

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**SISTEMA INTEGRADO DE MONITORIZAÇÃO E GESTÃO DE  
CONSUMOS DE ÁGUA E ENERGIA EM EDIFÍCIOS INTELIGENTES**

Relatório de Projeto de Mestrado em Engenharia Informática e  
Tecnologias Web

**- Versão Provisória -**

**PAULINO JONAS**

*Sob orientação do Professor Doutor Frederico Augusto dos Santos Branco e da  
Professora Ana Cristina Briga de Sá*



Vila Real, Janeiro de 2023



Projeto apresentado por Paulino Jonas à Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Informática, sob a orientação do Prof. Doutor Frederico Augusto dos Santos Branco, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharias da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro e da Professora Ana Cristina Briga de Sá.





Este trabalho foi escrito ao abrigo do novo Acordo Ortográfico.





## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus todo-poderoso, criador dos céus e da terra e de tudo o que nele habita, pela vida e saúde para continuar e chegar até ao final do curso.

Aos meus pais (Jonas Paulino e Madalena Paulo), que sempre confiaram em mim, oraram e pediram a Deus pela minha saúde, que de forma humilde acompanharam-me durante o percurso. Aos nossos familiares, colegas e amigos, que de forma direta ou indireta contribuíram para a minha formação.

Aos professores no geral e em particular, Professor Leonel Morgado e Professor Paulo Martins, agradeço pelos conhecimentos transmitidos, pelo carinho, por acreditarem e depositarem total confiança em mim.

Agradecemos ao orientador Professor Frederico Augusto dos Santos Branco e a coorientadora Professora Ana Cristina Briga de Sá, pelo incentivo, apoio acompanhamento e disponibilidade no desenvolvimento deste projeto.





## Júri

Os membros do Júri recomendam à Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro a aceitação da dissertação intitulada “**Sistema Integrado de Monitorização e Gestão de Consumos de Água e Energia em Edifícios Inteligentes**” realizada por **Paulino Jonas** para satisfação parcial dos requisitos do grau de **Mestre em Engenharia Informática**.

**Dezembro 2023**

Presidente:

**Nome**

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharias da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Vogais do Júri:

**Nome**

Filiação

**Nome**

Filiação

**Professor Doutor Frederico Augusto dos Santos Branco**

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharias da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

# Re

## Resumo

x.



# Ab

## Abstract

**x.**



## **Palavras-chave**

- Edifícios inteligentes;
- Monitorização de consumos;
- Gestão de recursos;
- Eficiência energética;
- Sustentabilidade;
- Sensores de consumo;
- Internet das Coisas (IdC);
- Análise de dados;
- Controlo remoto;
- Medição inteligente;
- Redução de desperdício;
- Automação residencial;
- Eficiência hídrica;
- Sensores inteligentes;
- Uso racional de recursos;
- Consumo sustentável;
- Gestão eficiente;
- Tecnologias verdes;
- Controlo de consumos;
- Otimização de desempenho.





## **Keywords**

- Edifícios inteligentes;
- Monitorização de consumos;
- Gestão de recursos;
- Eficiência energética;
- Sustentabilidade;
- Sensores de consumo;
- Internet das Coisas (IdC);
- Análise de dados;
- Controlo remoto;
- Medição inteligente;
- Redução de desperdício;
- Automação residencial;
- Eficiência hídrica;
- Sensores inteligentes;
- Uso racional de recursos;
- Consumo sustentável;
- Gestão eficiente;
- Tecnologias verdes;
- Controlo de consumos;
- Otimização de desempenho.





*" A única impossível  
jornada é aquela  
você nunca começa. "*

**Tony Robbins**



## Índice Geral

Agradecimentos .....	viii
<b>Júri</b> .....	ix
Resumo .....	x
Abstract.....	xii
Palavras-chave .....	xiv
Keywords.....	xvi
Índice de tabelas .....	xxii
Índice de figuras .....	xxiii
Acrónimos e abreviaturas .....	xxv
1. Introdução.....	1
1.1. Objetivos.....	1
1.2. Questões de execução .....	2
1.3. Enquadramento Teórico e Revisão da Literatura .....	3
1.4. Estrutura do Relatório.....	6
2. Metodologias .....	7
2.1. Metodologias Ágeis.....	7
<b>2.2. X</b> .....	7
<b>2.2.1. X</b> .....	7
<b>3. X</b> .....	8
<b>4. X</b> .....	9

5.	X	.....	11
6.	Conclusão	.....	12
6.1.	X	.....	12
6.2.	X	.....	12
6.3.	X	.....	12
Referências bibliográficas .....			14
Publicações relacionadas .....			15

# Ít

## Índice de tabelas

Tabela 1 - X.....	10
-------------------	----



## **Índice de figuras**

**Não foi encontrada nenhuma entrada do índice de ilustrações.**







## **Acrónimos e abreviaturas**

### **Lista de acrónimos**

<b>Sigla</b>	<b>Expansão</b>
<b>RGPD</b>	<i>Regulamento Geral de Proteção de Dados</i>

## Lista de abreviaturas

Abreviatura	Significado(s)
e.g.	<i>por exemplo</i>
et al.	<i>e outros (autores)</i>
etc.	<i>et cetera</i>

## **1. Introdução**

A gestão sustentável dos recursos naturais, como a água e a energia, é cada vez mais importante no contexto da construção civil, uma vez que os edifícios são responsáveis por uma parcela significativa do consumo desses recursos. Nesse contexto, a monitorização e gestão de consumos de água e energia em edifícios inteligentes surge como uma solução eficiente para a promoção da sustentabilidade ambiental e para a redução dos custos operacionais dos edifícios.

Os edifícios inteligentes são caracterizados pelo uso de tecnologias avançadas de automação, que permitem a coleta de dados em tempo real sobre o consumo de água e energia nos edifícios, bem como a implementação de medidas eficientes para a gestão desses recursos. A monitorização e gestão desses dados permitem a identificação de possíveis desperdícios e a implementação de medidas corretivas, levando à redução do consumo de água e energia e, consequentemente, à redução dos custos operacionais dos edifícios.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo discutir a importância da monitorização e gestão de consumos de água e energia em edifícios inteligentes, bem como apresentar soluções eficientes para a implementação desses sistemas, tais como a utilização de tecnologias de baixo custo. Serão discutidos os principais benefícios dessas soluções, bem como os desafios e limitações enfrentados na implementação desses sistemas.

### **1.1.Objetivos**

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um protótipo de um sistema de monitorização e gestão de consumos de água e energia em edifícios inteligentes, baseado em tecnologias de baixo custo baseada em IoT, softwares e hardwares. Para alcançar esse objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar uma revisão bibliográfica sobre as tecnologias disponíveis para a implementação de sistemas de monitorização e gestão de consumos de água e energia em edifícios inteligentes;
- Identificar as necessidades específicas de monitorização e gestão de consumos de água e energia de um edifício;
- Selecionar os componentes de hardware necessários para a implementação do protótipo do sistema de monitorização e gestão de consumos de água e energia em edifícios inteligentes de baixo custo;
- Desenvolver um sistema web para monitorização;
- Realizar a instalação dos componentes de hardware e software a desenvolver;
- Testar o protótipo do sistema de monitorização e gestão de consumos de água e energia em edifícios inteligentes, avaliando sua eficiência na coleta e análise de dados sobre o consumo de água e energia do edifício;

Identificar possíveis limitações e propor melhorias no protótipo do sistema de monitorização e gestão de consumos de água e energia em edifícios inteligentes de baixo custo.

## 1.2. Questões de execução

*" Qual é a melhor forma de integrar um sistema de monitorização e gestão de consumos de água e energia em edifícios inteligentes, de forma a melhorar a eficiência energética e o uso sustentável da água, enquanto mantém o custo acessível para uma ampla gama de edifícios?"*

A integração de um sistema de monitorização e gestão de consumos de água e energia em edifícios inteligentes pode ser uma solução eficaz para melhorar a eficiência energética e o uso sustentável da água em edifícios. Seguem-se algumas sugestões de como proceder:

- 1. Avaliação detalhada da situação atual do edifício.** Isso pode incluir a análise dos dados de consumo de energia e água dos últimos anos, a identificação de áreas de ineficiência e a determinação de metas realistas de redução de consumo.
- 2. Escolha de sensores e equipamentos** de monitorização de energia e água que sejam acessíveis e fáceis de instalar. Além disso, o custo dos sensores e equipamentos deve ser razoável para permitir a implementação em uma ampla gama de edifícios.
- 3. Implementar um sistema de gestão de energia e água.** Isso pode envolver a utilização de um software de gestão que permita monitorizar e controlar o consumo de energia e

água em tempo real. O software deve ser fácil de usar e personalizável para as necessidades específicas de cada edifício.

4. **Fornecer feedback** regular sobre o consumo de energia e água. O feedback regular pode incentivar os utilizadores a adotarem comportamentos mais sustentáveis e a reduzirem o consumo de energia e água. O feedback pode ser fornecido em tempo real, através de um painel de visualização ou de um aplicativo híbrido.
5. **Incentivar a participação dos utilizadores.** É importante envolver os utilizadores do edifício na gestão de energia e água, de forma a aumentar a eficácia do sistema. Isso pode ser feito através de campanhas de sensibilização e de incentivos para a adoção de comportamentos mais sustentáveis.
6. **Monitoração e avaliação continuamente o sistema.** Para garantir que o sistema está funcionando corretamente e alcançando as metas de redução de consumo, é importante monitorizar e avaliar continuamente o desempenho do sistema. Isso pode incluir a análise dos dados de consumo de energia e água, a identificação de áreas de ineficiência e a determinação de ações corretivas para melhorar o desempenho do sistema.

### 1.3. Enquadramento Teórico e Revisão da Literatura

O enquadramento teórico é a base conceitual que sustenta um estudo ou pesquisa. No caso do tema "Sistema integrado de monitorização e gestão de consumos de água e energia em edifícios inteligentes", existem diversas teorias e conceitos que podem ser relevantes para um enquadramento teórico. Abaixo, seguem algumas possibilidades.

Os edifícios inteligentes são uma solução em engenharia, dotados de alta tecnologia, com sistemas eletrônicos desempenhando as mais variadas funções, utilizando sistemas que busquem a sustentabilidade e traga mais qualidade de vida e comodidade aos seus usuários. A Engenharia Civil está relacionada com a própria história da humanidade, ela é responsável por desenvolver e gerar inovações que auxiliam no modo de vida. Sendo assim, em plena era digital, a grande inovação que a engenharia pode proporcionar, é oferecer um novo conceito em construção de edifícios: Os Edifícios Inteligentes. (Coelho & Cruz, 2017)

### **Alguns exemplos de softwares de monitorização e gestão de energia e água em edifícios:**

**EnergyCAP:** É um software de gestão de energia que permite monitorizar, analisar e otimizar o consumo de energia em edifícios. Oferece ferramentas para faturação, rastreamento de despesas, relatórios personalizados e identificação de oportunidades de economia de energia.

**Schneider Electric EcoStruxure:** Este software oferece soluções integradas para a gestão de energia e água em edifícios. Ele permite monitorizar e controlar o consumo de energia e água, bem como otimizar a eficiência operacional e identificar áreas de melhoria.

**Siemens Desigo CC:** É uma plataforma de gestão de edifícios que abrange vários sistemas, incluindo gestão de energia e água. Permite a monitorização em tempo real, análise de dados, implementação de estratégias de eficiência energética e gestão de alarmes.

**Honeywell Enterprise Buildings Integrator (EBI):** Esta plataforma oferece uma solução abrangente para a gestão de edifícios, incluindo monitorização e gestão de energia e água. Oferece ferramentas avançadas de análise de dados, relatórios personalizados e integração com outros sistemas de automação predial.

**Cylon Energy Incisus:** É um software de gestão de energia que permite monitorizar e controlar o consumo de energia em edifícios. Oferece recursos como monitorização em tempo real, análise de dados, previsão de consumo e identificação de oportunidades de economia.

**BuildingOS da Lucid:** É uma plataforma de gestão de energia baseada em nuvem que permite monitorizar e controlar o consumo de energia em tempo real. Oferece análise de dados avançada, relatórios personalizados, integração com dispositivos de monitorização e gestão de energia e acesso remoto.

### **Limitações:**

#### **EnergyCAP:**

- **Limitação de precisão dos dados:** A precisão dos dados coletados depende da qualidade dos dispositivos de monitorização instalados.
- **Configuração inicial complexa:** A configuração inicial do software pode ser complexa e exigir conhecimentos especializados para garantir uma correta integração com os sistemas existentes.

#### **Schneider Electric EcoStruxure:**

- **Complexidade da integração:** A integração do software com outros sistemas existentes pode ser desafiadora devido à diversidade de sistemas e protocolos utilizados em edifícios.
- **Necessidade de dispositivos de monitorização compatíveis:** O uso efetivo do software requer a instalação de dispositivos de monitorização compatíveis para coletar dados precisos.

#### **Siemens Desigo CC:**

- **Complexidade de configuração:** A configuração inicial do sistema pode ser complexa e requerer conhecimentos técnicos especializados para garantir uma configuração adequada e funcionalidade correta.
- **Custo de implementação:** A implementação do sistema pode ser cara devido aos custos de hardware, software e configuração.

#### **Honeywell Enterprise Buildings Integrator (EBI):**

- **Requisitos de manutenção contínua:** O software requer manutenção e suporte contínuos para garantir o bom funcionamento do sistema.
- **Dependência de integração com outros sistemas:** A integração com outros sistemas de automação predial pode ser um desafio, e problemas de compatibilidade podem surgir.

#### **Cylon Energy Incisus:**

- **Dependência de dispositivos de monitorização:** A precisão dos dados coletados depende da qualidade e do funcionamento adequado dos dispositivos de monitorização instalados.
- **Exigência de configuração e personalização:** A configuração e personalização do sistema para atender às necessidades específicas de um edifício podem ser complexas e exigir suporte técnico especializado.

#### **BuildingOS da Lucid:**

- **Limitações de interoperabilidade:** A integração com outros sistemas e dispositivos pode ser limitada devido a restrições de interoperabilidade.
- **Requisitos de manutenção e suporte:** A manutenção contínua e o suporte técnico podem ser necessários para garantir o bom funcionamento do software.

#### **O que terá de novo no sistema em desenvolvimento?**

Interoperabilidade, equipamentos de alta qualidade e de baixo custo, fácil implementação e desenvolvimento híbrido.

#### **1.4. Estrutura do Relatório**



## 2. Metodologias

Sendo este um trabalho de carácter científico, a metodologia científica aplicada é a orientada à engenharia. Inicialmente realizou-se uma revisão bibliográfica dos conceitos envolvidos sobre edifícios inteligentes, sendo estudado também o processo de desenvolvimento de ferramentas informáticas.

No desenvolvimento do processo de investigação usou-se a análise e síntese para recompilar as informações obtidas no método empírico e chegar às conclusões.

Relativamente à metodologia de desenvolvimento, será abordada a metodologia SCRUM para a concepção, modelação e construção do sistema, baseada no desenvolvimento iterativo e incremental.

### 2.1. Metodologias Ágeis

X.

2.2.X

X.

2.2.1. X

X.

3

3. X

X.

4

4. X

X.

Tabela 1 - X

5

5. X

X.

## 6. Conclusão

X.

6.1.X

X.

6.2.X

X.

6.3.X

X.





## **Referências bibliográficas**

Coelho, D. F. B., & Cruz, V. H. D. N. (2017). *Edifícios Inteligentes—Uma visão das tecnologias aplicadas* (1.<sup>a</sup> ed.). Editora Blucher. <https://doi.org/10.5151/9788580392210>



# PR

## **Publicações relacionadas**

Durante o desenvolvimento desta dissertação foram publicados os seguintes artigos:

**Publicados**