Trabalho Prático nº 2

Problema de Otimização

Relatório de Estágio

Francisco José Valente Ferreira

2019113494

Licenciatura em Engenharia Informática

Ramo de Desenvolvimento de Aplicações

Instituto Politécnico de Coimbra

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

09, janeiro de 2024

**Índice**

[Agradecimentos i](#_Toc68777782)

[Resumo iii](#_Toc68777783)

[Abstract v](#_Toc68777784)

[Índice de figuras ix](#_Toc68777785)

[Índice de tabelas xi](#_Toc68777786)

[Acrónimos xiii](#_Toc68777787)

[1 Introdução 1](#_Toc68777788)

[1.1 Entidade de acolhimento 1](#_Toc68777789)

[1.2 Instituto Superior de Engenharia de Coimbra 1](#_Toc68777790)

[1.3 Objetivos e plano de trabalhos 1](#_Toc68777791)

[1.4 Estrutura do relatório 2](#_Toc68777792)

[2 Mais um capítulo 5](#_Toc68777793)

[3 Mais um capítulo 7](#_Toc68777794)

[4 Mais um capítulo 9](#_Toc68777795)

[4.1 Requisitos 9](#_Toc68777796)

[4.2 Arquitetura 9](#_Toc68777797)

[4.3 Tecnologias e ferramentas usadas 9](#_Toc68777798)

[4.4 Implementação 9](#_Toc68777799)

[4.5 Testes e validação 9](#_Toc68777800)

[4.5.1 Método A 9](#_Toc68777801)

[4.5.2 Método B 10](#_Toc68777802)

[5 Mais um capítulo 11](#_Toc68777803)

[6 Conclusões e trabalho futuro 13](#_Toc68777804)

[6.1 Conclusões 13](#_Toc68777805)

[6.2 Trabalho Futuro 13](#_Toc68777806)

[Referências 15](#_Toc68777807)

[Anexos 17](#_Toc68777808)

[Anexo A: Proposta de Estágio A-1](#_Toc68777809)

[Anexo B: Especificação de Requisitos B-1](#_Toc68777810)

# Índice de figuras

[Figura 1.1 Explicação da figura 1](#_Toc68777811)

# Índice de tabelas

[Tabela 4.1 – Tecnologias e ferramentas usadas 9](#_Toc68777812)

# Introdução

No contexto da disciplina de Inteligência Artificial o projeto consistiu em Implementar em código C algoritmos de otimização, usando o trepa colinas, e variações de algoritmos genéticos em especifico o problema de maximização de arestas de um subgrafo.

Neste trabalho foram implementados 3 algoritmos, o trepa colinas, um algoritmo genético, e um algoritmo de hibrido, sendo alteradas configurações para obter os melhores valores de otimização.

O objetivo foi efetuar um estudo comparativo aprofundado sobre o desempenho da otimização, usando exemplos disponibilizados de um pequeno conjunto de vértices até elevados valores e testar a otimização entre os diferentes ficheiros.

## Estrutura do relatório

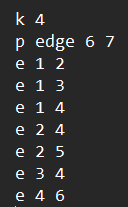
O relatório vai falar sobre a representação do problema e abordagens para gerar soluções válidas, seguindo das configurações e resultados para o algoritmo de pesquisa local, configurações e resultados para o algoritmo evolutivo, configurações e resultados para os algoritmos híbridos.

# representação do problema

## Modelo de dados

Os valores dos dados são obtidos através ficheiros com estrutura pré-definida.

São obtidos os valores do número de itens do subconjunto de vértices (k), o número vértices p = 6 e o número de arestas. A matriz de adjacências é criada p\*p, onde são colocados 1s onde há ligações, só é preenchida a parte superior ou inferior, e a diagonal está preenchida a 0 senão significava que um ponto está ligado com ele mesmo e contar como aumento do custo.



# estudo experimental

Neste capítulo vamos falar sobre a abordagem na exploração dos dados da rede da cidade de Cantanhede, onde foram inicialmente obtidos dados de caudal de uma zona de medição e controlo (ZMC), registos de intervenções desde 2018, tubagens, para a análise do problema das fugas de água e avaliação geral da rede de águas. O processo de análise foi abordado pela metodologia CRISP-DM sendo este capítulo dedicado a parte de *data understanding*. O objetivo da análise exploratória é permitir encontrar características relevantes para a deteção de falhas ao longo do tempo na análise do caudal, bem como analisar de modo geral.

## Trepa colinas first choice

O trepa colinas é um algoritmo de otimização heurístico que é utilizado para encontrar o máximo local de uma função. Que vai criando alterações iterativas na solução atual e escolhendo a alteração que resulta em maior fitness na solução.

A variante "first choice" de trepa colinas é um tipo específico de algoritmo de trepa colinas que considera apenas a primeira possível mudança que melhora a solução, em vez de considerar todas as mudanças possíveis e escolher a melhor. Isso pode ser uma estratégia útil quando o espaço de busca é grande e o custo de avaliar as mudanças potenciais é alto, pois permite que o algoritmo progrida mais rapidamente. No entanto, também é mais propenso a ficar preso em máximos locais, pois pode não considerar mudanças alternativas que poderiam potencialmente levar a uma solução melhor.

Para ilustrar como o trepa colinas funciona, exemplo: suponha que desejamos encontrar o valor máximo da função f(x) = x^2 no intervalo [0, 10]. Podemos começar escolhendo um ponto inicial, digamos x = 5, e então fazer alterações iterativas em x para ver se podemos melhorar o valor da função. Se aumentarmos x em 1, encontramos que f(6) = 36, o que é maior que f(5) = 25. Portanto, atualizamos nossa solução atual para x = 6. Em seguida, repetimos o processo, aumentando x em 1 novamente para encontrar que f(7) = 49, o que é maior que f(6). Continuamos esse processo até atingirmos o valor máximo da função em x = 10.

O algoritmo só termina quando o número de iterações especificado termina. Guardando o último melhor fitness que será a solução ótima.

Neste trabalho o algoritmo é lançado várias vezes em diversos pontos aleatórios, tentando assim encontrar ótimos globais.

## Caudal da ZMC do bolho

A freguesia do bolho no município de Cantanhede caracteriza-se por uma planície que faz fronteira com o distrito de Aveiro.

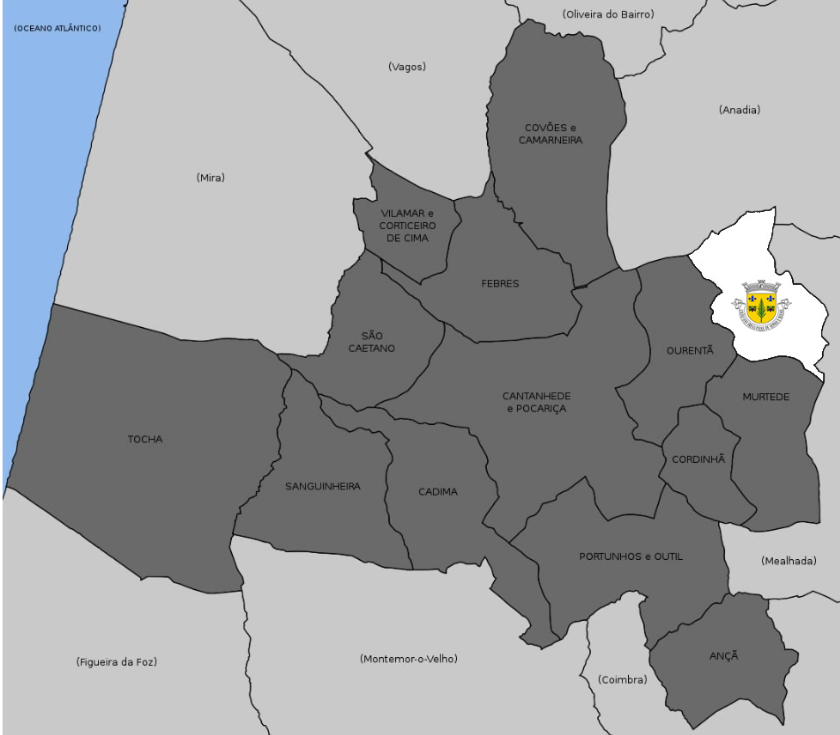


Figure Mapa de freguesias de Cantanhede

Os dados obtidos de caudal são medições em m3 por hora por razões de rendimento de baterias associadas aos sensores de medição. Os inícios das medições obtidas foram registados em 2020 até agosto de 2022.

A análise mensal do caudal mostra uma variação de sinal mensal ao longo do ano claramente similar ao longo dos anos. Dá para ver que durante os meses de Inverno e primavera até ao início do verão há uma estabilização do valor do caudal, pouco crescente que, mas em que em maio há realmente um aumento significativo do caudal.

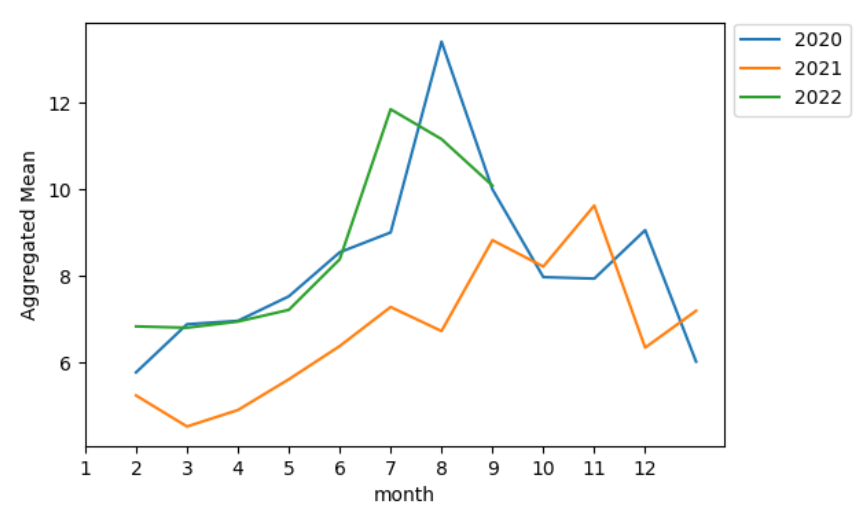


Figura Caudal Média Mensal

A figura 2 mostra a variação a longo do ano com aumentos significativos nos meses de verão e onde há variações mais acentuadas que será mais propenso a fugas nas ligações. O ano de 2021 mostra uma redução que pode ser explicada pela redução do consumo como podemos comprovar pela figura 3 que mostra que o ano 2021 foi bastante chuvoso logo o uso da água armazenada em poços e furos garante a pouca utilização da água da ZMC do bolho. Sendo assim possível concluir que o principal fator de influência do caudal anualmente é a precipitação.

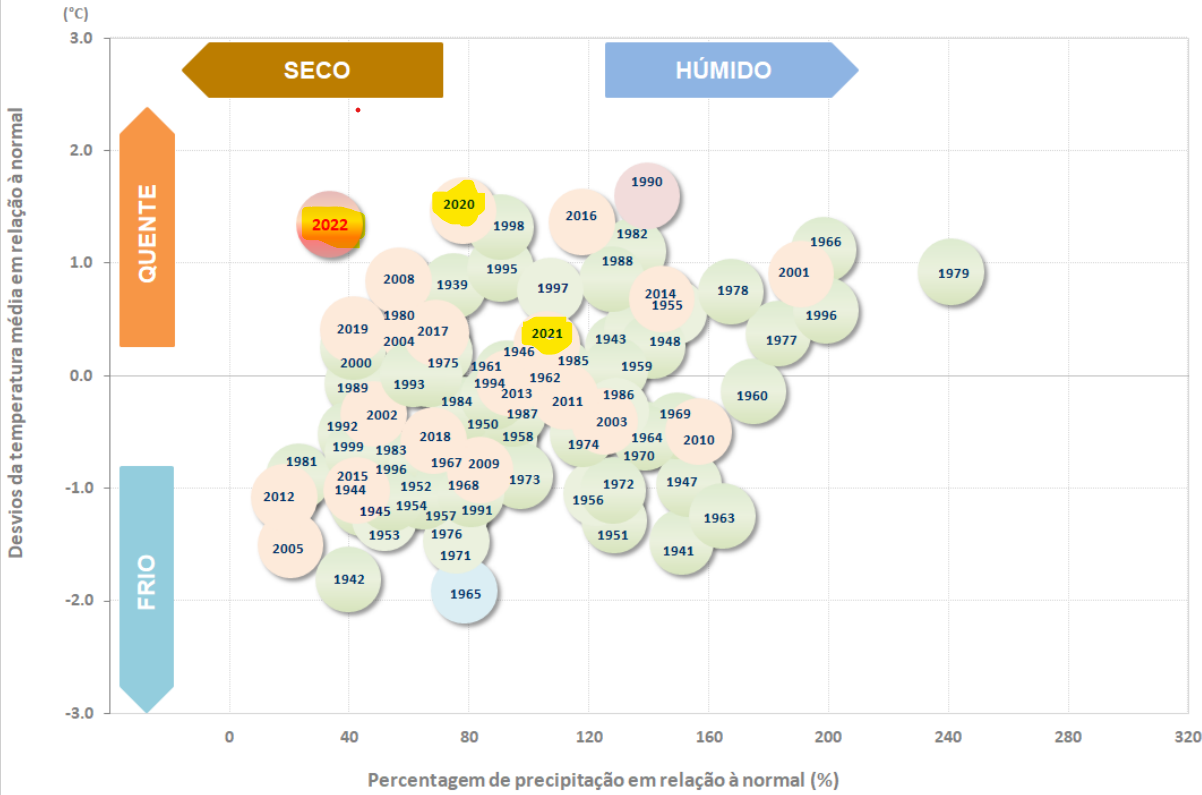


Figure Boletim Climatológico Inverno 2022

A Figura 4 mostra o sinal do caudal que também tem uma variação previsível dependendo do dia da semana é possível observar a quedas da média diária na transição de domingo para segunda e que se mantém estável durante semana e que depois ao sábado obtém o seu pico de uso. As médias diárias durante a semana também permitem mostrar quais os meses onde essa variação semanal previsível se perde visto que ao aumentar o caudal médio para os valores de verão as variações semanais perdem-se visto que são atingidos valores bastante altos de caudal. Por exemplo em julho o aumento normal ao sábado não se reflete tanto. As variações mais fora do comum podem também ser justificadas por chuvas em alturas do ano menos comuns.

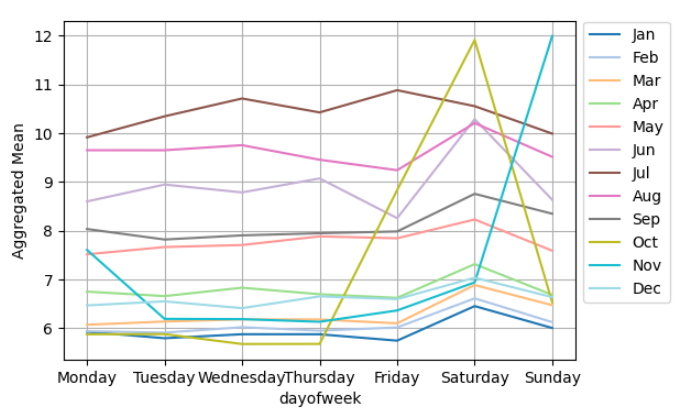


Figure Variação diária semanal por mês

## Análise dos dados das intervenções

Os dados das intervenções são também fundamentais para avaliar tanto as alturas de ano quando é mais importante manter as equipas de roturas alertas e para analisar padrões de caudal relevantes que despertem variações de sinal propensas a fugas na rede, contudo os dados também envolvem intervenções não diretamente relacionados com o caudal como por exemplo furtos de contadores, avarias elétricas, avarias externas relacionadas com ambiente em redor (lares de idosos, construções, alterações de pavimento), ampliações de tubagem, e provocadas também por outras intervenções. Visto que a maior parte das intervenções não têm descrição não é possível definir se será uma causa natural de fuga (aumento de pressão ou desgaste de tubagem) ou se foi impacto do meio onde se encontra (erro humano, ou outras), visto que não irá alterar significativamente a avaliação dos dados visto que os fatores externos são em menor quantidade.

As informações das intervenções são referentes cerca de 20 ZMC de Cantanhede apesar de algumas delas não estarem registas em nenhuma dessas. Estes dados estudados são de desde o início de 2018 até outubro de 2022. Na Figura 5 é possível ver o número de intervenções registas ano após ano, o número de intervenções tem vindo a aumentar ao longo dos anos isto pode ser devido á canalização que com o passar dos anos o desgaste pode ir acentuando gradualmente o número intervenções, o início do verão mostra que haverá relação entre caudal e intervenções, apesar de 2021 ter sido um ano chuvoso o número de intervenções mantivesse elevado, mesmo havendo médias de caudal baixas diárias (considerando apenas o caudal da ZMC do bolho) durante todo o ano de 2021, as variações do caudal parecem manter o mesmo nível de estragos, o que pode estar relacionado também com pouca pressão como está descrito em intervenções, mesmo assim ao longo do ano de 2021 o caudal do bolho aumento de maneira mais anormal de agosto até novembro o que pode explicar o pico após setembro.

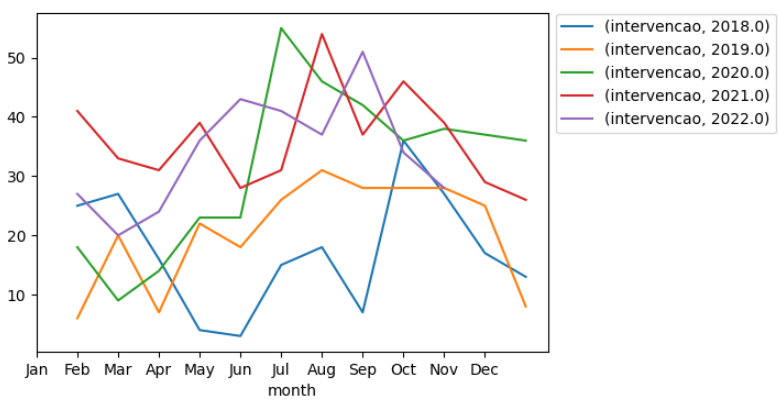


Figure Intervenções Ano após Ano

A lista de intervenções também dispõe de valores de latitude e longitude, em cerca de 317 intervenções, sendo assim possível observar geograficamente na cidade de Cantanhede. Na Figura 6 é possível verificar que as zonas de maior intervenção são no centro da cidade, bem como regiões de maior população, como se situa numa planície o único fator que parece ser mais relevante é o aglomerado populacional.

Uma imagem com mapa

Descrição gerada automaticamente

Figure Mapa de Intervenções cantanhede

## Análise Intervenções associadas ao caudal ZMC do bolho

A análise do caudal durante as datas de intervenções que foram associadas á ZMC do bolho, só mostrou registos de intervenções a partir de maio de 2022 até outubro Figura 7, sendo assim é possível ver o início do verão com 4 intervenções em maio num curto espaço de tempo, tendo em conta que vão ficando mais espaçadas temporalmente, estas suposições são confirmadas pelos dados globais das intervenções. Análise mais aprofundada nessa época temporal mostrou falhas de dados entre 06/09 até 06/25 e a data 2 intervenções for a executadas nessa janela temporal. A Figure 8 a altura de execução das intervenções bem como o caudal médio registado.

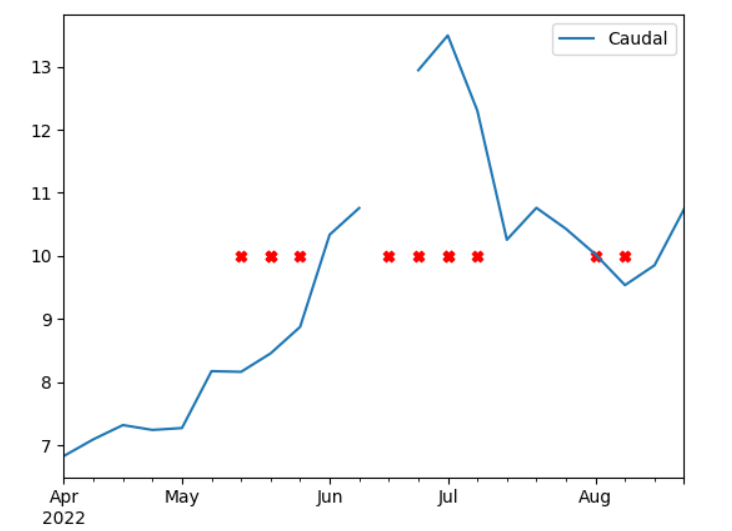


Figure Caudal do bolho nas épocas das intervenções – Média semanal

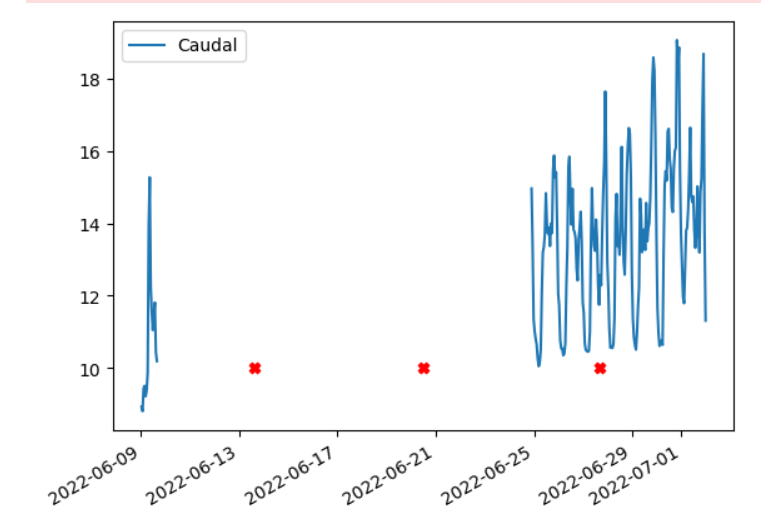


Figure Caudal Média Diária, Falha de dados em Intervenções

Os valores mais relevantes(Figura 9) foram as médias diárias que mostrou máximos no início de junho e também no inicio de maio parece haver maiores oscilações o que é ajuda a perceber que quanto maior for o número de oscilações maior o número de intervenções, visto que as diferenças de caudal são bastante significativas e saltos de +-3 m3 são saltos que parecem impactar a rede de forma brusca, visto que são ocasiões de verão as mais suscetíveis a esses saltos pois durante a noite o caudal desce bastante mas ainda assim as médias de verão são bastante altas. A época alta fica marcada por uma elevação no início e depois por uma queda acentuada que pode ser justificada por chuvas e um retorno gradual até aos valores normais de média entre 9-7 m3 até ao ano seguinte.

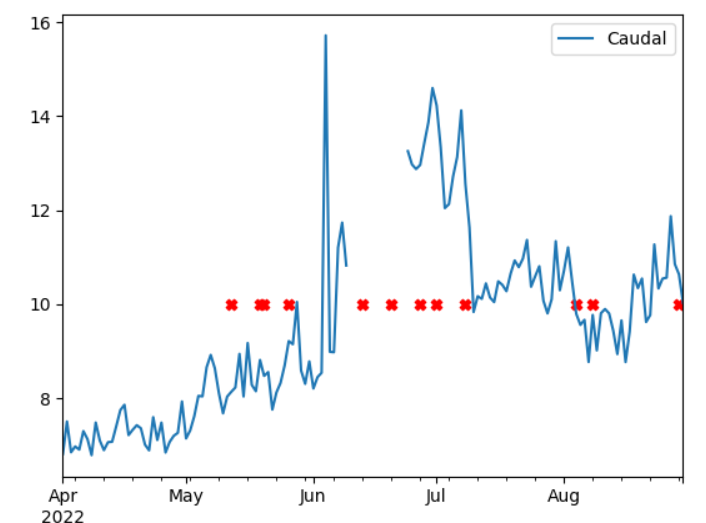


Figure Caudal Diário e intervenções

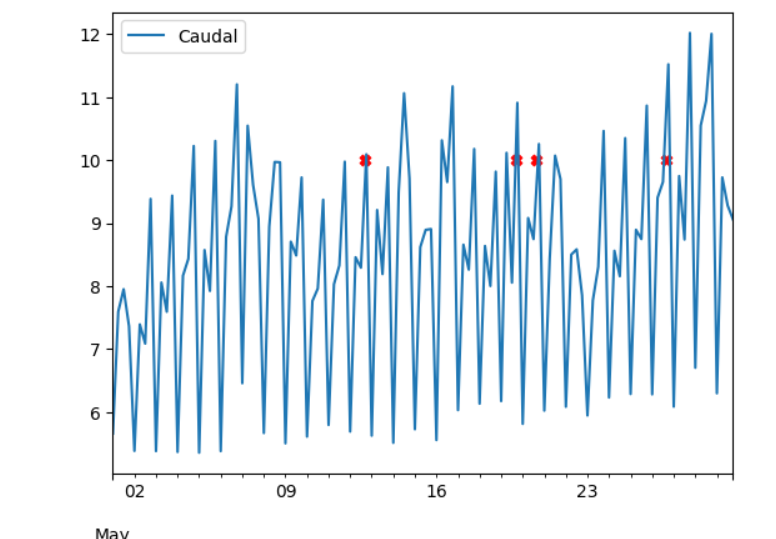


Figure Transição para o início do verão - médias de 6 horas com intervenções

Como se pode ver na Figura 10 com o início do verão o sinal sobe fazendo com que as oscilações aumentem ligeiramente, este aumento de patamar para cima de 6 m3, muito perto de 6 inicialmente, de mínimo é marcado dias depois pelo início das intervenções.

## Análise de Tubagens

Neste projeto foram também analisados dados de tubagens visto que as suas características podem ser também relevantes para a caracterização do ambiente onde os caudais são analisados e provado pela literatura que tomam uma parte significante, mas ainda assim menos relevante do que o caudal por si só.

As tubagens analisadas mostram que há canos que foram instalados em 1970 e o maior número de tubagens foi instalado em 2018, a Figura 11 . Sendo que 98% são instalados debaixo de alcatrão, com comprimentos que podem chegar aos 2 mil metros, então podemos concluir que o principal ambiente das tubagens será em terrenos de passagem de veículos que dependendo da sua utilização pode requerer repavimentações ou alteração de vias e o peso que é aplicado ao terreno, tudo isso pode influenciar a canalização, visto que o alcatrão é também afetado pelas diferenças de temperatura. O material das tubagens também importante o conjunto analisado contém tubagens com 64% de PVC com tempos de vida de aproximadamente 100 anos e cerca de 25% de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) que se aproximam dos 50 anos, mas com outras características de qualidade. As Tubagens relativas a caudal da ZMC do bolho os registos indicam tubagens instaladas em 1997 e 1998 cerca de 92% em PVC, com comprimentos que podem chegar a mil metros de comprimento.

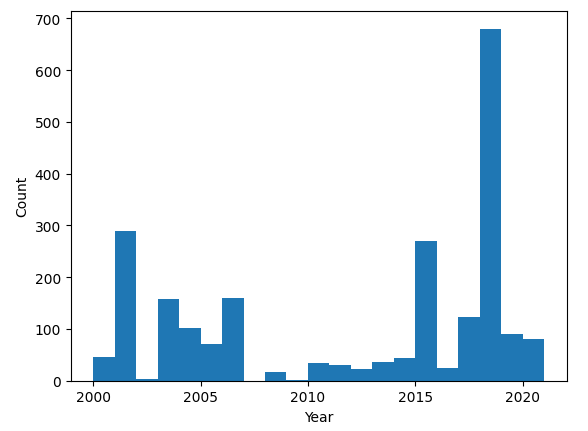


Figure Instalação de tubagens a partir do ano 2000

# Mais um capítulo

… as subsecções seguintes são apenas exemplificativas…

## Requisitos

…

## Arquitetura

…

## Tecnologias e ferramentas usadas

… que se encontram descritas na Tabela 4.1.

Tabela . – Tecnologias e ferramentas usadas

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nome** | **Descrição** | **Utilização no projeto** |
| Picasso [1] | Biblioteca *open source* que permite fazer *download* e *caching* de imagens de forma simples. | Utilizada para fazer o *download* das imagens de perfil do utilizador. |
|  |  |  |

## Implementação

…

## Testes e validação

…

### Método A

…

### Método B

…

# Mais um capítulo

…

# Conclusões e trabalho futuro

...

## Conclusões

...

## Trabalho Futuro

…

# Referências

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | “ISEC - Instituto Superior de Engenharia de Coimbra | Instituto Politécnico de Coimbra,” [Online]. Available: https://www.isec.pt/PT/Default.aspx. [Acedido em 8 4 2021]. |
| [2] | G. P, International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562, 2017. [Online]. Available: https://www.ripublication.com/ijaer17/ijaerv12n16\_19.pdf. [Acedido em 12 11 2022]. |
| [3] | N. Mashhadi, “Use of Machine Learning for Leak Detection and Localization,” 28 Setembro 2021. [Online]. Available: https://www.mdpi.com/2624-6511/4/4/69/htm. [Acedido em 11 8 2022]. |
| [4] | A. U. Salam, “ON-LINE MONITORING SYSTEM OF WATER LEAKAGE DETECTION IN,” 10 october 2014. [Online]. Available: http://www.arpnjournals.com/jeas/research\_papers/rp\_2014/jeas\_1014\_1258.pdf. [Acedido em 13 11 2022]. |
| [5] | X. Wu, Leakage Location Method of Water Supply Pipe, Dalian, China, 2022. |
| [6] | J. Kemba, “Leakage detection in Tsumeb east water distribution network using EPANET and support vector regression,” 30 Maio 2017. [Online]. Available: https://ieeexplore.ieee.org/document/8102401. [Acedido em 11 8 2022]. |
| [7] | K. B. Adedeji, “Leakage Detection and Estimation Algorithm for Loss Reduction in Water Piping Networks,” 11 October 2017. [Online]. Available: https://www.mdpi.com/2073-4441/9/10/773/htm. [Acedido em 13 11 2022]. |
| [8] | “ISEC - Licenciaturas - Engenharia Informática,” [Online]. Available: https://www.isec.pt/PT/estudar/licenciaturas/EngInfor/. [Acedido em 8 4 2021]. |

# 

# Anexos

Proposta de Estágio

… conteúdo Anexo A

… conteúdo Anexo A

… conteúdo Anexo A

Especificação de Requisitos

… conteúdo Anexo B

… conteúdo Anexo B

… conteúdo Anexo B