Indireta | 958,62 | 1241 | 81,59% | 55,78% |
| Domingo | 26-out-2014 | 704 | 0 | 8 | Sem Precipitação | 888,91 | 1254 | 81,87% | 56,36% |
| Segunda-feira | 27-out-2014 | 710 | 0 | 9 | Sem Precipitação | 949,13 | 1260 | 82,14% | 56,63% |
| Terça-feira | 28-out-2014 | 687 | 0 | 10 | Sem Precipitação | 960,13 | 1266 | 82,42% | 56,90% |
| Quarta-feira | 29-out-2014 | 716 | 0 | 11 | Sem Precipitação | 966,62 | 1267 | 82,69% | 56,94% |
| Quinta-feira | 30-out-2014 | 738 | 0 | 12 | Sem Precipitação | 962,56 | 1271 | 82,97% | 57,12% |
| Sexta-feira | 31-out-2014 | 749 | 13,4 | 0 | Direta | 971,93 | 1274 | 83,24% | 57,26% |
| Sábado | 1-nov-2014 | 750 | 0,2 | 1 | Indireta | 958,62 | 1288 | 83,52% | 57,89% |
| Domingo | 2-nov-2014 | 758 | 13,4 | 0 | Direta | 888,91 | 1289 | 83,79% | 57,93% |
| Segunda-feira | 3-nov-2014 | 803 | 52,2 | 0 | Direta | 949,13 | 1294 | 84,07% | 58,16% |
| Terça-feira | 4-nov-2014 | 728 | 14,4 | 0 | Direta | 960,13 | 1296 | 84,34% | 58,25% |
| Quarta-feira | 5-nov-2014 | 660 | 0 | 1 | Indireta | 966,62 | 1296 | 84,62% | 58,25% |
| Quinta-feira | 6-nov-2014 | 637 | 5,2 | 0 | Direta | 962,56 | 1305 | 84,89% | 58,65% |
| Sexta-feira | 7-nov-2014 | 630 | 10,2 | 0 | Direta | 971,93 | 1312 | 85,16% | 58,97% |
| Sábado | 8-nov-2014 | 755 | 25,8 | 0 | Direta | 958,62 | 1315 | 85,44% | 59,10% |
| Domingo | 9-nov-2014 | 731 | 5 | 0 | Direta | 888,91 | 1320 | 85,71% | 59,33% |
| Segunda-feira | 10-nov-2014 | 736 | 4,2 | 0 | Direta | 949,13 | 1324 | 85,99% | 59,51% |
| Terça-feira | 11-nov-2014 | 660 | 18,8 | 0 | Direta | 960,13 | 1327 | 86,26% | 59,64% |
| Quarta-feira | 12-nov-2014 | 673 | 5,8 | 0 | Direta | 966,62 | 1337 | 86,54% | 60,09% |
| Quinta-feira | 13-nov-2014 | 672 | 53,6 | 0 | Direta | 962,56 | 1342 | 86,81% | 60,31% |
| Sexta-feira | 14-nov-2014 | 690 | 20,8 | 0 | Direta | 971,93 | 1343 | 87,09% | 60,36% |
| Sábado | 15-nov-2014 | 688 | 14 | 0 | Direta | 958,62 | 1351 | 87,36% | 60,72% |
| Domingo | 16-nov-2014 | 629 | 0,2 | 1 | Indireta | 888,91 | 1360 | 87,64% | 61,12% |
| Segunda-feira | 17-nov-2014 | 620 | 1,2 | 2 | Indireta | 949,13 | 1372 | 87,91% | 61,66% |
| Terça-feira | 18-nov-2014 | 569 | 9,8 | 0 | Direta | 960,13 | 1376 | 88,19% | 61,84% |
| Quarta-feira | 19-nov-2014 | 497 | 4,8 | 0 | Direta | 966,62 | 1380 | 88,46% | 62,02% |
| Quinta-feira | 20-nov-2014 | 479 | 3,8 | 1 | Indireta | 962,56 | 1390 | 88,74% | 62,47% |
| Sexta-feira | 21-nov-2014 | 454 | 0 | 2 | Indireta | 971,93 | 1395 | 89,01% | 62,70% |

| Dia da Semana | Data | Totalização Caudal (m3/dia) | Precipitação (mm/dia) | Dias seguidos sem chuva | Influência da Precipitação | Caudal Médio por Dia da Semana | Totalização Caudal (m3/dia) | Número de dias (%) | Totalização Caudal (%) |
|---------------|-------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| Sábado | 22-nov-2014 | 544 | 2,8 | 3 | Indireta | 958,62 | 1409 | 89,29% | 63,33% |
| Domingo | 23-nov-2014 | 790 | 0,6 | 4 | Indireta | 888,91 | 1418 | 89,56% | 63,73% |
| Segunda-feira | 24-nov-2014 | 886 | 0 | 5 | Indireta | 949,13 | 1457 | 89,84% | 65,48% |
| Terça-feira | 25-nov-2014 | 883 | 0,2 | 6 | Indireta | 960,13 | 1463 | 90,11% | 65,75% |
| Quarta-feira | 26-nov-2014 | 959 | 0 | 7 | Indireta | 966,62 | 1467 | 90,38% | 65,93% |
| Quinta-feira | 27-nov-2014 | 936 | 2,8 | 8 | Sem Precipitação | 962,56 | 1479 | 90,66% | 66,47% |
| Sexta-feira | 28-nov-2014 | 1018 | 13 | 0 | Direta | 971,93 | 1522 | 90,93% | 68,40% |
| Sábado | 29-nov-2014 | 719 | 0 | 1 | Indireta | 958,62 | 1527 | 91,21% | 68,63% |
| Domingo | 30-nov-2014 | 918 | 0 | 2 | Indireta | 888,91 | 1534 | 91,48% | 68,94% |
| Segunda-feira | 1-dez-2014 | 906 | 0 | 3 | Indireta | 949,13 | 1537 | 91,76% | 69,08% |
| Terça-feira | 2-dez-2014 | 787 | 0 | 4 | Indireta | 960,13 | 1544 | 92,03% | 69,39% |
| Quarta-feira | 3-dez-2014 | 681 | 0 | 5 | Indireta | 966,62 | 1578 | 92,31% | 70,92% |
| Quinta-feira | 4-dez-2014 | 658 | 0 | 6 | Indireta | 962,56 | 1586 | 92,58% | 71,28% |
| Sexta-feira | 5-dez-2014 | 663 | 0 | 7 | Indireta | 971,93 | 1590 | 92,86% | 71,46% |
| Sábado | 6-dez-2014 | 668 | 0 | 8 | Sem Precipitação | 958,62 | 1616 | 93,13% | 72,63% |
| Domingo | 7-dez-2014 | 659 | 0 | 9 | Sem Precipitação | 888,91 | 1629 | 93,41% | 73,21% |
| Segunda-feira | 8-dez-2014 | 696 | 0 | 10 | Sem Precipitação | 949,13 | 1659 | 93,68% | 74,56% |
| Terça-feira | 9-dez-2014 | 804 | 0 | 11 | Sem Precipitação | 960,13 | 1666 | 93,96% | 74,88% |
| Quarta-feira | 10-dez-2014 | 796 | 0 | 12 | Sem Precipitação | 966,62 | 1692 | 94,23% | 76,04% |
| Quinta-feira | 11-dez-2014 | 830 | 0 | 13 | Sem Precipitação | 962,56 | 1706 | 94,51% | 76,67% |
| Sexta-feira | 12-dez-2014 | 864 | 1 | 14 | Sem Precipitação | 971,93 | 1735 | 94,78% | 77,98% |
| Sábado | 13-dez-2014 | 872 | 21,8 | 0 | Direta | 958,62 | 1740 | 95,05% | 78,20% |
| Domingo | 14-dez-2014 | 864 | 0,2 | 1 | Indireta | 888,91 | 1764 | 95,33% | 79,28% |
| Segunda-feira | 15-dez-2014 | 777 | 0 | 2 | Indireta | 949,13 | 1785 | 95,60% | 80,22% |
| Terça-feira | 16-dez-2014 | 809 | 4,2 | 0 | Direta | 960,13 | 1800 | 95,88% | 80,90% |
| Quarta-feira | 17-dez-2014 | 839 | 0,2 | 1 | Indireta | 966,62 | 1813 | 96,15% | 81,48% |
| Quinta-feira | 18-dez-2014 | 845 | 0 | 2 | Indireta | 962,56 | 1813 | 96,43% | 81,48% |
| Sexta-feira | 19-dez-2014 | 827 | 0 | 3 | Indireta | 971,93 | 1817 | 96,70% | 81,66% |
| Sábado | 20-dez-2014 | 733 | 0 | 4 | Indireta | 958,62 | 1837 | 96,98% | 82,56% |
| Domingo | 21-dez-2014 | 645 | 0 | 5 | Indireta | 888,91 | 1857 | 97,25% | 83,46% |
| Segunda-feira | 22-dez-2014 | 711 | 0 | 6 | Indireta | 949,13 | 1878 | 97,53% | 84,40% |
| Terça-feira | 23-dez-2014 | 626 | 0 | 7 | Indireta | 960,13 | 1889 | 97,80% | 84,90% |
| Quarta-feira | 24-dez-2014 | 638 | 0 | 8 | Sem Precipitação | 966,62 | 1900 | 98,08% | 85,39% |
| Quinta-feira | 25-dez-2014 | 651 | 0 | 9 | Sem Precipitação | 962,56 | 1934 | 98,35% | 86,92% |
| Sexta-feira | 26-dez-2014 | 654 | 0 | 10 | Sem Precipitação | 971,93 | 1987 | 98,63% | 89,30% |
| Sábado | 27-dez-2014 | 646 | 0 | 11 | Sem Precipitação | 958,62 | 2041 | 98,90% | 91,73% |
| Domingo | 28-dez-2014 | 695 | 3,8 | 12 | Sem Precipitação | 888,91 | 2072 | 99,18% | 93,12% |
| Segunda-feira | 29-dez-2014 | 651 | 0 | 13 | Sem Precipitação | 949,13 | 2087 | 99,45% | 93,80% |
| Terça-feira | 30-dez-2014 | 640 | 0 | 14 | Sem Precipitação | 960,13 | 2167 | 99,73% | 97,39% |
| Quarta-feira | 31-dez-2014 | 640 | 0 | 15 | Sem Precipitação | 966,62 | 2225 | 100,00% | 100,00% |

ANEXO II

Tabela de perfis da rede em estudo

| Perfil | Coordenadas | | Cotas | | | Distancias | |
|--------|-------------|------------|---------|---------|----------|--------------|----------|
| | M | P | Terreno | Conduta | Trabalho | Entre Perfis | À Origem |
| 1 | -37576,807 | 148672,745 | 108,09 | 105,39 | -2,70 | 5,41 | 0,000 |
| 2 | -37577,375 | 148667,366 | 108,68 | 105,33 | -3,35 | 31,02 | 5,409 |
| 3 | -37599,292 | 148645,410 | 106,34 | 104,56 | -1,78 | 51,02 | 36,432 |
| 4 | -37616,868 | 148597,516 | 104,19 | 102,41 | -1,78 | 57,10 | 87,448 |
| 5 | -37653,691 | 148553,875 | 103,12 | 100,95 | -2,17 | 58,89 | 144,549 |
| 6 | -37705,979 | 148526,781 | 102,83 | 100,31 | -2,52 | 59,66 | 203,440 |
| 7 | -37749,264 | 148485,726 | 100,66 | 98,81 | -1,85 | 60,71 | 263,098 |
| 8 | -37768,168 | 148428,036 | 102,06 | 97,04 | -5,02 | 94,74 | 323,806 |
| 9 | -37862,759 | 148433,268 | 97,92 | 95,07 | -2,85 | 34,39 | 418,542 |
| 10 | -37891,968 | 148451,426 | 98,34 | 94,86 | -3,48 | 12,42 | 452,935 |
| 11 | -37899,823 | 148441,808 | 97,50 | 94,71 | -2,79 | 57,40 | 465,353 |
| 12 | -37956,924 | 148435,953 | 96,13 | 94,24 | -1,89 | 39,24 | 522,752 |
| 13 | -37995,859 | 148431,098 | 95,86 | 93,87 | -1,99 | 46,95 | 561,990 |
| 14 | -38040,520 | 148416,632 | 96,81 | 93,53 | -3,28 | 38,25 | 608,937 |
| 15 | -38077,961 | 148424,465 | 97,04 | 93,17 | -3,87 | 36,74 | 647,187 |
| 16 | -38113,778 | 148432,629 | 95,84 | 92,86 | -2,98 | 29,38 | 683,922 |
| 17 | -38138,938 | 148417,465 | 95,18 | 92,33 | -2,85 | 19,83 | 713,298 |
| 18 | -38126,261 | 148402,220 | 93,84 | 91,05 | -2,79 | 63,42 | 733,126 |
| 19 | -38143,809 | 148341,279 | 90,64 | 86,97 | -3,67 | 34,37 | 796,544 |
| 20 | -38156,049 | 148309,167 | 88,84 | 86,59 | -2,25 | 58,86 | 830,909 |
| 21 | -38195,485 | 148265,473 | 87,48 | 85,85 | -1,63 | 53,21 | 889,768 |
| 22 | -38233,259 | 148228,000 | 86,70 | 84,75 | -1,95 | 17,29 | 942,976 |
| 23 | -38245,215 | 148215,509 | 86,78 | 84,56 | -2,22 | 44,70 | 960,267 |
| 24 | -38281,284 | 148189,101 | 86,75 | 84,04 | -2,71 | 15,20 | 1004,970 |
| 25 | -38295,551 | 148183,849 | 86,07 | 83,66 | -2,41 | 54,94 | 1020,173 |
| 26 | -38332,668 | 148143,348 | 84,63 | 83,15 | -1,48 | 15,08 | 1075,109 |
| 26,1 | -38342,325 | 148131,767 | 84,53 | 83,01 | -1,52 | 27,23 | 1090,188 |
| 27 | -38352,210 | 148106,390 | 83,69 | 82,81 | -0,88 | 32,04 | 1117,422 |
| 28 | -38383,340 | 148098,793 | 84,30 | 82,62 | -1,68 | 17,20 | 1149,466 |
| 29 | -38400,535 | 148098,289 | 84,86 | 82,08 | -2,78 | 45,50 | 1166,668 |
| 29' | -38446,007 | 148096,837 | 83,34 | 78,97 | -4,37 | 9,57 | 1212,164 |
| 30 | -38453,295 | 148090,629 | 80,94 | 78,44 | -2,50 | 21,38 | 1221,738 |
| 31 | -38468,790 | 148075,902 | 80,76 | 78,30 | -2,46 | 35,21 | 1243,114 |
| 32 | -38492,308 | 148049,697 | 80,10 | 77,42 | -2,68 | 13,61 | 1278,325 |
| 33 | -38504,148 | 148042,984 | 79,99 | 77,28 | -2,71 | 39,90 | 1291,936 |
| 34 | -38536,628 | 148019,811 | 79,89 | 76,87 | -3,02 | 24,98 | 1331,834 |
| 35 | -38560,629 | 148012,889 | 78,80 | 76,02 | -2,78 | 36,28 | 1356,814 |
| 36 | -38586,202 | 147987,152 | 77,44 | 74,71 | -2,73 | 32,69 | 1393,096 |
| 37 | -38618,536 | 147982,358 | 77,49 | 74,49 | -3,00 | 19,55 | 1425,784 |
| 38 | -38632,869 | 147969,062 | 77,59 | 74,33 | -3,26 | 21,14 | 1445,334 |
| 39 | -38649,242 | 147955,690 | 76,68 | 74,16 | -2,52 | 39,02 | 1466,474 |
| 40 | -38680,589 | 147932,447 | 74,79 | 73,02 | -1,77 | 40,71 | 1505,498 |
| 41 | -38717,469 | 147949,687 | 73,47 | 71,67 | -1,80 | 39,16 | 1546,208 |
| 42 | -38749,242 | 147972,580 | 73,12 | 71,38 | -1,74 | 49,74 | 1585,369 |
| 43 | -38798,827 | 147976,533 | 72,60 | 71,13 | -1,47 | 14,94 | 1635,112 |
| 44 | -38811,488 | 147968,596 | 71,27 | 69,83 | -1,44 | 27,95 | 1650,055 |
| 45 | -38838,903 | 147963,129 | 70,16 | 68,98 | -1,18 | 29,97 | 1678,010 |
| 46 | -38868,458 | 147958,160 | 70,60 | 68,81 | -1,79 | 51,51 | 1707,980 |
| 47 | -38913,630 | 147933,410 | 70,19 | 67,49 | -2,70 | 27,87 | 1759,488 |
| 48 | -38937,124 | 147918,426 | 69,11 | 67,18 | -1,93 | 27,03 | 1787,353 |
| 48' | -38930,458 | 147892,230 | 70,71 | 67,02 | -3,69 | 42,08 | 1814,384 |
| 49 | -38954,092 | 147857,412 | 70,09 | 65,64 | -4,45 | 40,61 | 1856,466 |
| EE | -38994,702 | 147857,435 | 66,97 | 65,35 | -1,62 | | 1897,076 |

ANEXO III

EESv1, EERM1 e ETAR de Espinho

EESv1

A EESv1 é dotada dos seguintes equipamentos eletromecânicos:

- Comportas murais, de secção circular, de acionamento manual;
- Comportas murais, de secção circular, de acionamento pneumático;
- Unidade de ar comprimido, para alimentação de ar às comportas murais;
- Compactador, para gradagem e remoção de detritos;
- Parafuso sem-fim horizontal;
- Parafuso sem-fim vertical, com tremonha de descarga;
- Grade de limpeza manual, para proteção dos grupos elevatórios, com respetivo cesto de recolha de detritos;
- Grupos eletrobomba do tipo submersível;
- Tubagens, válvulas e acessórios da compressão dos grupos elevatórios, até à ligação à conduta elevatória;
- Equipamento de ventilação constituído por extrator e insuflador de ar, e respetiva tubagem;
- Sistema de desodorização de odores através de filtro de carvão ativado;
- Monocarril com diferencial elétrico de corrente, com carro de translação manual, para movimentação de cargas;
- Conjunto de equipamento (reservatório hidropneumático e acessórios), para proteção anti aríete;
- Equipamento de abastecimento de água;
- Contentores de detritos;
- Bomba de trasfega de combustível.



Ilustração 1 – Torre de desodorização e Reservatório de Ar Comprimido



Ilustração 2 – Comportas pneumáticas de entrada



Ilustração 3 – Quadros Elétricos



Ilustração 4 – Sinótico da EESv1



Ilustração 5 – Compressor de ar



Ilustração 6 – Grupo gerador de emergência

EERM1

A EERM1 é dotada dos seguintes equipamentos eletromecânicos:

- Comportas murais de secção circular, de seccionamento da estação elevatória, de acionamento manual;
- Comportas murais de isolamento dos canais da obra de entrada, de acionamento pneumático;
- Comportas adufa manuais;
- Descarregador do tipo Sutro;
- Unidade de ar comprimido, para alimentação de ar às comportas murais;
- Tamisador/compactador, para remoção de detritos;
- Desarenador do tipo “Pista” com o respetivo sistema de elevação de areias;
- Classificador de areias;
- Grade de limpeza manual, para proteção dos grupos elevatórios, com respetivo cesto de recolha de detritos;
- Grupos eletrobomba do tipo submersível;
- Electroagitador de fundo do poço de bombagem, para suspensão da matéria sólida durante os períodos de bombagem;
- Tubagens, válvulas e acessórios da compressão dos grupos elevatórios, até à ligação à conduta elevatória;
- Equipamento de ventilação constituído por extrator e insuflador de ar, e respetiva tubagem;
- Sistema de desodorização de odores através de filtro de carvão ativado.
- Monocarril com diferencial elétrico e manuais de corrente, com carro de translação manual, para movimentação de cargas;
- Plataforma elevatória;
- Conjunto de equipamento (reservatório hidropneumático e acessórios), para proteção anti-áríete;
- Equipamento de abastecimento de água;
- Instrumentos (medição de caudal e de nível, deteção de sulfureto de hidrogénio; medição de potencial redox e de pH e sistema de deteção de intrusão);
- Contentores de detritos.



Ilustração 7 – Reservatório de ar comprimido



Ilustração 8 – Quadros elétricos



Ilustração 9 – Sinótico da EERM1



Ilustração 10 – Grupo Gerador de Emergência



Ilustração 11 – Torre de Desodorização



Ilustração 12 – Compressor de ar



Ilustração 13 - Tamisador



Ilustração 14 – Conduitas de compressão e respetivos acessórios

ETAR de Espinho



Ilustração 15 – Parafusos de Arquimedes (vista exterior)



Ilustração 16 – Parafusos de Arquimedes (vista dos motores)



Ilustração 17 – Grelhas de limpeza automática



Ilustração 18 – Desarenadores/desengorduradores



Ilustração 19 – Decantadores Secundários



Ilustração 20 – Decantadores Secundários

ANEXO IV

Testes de fumo realizados



Ilustração 21 Máquina de Fumo e Bomba de pressão de Ar



Ilustração 22 Produto utilizado na máquina de fumo



Ilustração 23 Tubo da máquina de fumo inserido na rede



Ilustração 24 Fumo saliente num passeio



Ilustração 25 Fumo saliente numa sarjeta



Ilustração 26 Fumo saliente numa sarjeta

ANEXO V

Dados sobre INDAQUA Feira

SERVIÇO DE SANEAMENTO

Utentes de saneamento

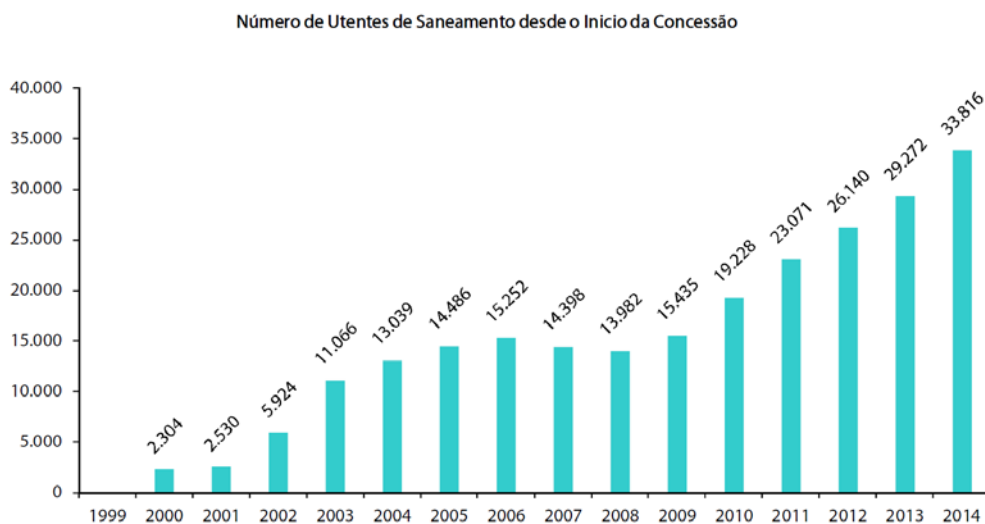
No quadro seguinte apresenta-se a evolução do número de utentes de saneamento por tipo de utente nos dois últimos anos:

| UTENTES DE SANEAMENTO POR TIPOLOGIA | 2014 | 2013 | Variação | |
|-------------------------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| | | | Qtd. | % |
| Domésticos | 30.150 | 25.849 | 4.301 | 16,64% |
| Comércio e Indústria | 3.096 | 2.898 | 198 | 6,83% |
| Estado / Autarquias | 156 | 151 | 5 | 3,31% |
| Instituições de Utilidade Pública | 81 | 64 | 17 | 26,56% |
| Obras | 320 | 298 | 22 | 7,38% |
| Outros | 13 | 12 | 1 | 8,33% |
| Total | 33.816 | 29.272 | 4.544 | 15,52% |

No exercício de 2014, devido à campanha de obrigatoriedade legal de ligação das redes prediais às redes públicas e devido à entrada em serviço de novas redes nas bacias do Douro e nas bacias da Laje e do Caster, continuou a verificar-se uma acentuada adesão ao serviço de saneamento. O número de contratos ativos de saneamento aumentou de 29.272 em 31 de dezembro de 2013 para 33.816 em 31 de dezembro de 2014, o que corresponde a um aumento de cerca de 16,6 %.

No final do ano existem ainda 4.599 contratos de saneamento pendentes da entrada em serviço das respetivas redes ou da conclusão das necessárias obras de adaptação das instalações prediais.

No gráfico seguinte podemos observar a evolução dos utentes de saneamento desde o início da concessão:



Volumes de Saneamento Faturados

No quadro seguinte podemos observar a evolução dos volumes de saneamento faturados nos dois últimos anos por tipo de consumidor e por escalão de consumo:

| VOLUMES DE SANEAMENTO FATURADOS | 2014 | | | 2013 | | | Variação |
|-----------------------------------|------------------|----------------|---------------|------------------|----------------|---------------|--------------|
| | m3 | % | % / Tipologia | m3 | % | % / Tipologia | |
| Domésticos | 1.875.672 | 72,88% | 100,00% | 1.796.517 | 73,04% | 100,00% | 4,41% |
| 1º Escalão - Entre 0 e 5 m3 | 1.036.135 | 40,26% | 55,24% | 966.408 | 39,29% | 53,79% | 7,22% |
| 2º Escalão - Entre 6 e 15 m3 | 572.277 | 22,24% | 30,51% | 552.354 | 22,46% | 30,75% | 3,61% |
| 3º Escalão - Entre 16 e 25 m3 | 246.346 | 9,57% | 13,13% | 251.236 | 10,21% | 13,98% | -1,95% |
| 4º Escalão - Superior a 25 m3 | 20.914 | 0,81% | 1,12% | 26.519 | 1,08% | 1,48% | -21,14% |
| Comércio e Indústria | 413.790 | 16,08% | - | 392.892 | 15,97% | - | 5,32% |
| Estado / Administração Central | 45.075 | 1,75% | - | 45.119 | 1,83% | - | -0,10% |
| Autarquias / Administração Local | 32.299 | 1,26% | - | 29.446 | 1,20% | - | 9,69% |
| Instituições de Utilidade Pública | 188.978 | 7,34% | - | 177.517 | 7,22% | - | 6,46% |
| Obras | 17.695 | 0,69% | - | 18.250 | 0,74% | - | -3,04% |
| Total | 2.573.509 | 100,00% | - | 2.459.741 | 100,00% | - | 4,63% |

Foram faturados 2.573.509 m³ de saneamento, o que corresponde a um aumento de 4,6 % relativamente ao ano de 2013, aumento este inferior ao aumento do número de clientes devido à redução das capitações médias.

No gráfico seguinte podemos observar a evolução dos volumes de saneamento faturados desde o ano de 2004:

