



**Marcos Túlio Cirilo
Dultra**

TÍTULO DA TESE (MÁXIMO 130 CARACTERES)

THESIS TITLE (MAX 130 CHARACTERS)

DOCUMENTO PROVISÓRIO



**Marcos Túlio Cirilo
Dultra**

TÍTULO DA TESE (MÁXIMO 130 CARACTERES)
THESIS TITLE (MAX 130 CHARACTERS)

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Computadores e Telemática, realizada sob a orientação científica do Doutor (Prof. Doutor António Gil D'Orey de Andrade Campos), Professor associado do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro, do Doutor (co-orientador), Professor auxiliar convidado do Departamento de Matemática da Universidade de Aveiro, da Doutora (co-orientadora), Professora associada c/ agregação do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro, e do Doutor (co-orientador), Professor auxiliar convidado do Departamento de Física da Universidade de Aveiro.

Texto Apoio financeiro do POCTI
no âmbito do III Quadro Comuni-
tário de Apoio.

(if applicable- Portuguese manda-
tory)

Texto Apoio financeiro da FCT e
do FSE no âmbito do III Quadro
Comunitário de Apoio.

(if applicable- Portuguese manda-
tory)

o júri / the jury

presidente / president

Prof. Doutor João Antunes da Silva
professor associado da Universidade de Aveiro

vogais / examiners committee

Prof. Doutor João Antunes da Silva
professor associado da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor João Antunes da Silva
professor associado da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor João Antunes da Silva
professor associado da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor João Antunes da Silva
professor associado da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor João Antunes da Silva
professor associado da Universidade de Aveiro

**agradecimentos /
acknowledgements**

Agradeço toda a ajuda a todos os meus colegas e companheiros.

palavras-chave

texto livro, arquitetura, história, construção, materiais de construção, saber tradicional.

resumo

Um resumo é um pequeno apanhado de um trabalho mais longo (como uma tese, dissertação ou trabalho de pesquisa). O resumo relata de forma concisa os objetivos e resultados da sua pesquisa, para que os leitores saibam exatamente o que se aborda no seu documento.

Embora a estrutura possa variar um pouco dependendo da sua área de estudo, o seu resumo deve descrever o propósito do seu trabalho, os métodos que você usou e as conclusões a que chegou.

Uma maneira comum de estruturar um resumo é usar a estrutura IMRaD. Isso significa:

- Introdução
- Métodos
- Resultados
- Discussão

Veja mais pormenores aqui:

<https://www.scribbr.com/dissertation/abstract/>

keywords

textbook, architecture, history, construction, construction materials, traditional knowledge.

abstract

An abstract is a short summary of a longer work (such as a thesis, dissertation or research paper).

The abstract concisely reports the aims and outcomes of your research, so that readers know exactly what your paper is about.

Although the structure may vary slightly depending on your discipline, your abstract should describe the purpose of your work, the methods you've used, and the conclusions you've drawn.

One common way to structure your abstract is to use the IMRaD structure. This stands for:

- Introduction
- Methods
- Results
- Discussion

Check for more details here:

<https://www.scribbr.com/dissertation/abstract/>

**acknowledgement of use of
AI tools**

**Recognition of the use of generative Artificial Intelligence
technologies and tools, software and other support tools.**

I acknowledge the use of [insert AI system(s) and link] to [specific use of generative artificial intelligence or other tasks]. I acknowledge the use of [software, codes or platforms] to [specific use software, codes or platforms or to other tasks].

Example 1: I acknowledge the use of ChatGPT 3.5 (Open AI, <https://chat.openai.com>) to summarise the initial notes and to proofread the final draft and the use of Office365 (Microsoft, <https://www.office.com>) for text writing and productivity.

Example 2: No content generated by AI technologies has been used in this Thesis.

Conteúdo

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Glossário

Introduction

A short description of the chapter.

A memorable quote can also be used.

1.1 BACKGROUND

Um recurso finito e essencial para existência humana é a água. Por tratar-se de um item de extrema importância, é necessário que haja um controle e monitoramento eficaz de seu uso. Mas não só do seu uso mas da energia e custos relacionados ao seu fornecimento à população.

Hoje temos acesso a diversas tecnologias que podem ser utilizadas para otimizar o uso da água e reduzir custos, como por exemplo, algoritmos de Machine Learning para prever o consumo de água, a utilização de sensores para monitorar o consumo, a calibração dos modelos hidráulicos, entre outros.

Nos WSS (Water Supply Systems), a otimização de custos é um desafio, pois é necessário considerar diversos fatores, como a topologia da rede, a demanda de água, a localização dos reservatórios. Outra dificuldade está na consideração da incerteza dos dados devido a muitos casos, os dados coletados são imprecisos ou incompletos.

No campo computacional, a complexidade de cálculos ou a falta de dados gerados na fonte não são grandes desafios como eram a alguns anos atrás. Com a IoT (Internet of Things) e a computação em nuvem, é possível coletar e processar uma grande quantidade de dados em tempo real. Esta quantidade de dados (Big Data) pode ser utilizada para treinar algoritmos de Machine Learning e otimizar custos em WSS.

Diante destes desafios, a tecnologia é uma aliada nestes vários aspectos a serem tratados.

1.2 AIM

Na literatura, encontram-se implementações no uso de diversos algoritmos de Machine Learning para simular e otimizar custos de sistemas de abastecimento de água.

A proposta do presente artigos é utilizar o algoritmo DC3 (Deep Constraint Completion and Correction), como forma de apresentar um novo método para simulação e otimização e

comparar os resultados obtidos com os algoritmos já existentes, utilizando como fontes de dados os sistemas de abastecimento de água de Fontinha e Ronqueira.

State of the Art

2.1 HYDRAULIC SIMULATION

Atualmente no mercado existem diversos simuladores hidráulicos que são utilizados para modelar sistemas de abastecimento de água. Dentre eles, podemos citar o EPANET, WaterGEMS, WaterCAD, entre outros. A simulação permite oferecer soluções rápidas e precisas para equações algébricas diferenciais usadas para desenvolver a representação matemática de um sistema de abastecimento de água [1]. E o EPANET é um dos mais reconhecidos aplicativos na área de distribuição de água [3], e é esta ferramenta a ser utilizada na simulação.

A calibração de um modelo hidráulico é uma tarefa desafiadora pois necessita de um grande número de parâmetros incertos[2]. Isto é necessário para possibilitar que ps resultados obtidos sejam confiáveis.

2.2 DEEP LEARNING IN WSS

O método de operação tradicional baseado na experiência humana precisa que operadores para regular os equipamentos presentes nos sistemas de abastecimento de água. Geralmente leva-se muito tempo para sua conclusão. (Artificial neural network-based water distribution scheme in real-time in long-distance water supply systems).

Além disso, um processo de calibração é necessário antes de usar modelos hidráulicos, o que envolve ajustar repetidamente muitos parâmetros para minimizar o erro entre os valores simulados e observados (Meirelles et al. 2017; Lima et al. 2018).

Com o progresso contínuo da tecnologia de inteligência artificial e métodos de aprendizado de máquina (ML), recorre-se cada vez mais a metamodelos, que também são conhecidos como modelos substitutos (Razavi et al. 2012). Estes modelos podem substituir modelos computacionais custosos uma vez que as correlações entre entradas e saídas são estabelecidas com base em dados disponíveis (Broad et al. 2010). O principal objetivo dos metamodelos é reduzir o esforço computacional necessário pelos modelos hidráulicos (Pasha and Lansey, 2014; Dini and Tabesh, 2019)

Inicialmente, a regressão linear era usada para estimar essas correlações, mas abordagens modernas agora utilizam redes neurais artificiais (ANNs) e teorias de ML, devido à sua forte capacidade de expressão não-linear (Romano and Kapelan, 2014; LeCun et al., 2015). O modelo de ANN mais amplamente usado atualmente é o multi-layer perceptron (MLP), que consiste em camadas totalmente conectadas (Hu et al., 2019; Garzon et al., 2022).

2.3 OPTIMIZATION IN WSS

O principal objetivo para otimização é o custo operacional, que compreende o custo da energia elétrica e o custo de manutenção das bombas **rfc2** (Pump Scheduling Optimization Model for Water Supply System Using AWGA). Os sistemas de bombeamento consomem a maior quantidade de energia em sistemas de abastecimento de água, geralmente respondendo por mais de 80% do consumo total de energia, de acordo com Sarbu (2016).

A otimização do custo de energia em sistemas de abastecimento de água pode ser alcançada por meio de várias medidas, como substituição de bombas, mudança na operação da estação de bombeamento, modernização do sistema de tubulações, modelagem computacional de mudanças na operação da rede e seleção de soluções que garantam os melhores efeitos econômicos e técnicos (Świe, tochowska and Bartkowska, 2022).

teste [1]

A otimização dos WSS apresenta inúmeras aplicações, mas é crucial enfatizar a importância da otimização do agendamento de bombas devido ao considerável consumo de energia associado a este componente essencial do WSS (Cost efficiency in water supply systems: An applied review on optimization models for the pump scheduling problem)

(...continuar)

2.4 HARD CONSTRAINTS

2.5 OPTIMIZATION PROCESS

2.5.1 Mathematical Formulation

2.5.2 Optimization Methods

Methodology

3.1 PUMP SCHEDULING PROBLEM

Abordagens de otimização: B-GA, RC-SLSQP e DC-SLSQP (Cost efficiency in water supply systems: An applied review on optimization models for the pump scheduling problem)

Como foi feita a otimização (gradiente descendente / equações)

3.2 PRESENTING DC3 ALGORITHM

3.3 ALGORITHM ARCHITECTURE

3.4 EXEMPLOS COM GRAFICO - x1, x2

CAPÍTULO 4

Results

4.1 CASE STUDY 1

Introdução

A short description of the chapter.
A memorable quote can also be used.

5.1 ACRÓNIMOS

Primeira e seguintes referências: **h2o!** (**h2o!**), **h2o!**
 Plural, acrónimo expandido e curto: **h2o!**s, **h2o!**, **h2o!**
 Com citação¹: **adsl!** (**adsl!**), **adsl!**

5.2 FONTES

- Tiny
- Scriptsize
- Footnotes
- Small
- Normal
- large
- Large
- LARGE
- huge
- Huge

5.3 UNIDADES

Utilizando o pacote **siunitx** é possível utilizar unidades do Sistema Internacional. Exemplo: a aceleração da gravidade é de 9.8 m s^{-2} e um ficheiro ocupa 1 MiB.

¹Necessária entrada na bibliografia

5.4 CODE BLOCKS

Uma listagem pode ser apresentada com o ambiente `listing`, que é um float (objeto flutuante, tal como uma figura ou uma tabela).

A listagem em Código ?? mostra um exemplo em C.

```
#include <stdio.h>
#define N 10
/* Block
 * comment */

int main()
{
    int i;

    // Line comment.
    puts("Hello world!");

    for (i = 0; i < N; i++)
    {
        puts("LaTeX is also great for programmers!");
    }

    return 0;
}
```

Código 1: This caption appears below the code.

5.5 CITAÇÕES

Algumas formas distintas de citar:

- **Apenas referência:** [4]
- **Apenas data:** abr. de 1970
- **Apenas ano:** 1970
- **Apenas autor:** Shoshani et al.
- **Apenas editor:** Internet Engineering Task Force
- **Autor e referência:** Shoshani et al. [4]

Bibiliography

- [1] D. Paluszczyszyn, P. Skworcow e B. Ulanicki, *Modelling and simulation of water distribution systems with quantised state system methods*, CCWI 2015, 2015.
- [2] S. Rathi, R. Gupta, P. Labhasetwar e P. Nagarnaik, *Challenges in calibration of water distribution network: a case study of Ramnagar Elevated Service Reservoir command area in Nagpur City, India*, 2020.
- [3] U. S. E. P. Agency, *EPANET 2.2 User Manual*, EPA, 2000.
- [4] A. Shoshani, R. Long e A. Landsberg, *Comments on NWG/RFC 33 and 36*, RFC 44, Internet Engineering Task Force, abr. de 1970. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc44.txt>.

Additional content