

PAULO SÉRGIO
ANTUNES JONES

**IMPLEMENTAÇÃO DE UMA
PLATAFORMA DE GESTÃO DE
CONSUMOS DE ENERGIA E ÁGUA
PARA O INSTITUTO POLITÉCNICO
DE SETÚBAL**

Relatório de Projeto do Mestrado em
Engenharia e Gestão de energia na Indústria e
Edifícios

ORIENTADOR

Professor Doutor João Francisco Fernandes

Dezembro de 2024

PAULO SÉRGIO
ANTUNES JONES

**IMPLEMENTAÇÃO DE UMA
PLATAFORMA DE GESTÃO DE
CONSUMOS DE ENERGIA E ÁGUA
PARA O INSTITUTO POLITÉCNICO
DE SETÚBAL**

JÚRI

Presidente: Prof. Doutor, Paulo Fontes IPS

Orientador: Prof. Doutor João Fernandes IPS

Arguente: Prof. Doutor Alexandre Magrinho IPS

Dezembro de 2024

Agradecimentos

Agradeço ao Professor João Francisco Fernandes pela sua disponibilidade, pelo apoio constante e pela motivação em levar este projeto a bom porto.

Um agradecimento também ao Engenheiro Paulo Garrochinho pelos conselhos e sugestões sempre úteis.

Por fim, um agradecimento especial à minha família que foram o suporte e apoio para a concretização deste meu objetivo.

Resumo

Este projeto visa criar uma plataforma personalizada e dinâmica para a gestão dos consumos energéticos e de água do Instituto Politécnico de Setúbal (IPS). Esta plataforma abrangente será fundamental para monitorizar, analisar e otimizar consumos energéticos e de água das diversas instalações do Instituto, visando a eficiência energética e a redução de custos. A esta plataforma designou-se chamar GCIPS.

A plataforma integra os dados de faturação de eletricidade, gás e água, nos vários campus e residência de estudantes, permitindo assim a visualização de consumos por edifício e por utilização em função de chaves de imputação atualizáveis por auditorias energéticas, proporcionando uma visão holística do consumo de energia em todo o instituto.

Além disso, a plataforma fornecerá recursos avançados de análise de dados, como relatórios detalhados, gráficos comparativos e alertas de consumo excessivo. Isso permitirá que os gestores identifiquem padrões de uso, áreas de desperdício e oportunidades de economia de energia.

Em resumo, o projeto de desenvolvimento da plataforma de gestão de consumos energéticos e água no IPS oferece uma solução abrangente e inovadora para promover a eficiência energética e a sustentabilidade em todas as instalações do instituto. Isso resultará em redução de custos, menor impacto ambiental e uma gestão mais eficaz dos recursos energéticos.

Palavras-chave: Consumos energéticos; base de dados; Gestão Consumos; Sustentabilidade do ensino superior.

Abstract

This project aims to create a personalized and dynamic platform for energy consumption management at IPS. This comprehensive platform will be crucial for monitoring, analyzing, and optimizing energy usage across various facilities of the Institute, with the goal of enhancing energy efficiency and reducing costs.

The platform not only integrates billing data for electricity, gas, and water across the campus but also enables consumption monitoring through energy audits, providing a holistic view of energy consumption throughout the Institute.

Furthermore, the platform will provide advanced data analysis features, such as detailed reports, comparative charts, and excessive consumption alerts. This will enable managers to identify usage patterns, areas of waste, and opportunities for energy savings on each campus.

In summary, the development project of the energy consumption management platform at IPS will offer a comprehensive and innovative solution to promote energy efficiency and sustainability across all Institute facilities. This will result in cost reduction, reduced environmental impact, and more effective management of energy resources.

Keywords: Energy Consumption; Database; Dynamic Platform; Consumption Management

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	II
ABSTRACT.....	III
LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS.....	IX
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. OBJETIVO DO TRABALHO	2
1.3. ORGANIZAÇÃO E PLANIFICAÇÃO DO RELATÓRIO	2
2. O INSTITUTO POLITÉCNICO DE SETÚBAL	4
2.1. CARACTERIZAÇÃO.....	4
2.2. O IPS EM NÚMEROS.....	8
2.3. SITUAÇÃO ENERGÉTICA NO IPS	11
2.4. CONTADORES	15
2.4.1. CONTADORES DE FATURAÇÃO	15
2.4.2. CONTADORES PARCIAIS	15
2.4.3. CONTADOR IMPUTAÇÃO	15
3. SISTEMAS DE GESTÃO DE ENERGIA (SGE).....	19
3.1. SGE NO IPS – CONTRIBUIÇÃO DA PLATAFORMA DE GC	20
3.2. SUSTENTABILIDADE NO ENSINO SUPERIOR	22
4. IDENTIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO DESENVOLVIDA.....	24
4.1. FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO	24
4.1.1. LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO	24
4.1.2. BASE DE DADOS.....	25
4.1.3. APLICAÇÃO WEB.....	25
4.1.4. APLICAÇÕES ADICIONAIS	26
4.2. CONSTRUÇÃO DA SOLUÇÃO	27
4.2.1. ANÁLISE DE REQUISITOS	27
4.2.2. ARQUITETURA	28
4.2.3. INTERFACE DE UTILIZADOR.....	28
4.2.4. RECURSOS ANALÍTICOS	28
4.2.5. FUNÇÕES E INDICADORES.....	28
4.3. MODUS OPERANDI	31
5. APRESENTAÇÃO E RESULTADOS DA SOLUÇÃO DESENVOLVIDA	33
5.2. OUTPUTS DA SOLUÇÃO	34

5.3. INDICADORES	40
5.4. CONSUMOS DE OUTRAS INSTITUIÇÕES	41
6. CONCLUSÃO.....	46
BIBLIOGRAFIA.....	48
ANEXOS.....	1
ANEXO I – MODELO DE DADOS DA SOLUÇÃO	1
ANEXO II – QUERY PARA ATUALIZAÇÃO DA TABELA RELATÓRIOS.....	2
ANEXO III - SOLUÇÃO DESENVOLVIDA.....	4
ANEXO IV – DOCUMENTO DE AUDITORIA.....	5

Lista de Figuras

Figura 1 - Fotografia aérea do Campus de Setúbal.....	5
Figura 2- Fotografia aérea do Campus do Barreiro	6
Figura 3 -Fotografia aérea da residência de estudantes	6
Figura 4 - Palácio Frixell	7
Figura 5 - Organograma do IPS (Fonte: site institucional).....	7
Figura 6 - Número de estudantes por ano letivo [1].....	8
Figura 7 – Número de estudantes por unidade orgânica [2].....	9
Figura 8 - Número de docentes por ano [3].....	9
Figura 9 -Número de não docentes por ano [4].....	10
Figura 10 - Edifício da Presidência.....	11
Figura 11 - Pavilhão Desportivo	11
Figura 12 - Palácio Frixell	12
Figura 13 – Edifício Residência Estudantes	12
Figura 14 - Edifício ESCE/ESS.....	13
Figura 15 -Edifício ESTS	13
Figura 16 -Edifício da ESE	13
Figura 17 -Edifício ESTB	14
Figura 18 – Consumos por utilização dos edifícios ESE, Pavilhão, ESTS	17
Figura 19 - Fotografia aérea representando os diversos contadores por edifício.....	18
Figura 20- Fluxo de tratamento dos documentos externos (faturas)	29
Figura 21-Tratamento dos dados	29
Figura 22 - Estrutura de Menus da Solução	30
Figura 23 -Página de login da aplicação	31
Figura 24 - Consumo anual gás dos anos 2019 e 2022	34
Figura 25 - Consumo anual Eletricidade dos anos 2019 e 2022	35
Figura 26 - Consumo anual água dos anos 2019 e 2022	35
Figura 27 - Custos Anuais de Gás dos anos 2019 e 2022	36
Figura 28 - Custos Anuais de Eletricidade dos anos 2019 e 2022	36
Figura 29 - Custos Anuais de Água dos anos 2019 e 2022	37
Figura 30- Consumo de água por edifício	37
Figura 31- Consumo eletricidade em kWh por edifício	38
Figura 32 - Custos mensais com iva por serviço relativo ao ano 2022.....	38
Figura 33 - Custos mensais com iva por serviço relativo ao ano de 2019.....	38

Figura 34 - Consumos anuais 2019 e 2022 - Flutuações mensais.....	39
Figura 35 - Chaves imputação por utilização do contador físico ESTS	40
Figura 36 -Consumo de água por aluno 2021 / 2022 [14]	42
Figura 37 - Consumo CO ₂ por aluno, ano 2021 / 2022 [14].....	42
Figura 38- Consumo de água por aluno [15]	43
Figura 39 -Consumo de energia por aluno [15]	43

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Custos de Eletricidade e água.....	10
Tabela 2 - Chaves de imputação	16
Tabela 3 - Distribuição dos contadores por serviço e localização	33
Tabela 4 - Comparativos consumos gás	39
Tabela 5 – Consumos e custos por aluno ano 2019 e 2022	41
Tabela 6 - Comparativos consumos	45

Lista de Siglas e Acrónimos

IPS	Instituto Politécnico de Setúbal
ESSE	Escola Superior de Educação
ESTS	Escola Superior de Tecnologia de Setúbal
ESTB	Escola Superior Tecnologia do Barreiro
ESCE	Escola Superior Ciências Empresariais
ESS	Escola Superior de Saúde
SAS	Serviços de Ação Social
XLSX	Formato de ficheiro Excel
PDF	Portable Document Format
Bootstrap	Framework que fornece componente prontos, baseados em JavaScript
VB.NET	Visual Basic .NET (ferramenta Microsoft para desenvolvimento de código)
SQL Server	Servidor de Base de Dados
BD	Base Dados
SGE	Sistema Gestão Energia
GC	Gestão de Consumos
Framework	Estrutura software que fornece uma base padrão para o desenvolvimento de aplicações
Chart.js	Biblioteca em Javascript que permite criar gráficos interativos
Telerik UI	Conjunto de componentes e ferramentas de interface de utilizador para desenvolvimento aplicações

1. Introdução

1.1. Enquadramento

No cenário atual, marcado pela crescente preocupação com a sustentabilidade e a eficiência energética, a gestão dos consumos energéticos tornou-se uma prioridade em diversas instituições, incluindo as instituições de ensino superior. O Instituto Politécnico de Setúbal (IPS), como parte integrante deste contexto, enfrenta o desafio de otimizar o uso da energia nas suas instalações, visando não apenas a redução de custos, mas também a minimização do impacto ambiental.

O desenvolvimento de uma aplicação dedicada à gestão dos consumos energéticos e hídricos do IPS emerge como uma resposta eficaz a essa necessidade crescente. Tal iniciativa não só reflete o compromisso da instituição com a sustentabilidade, mas também abre portas para a implementação de práticas mais eficientes e transparentes no que diz respeito à utilização da energia e da água.

O setor educacional, em particular, desempenha um papel crucial na promoção da conscientização sobre a importância da gestão energética. Ao recorrer às tecnologias de informação para monitorizar e controlar o consumo de energia e água, o IPS não apenas demonstra preocupação no campo da sustentabilidade, mas também oferece oportunidades valiosas para pesquisa e desenvolvimento no âmbito académico.

É importante ressaltar que a gestão eficaz dos consumos energéticos não é apenas uma questão de redução de despesas, mas também uma oportunidade para promover a inovação e a excelência operacional. Ao compreender melhor os padrões de consumo de energia e identificar áreas de desperdício ou ineficiência, o IPS pode implementar estratégias proativas para otimizar seus recursos e melhorar sua pegada ambiental.

Além disso, a implementação de uma aplicação para gestão de consumos energéticos e hídricos pode contribuir significativamente para o cumprimento de metas e regulamentações ambientais. Ao demonstrar conformidade com padrões rigorosos de eficiência energética e hídrica, o IPS reforça a sua posição como uma instituição comprometida com a sustentabilidade e a responsabilidade social.

No entanto, é crucial reconhecer os desafios associados ao desenvolvimento e implementação de uma aplicação desta natureza. Questões como integração de sistemas, recolha e análise de dados, segurança da informação são apenas alguns dos aspetos que exigem atenção cuidadosa durante o processo de desenvolvimento.

Por outro lado, é fundamental ter indicadores de sustentabilidade, pois são ferramentas essenciais para medir e monitorizar o desempenho ambiental, social e económico de uma organização. Fornecendo dados quantitativos e qualitativos que ajudam na tomada de decisões estratégicas, visando a redução de impactos negativos e a promoção de práticas sustentáveis.

No contexto das Instituições de Ensino Superior (IES), esses indicadores são particularmente relevantes para avaliar a gestão eficiente de recursos, como energia e água, além de promover a responsabilidade socioambiental. A adoção de tais indicadores em IES contribui para o desenvolvimento sustentável, integrando educação, pesquisa e extensão com práticas ambientais responsáveis.

1.2. Objetivo do Trabalho

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver uma aplicação para gestão dos consumos energéticos e hídricos do Instituto Politécnico de Setúbal (IPS), com o intuito de promover a eficiência energética e hídrica, reduzir custos e minimizar o impacto ambiental das operações da instituição. A aplicação foi projetada numa primeira fase para monitorizar, analisar e controlar o consumo de energia em diferentes instalações do IPS, fornecendo dados e ferramentas de relatórios para a tomada de decisões.

Este Sistema de monitorização de consumos de energia possibilita conhecer em detalhe o perfil e a sua evolução de consumo de eletricidade, gás e água das diversas instalações do campus.

Através de mecanismos de alarme parametrizáveis será possível detetar e analisar valores fora de padrão.

A finalização deste projeto permitirá dotar o IPS com uma ferramenta de análise e exploração permitindo também através de auditorias energéticas avaliar os custos de desagração por utilização.

Será uma semente lançada com desafios futuros, tais como:

- Integração automática das faturas dos fornecedores de serviço através OCR
- Leitura em tempo real de contadores físicos

1.3. Organização e Planificação do Relatório

O presente relatório visa caracterizar e analisar os dados de consumo energético e hídricos do IPS através de uma plataforma aplicacional desenvolvida para este efeito.

A estrutura e planificação do presente relatório é composto por 6 capítulos:

1. Introdução e enquadramento do objetivo deste relatório;
2. Descrição do Instituto por forma a identificar os diversos organismos que farão parte da solução desenvolvida, assim como da estrutura de energética e hídrica existente;
3. Aborda a temática do SGE e da contribuição da plataforma para o mesmo;
4. Identifica e caracteriza as ferramentas e arquitetura de desenvolvimento da presente plataforma;
5. São analisados e comparados os dados introduzidos na plataforma;
6. Encerramento do presente relatório com a respetiva conclusão.

2. O Instituto Politécnico de Setúbal

2.1. Caracterização

Com o objetivo de poder-se implementar a Plataforma de análise de custos de energéticos e hídricos é fundamental conhecer a organização da instituição.

O IPS é uma Instituição pública de Ensino Superior integrando atualmente 5 (cinco) unidades orgânicas de ensino que são apoiadas pelos serviços Centrais e coordenadas pelo Presidente do IPS:

- Escola Superior de Tecnologia de Setúbal (ESTS);
- Escola Superior de Educação (ESE);
- Escola Superior de Ciências Empresariais (ESCE);
- Escola Superior de Saúde (ESS);
- Escola Superior de Tecnologia do Barreiro (ESTB).

Existe para além das referidas unidades uma sexta unidade orientada para o apoio aos estudantes: os Serviços de Ação Social (SAS), responsável pelo alojamento, alimentação e atividades desportivas. Atualmente a ESS partilha o edifício da ESCE.

Os campus do IPS distribuem-se geograficamente por 3 localizações físicas:

- Estefanilha – Setúbal, onde se situam os Polos (ESTS, ESCE/ESS, Presidência, ESE e Pavilhão Desportivo.
- Manteigadas – A 2 Km do Campus do IPS, onde se situa a residência de estudantes
- Barreiro – ESTB

Existe ainda um edifício em Setúbal onde funcionou a Presidência do IPS conhecido por Palácio Frixell.

Proximamente está previsto uma residência de estudantes no Barreiro e uma Escola Superior e respetiva residência de estudantes em Sines.

Está também planeado um novo edifício para ESS no campus de Setúbal.

A figura 1 mostra a distribuição dos diversos polos no campus de Setúbal.



Figura 1 - Fotografia aérea do Campus de Setúbal

A figura 2 mostra o Campus do Barreiro.

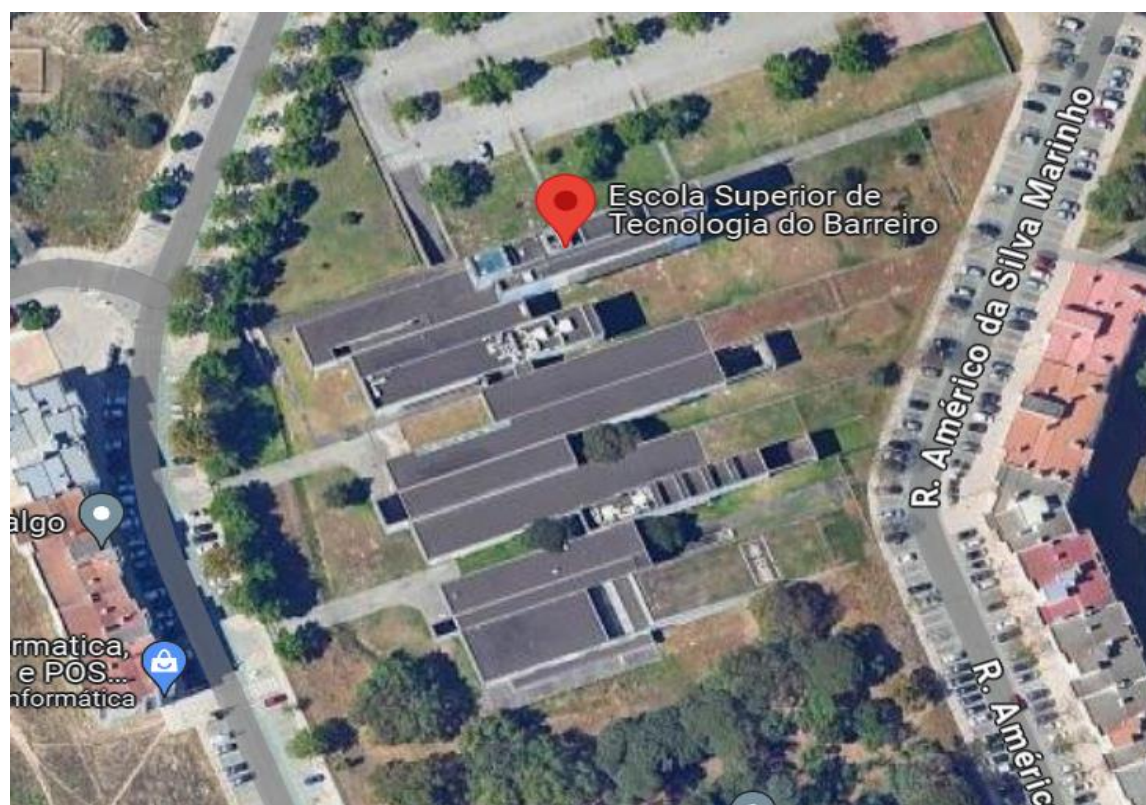


Figura 2- Fotografia aérea do Campus do Barreiro

A figura 3 mostra a residência de estudantes.



Figura 3 -Fotografia aérea da residência de estudantes

A figura 4 mostra o palácio Frixell onde funcionou a Presidência do IPS.



Figura 4 - Palácio Frixell

O organograma do IPS é apresentado na figura 5:

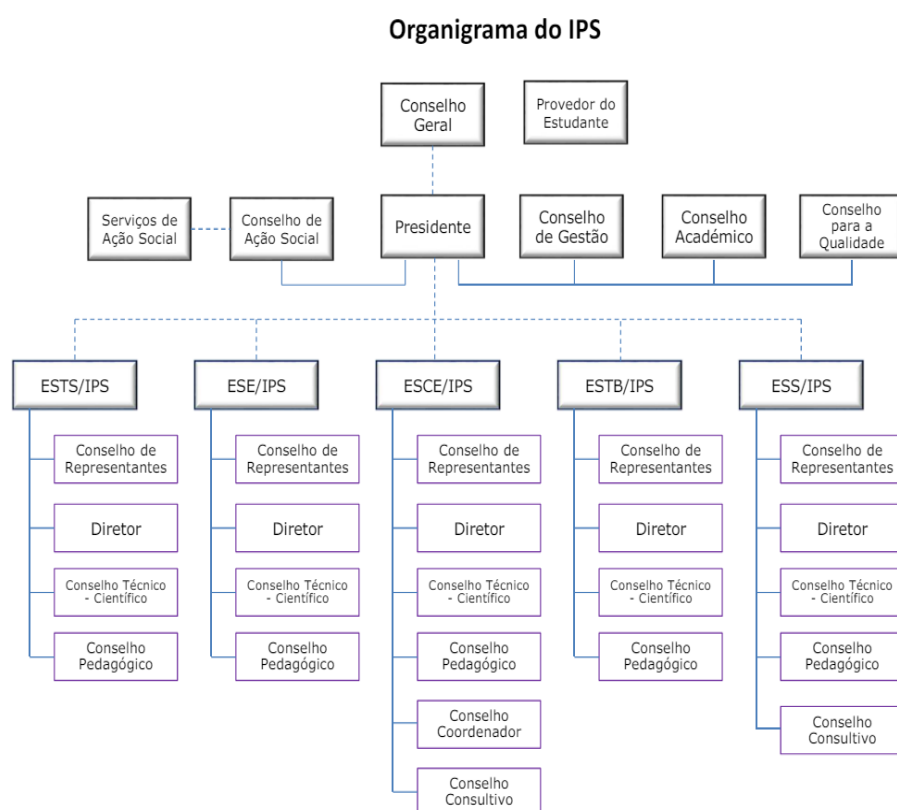


Figura 5 - Organograma do IPS (Fonte: site institucional)

No Organograma da figura 5, estão identificadas as diferentes escolas superiores e respectivas dependências hierárquicas.

Como se perceberá a análise e desenvolvimento da solução incidirá sobre custos de faturação das diferentes unidades (Escolas) e localizações específicas, não só através das faturas de serviços (água, luz e gás) mas também através de chaves de imputação atribuídas por auditorias efetuadas.

2.2. O IPS em números

A figura 6 apresenta a evolução do número de alunos inscritos ao longo dos últimos anos letivos.



Figura 6 - Número de estudantes por ano letivo [1]

A figura 7 apresenta o número de alunos inscritos por escola nos últimos anos letivos.

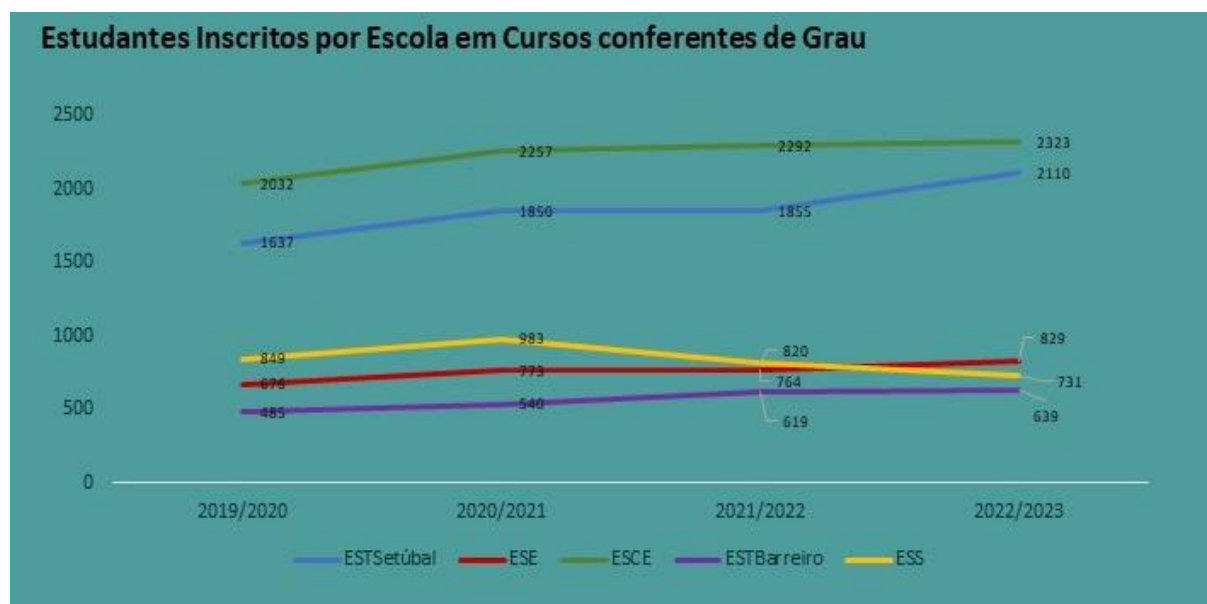


Figura 7 – Número de estudantes por unidade orgânica [2]

A figura 8 apresenta o número de docentes e docentes equivalente tempo integral.

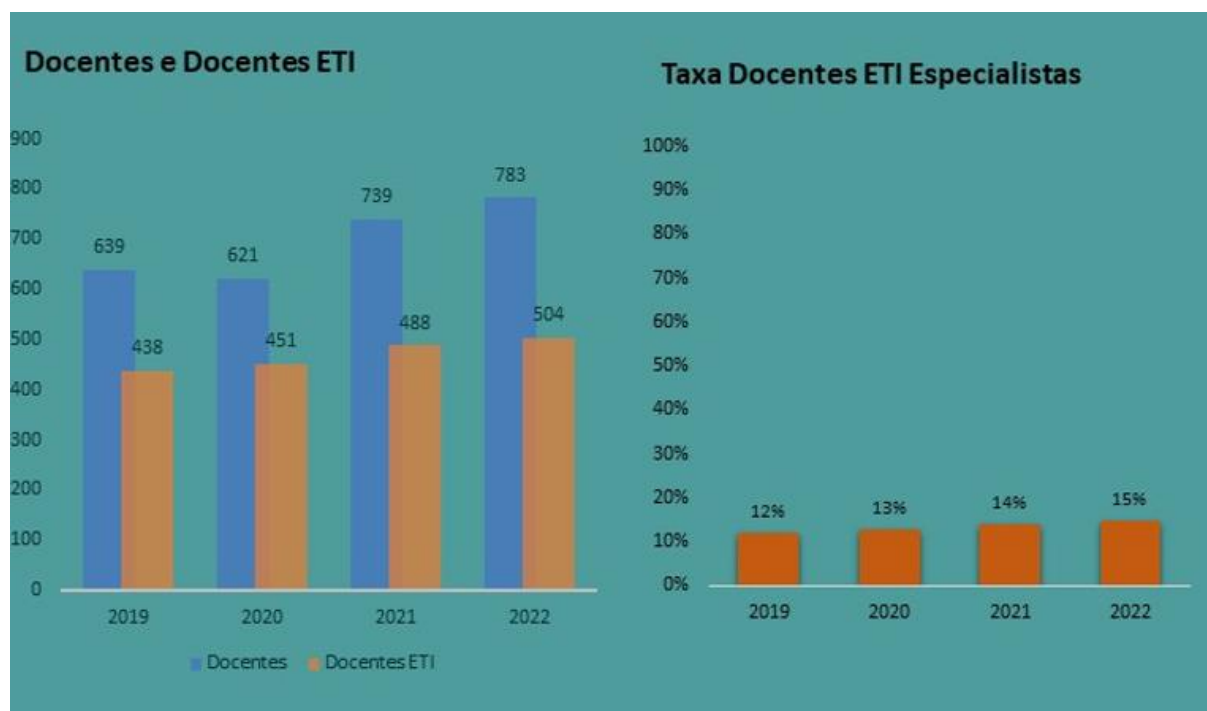


Figura 8 - Número de docentes por ano [3]

A figura 9 apresenta trabalhadores não docentes.

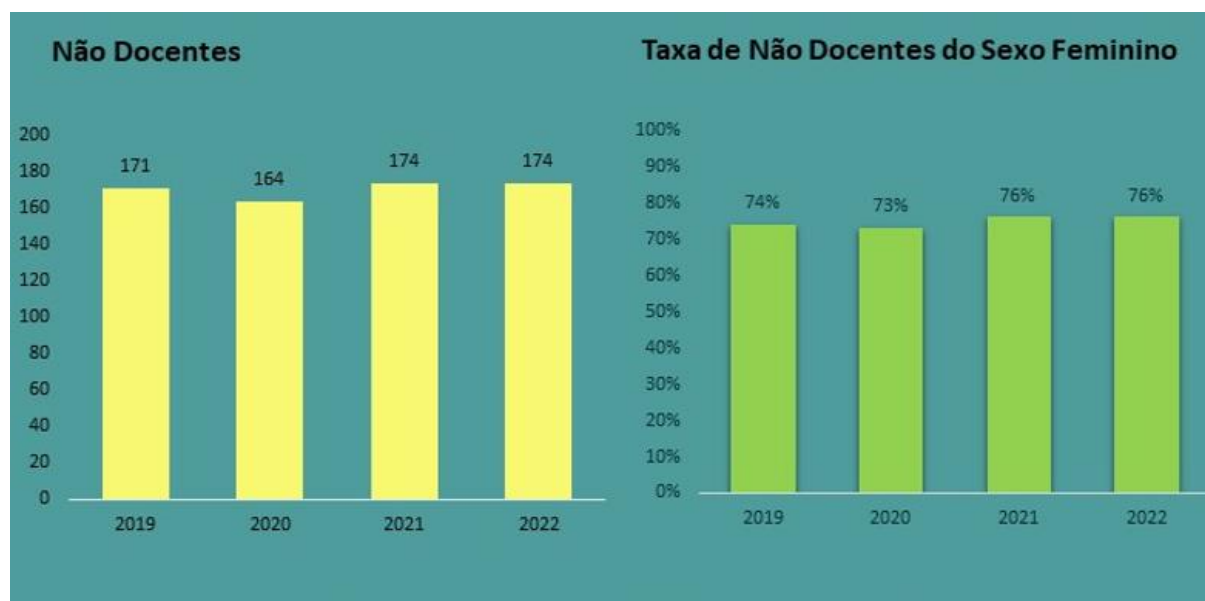


Figura 9 -Número de não docentes por ano [4]

A tabela 1, representa os custos com os serviços externos de energia e água no IPS no ano de 2023.

Tabela 1 -Custos de Eletricidade e água

Conta PCM	Designação	2023
6241	Eletricidade	567 005,51
6243	Água	79 903,41

Para o ano de 2023 o custo total da água representa 2,08 % enquanto a eletricidade representa 14,74 % do custo com serviços externos.

(Fonte demonstração financeira 2023) [5]

No caso dos custos com o fornecimento de gás de companhia e granel não estão isolados em rubricas específicas, mas um estudo interno apontava para 63460.42 € representando 1,65 % do custo com serviços externos.

2.3. Situação Energética no IPS

O Instituto Politécnico de Setúbal (IPS) é composto por uma variedade de edifícios com diferentes funções e perfis de consumo energético, refletindo a diversidade de atividades. Cada edifício possui características específicas de consumo de eletricidade, água e gás, o que exige uma gestão energética detalhada e adaptada.

Cada um desses edifícios reflete a complexidade das infraestruturas do IPS, necessitando de uma gestão eficiente para otimizar o consumo e reduzir os custos operacionais.

Características dos Edifícios

- Edifício da presidência:

Este edifício tem uma área total de 1004 m² e uma área útil de 993 m² sendo composto por 2 Pisos. Tem um contador de faturação de água sendo que o consumo de eletricidade depende do edifício ESCE/ESS.



Figura 10 - Edifício da Presidência

- Pavilhão Desportivo:

Este edifício tem uma área total de 2513 m² e uma área útil de 2469 m² sendo composto por 2 Pisos. Tem um contador de faturação de água. O edifício consome eletricidade e gás e ambos os vetores são fornecidos a partir da ESE.



Figura 11 - Pavilhão Desportivo

- Palácio Frixell:

Este edifício tem uma área total de 1080 m² e uma área útil de 1080 m² sendo composto por 4 Pisos, atualmente encontra-se desativado. Tem um contador de faturação de água e de eletricidade.



Figura 12 - Palácio Frixell

- Residência de Estudantes:

Este edifício tem uma área total de 5355 m² e uma área útil de 5173 m² sendo composto por 3 Pisos. O edifício consome eletricidade e gás natural e tem contadores de faturação de eletricidade e água.



Figura 13 – Edifício Residência Estudantes

- ESCE e ESS:

Este edifício tem uma área total de 11074 m² e uma área útil de 11546 m² sendo composto por 3 Pisos. O edifício consome eletricidade e gás propano, tem contadores de faturação de eletricidade e água. O gás provém de depósito que alimenta também a ESTS.



Figura 14 - Edifício ESCE/ESS

- ESTS

Este edifício tem uma área total de 18055 m² e uma área útil de 16822 m² sendo composto por 3 Pisos. O edifício consome eletricidade e gás propano, tem contadores de faturação de eletricidade e água. Gás propano proveniente de depósito que também alimenta a ESCE-ESS.



Figura 15 -Edifício ESTS

- ESE:

Este edifício tem uma área total de 6354 m² e uma área útil de 5608 m² sendo composto por 3 Pisos. O edifício consome eletricidade e gás propano, tem contadores de faturação de eletricidade, gás e água.



Figura 16 -Edifício da ESE

- ESTB:

Este edifício tem uma área total de 9231 m² e uma área útil de 8339 m² sendo composto por 7 Pisos. O edifício consome eletricidade e gás natural, tem contadores de faturação de eletricidade, gás e água.



Figura 17 -Edifício ESTB

Fonte: Auditoria 2015

O Instituto Politécnico de Setúbal (IPS) enfrenta desafios crescentes na gestão dos seus recursos energéticos, tanto pelo aumento da complexidade das suas infraestruturas, como pela necessidade de adotar práticas mais sustentáveis e eficientes.

O consumo de energia e água é uma das áreas críticas para a instituição, que envolve edifícios com diferentes finalidades, desde salas de aula a laboratórios especializados e instalações administrativas. Com esta diversidade de utilização, a medição precisa e a correta imputação de custos energéticos são fundamentais para garantir uma gestão eficaz e para alcançar os objetivos de eficiência energética.

2.4 Contadores

A implementação de diferentes tipos de contadores no IPS surge como uma resposta direta a essa necessidade. Estes contadores desempenham um papel essencial ao permitir a monitorização detalhada e a alocação adequada dos consumos de energia e água, facilitando a identificação de oportunidades de poupança e a otimização de processos. O IPS utiliza três tipos principais de contadores: Contadores de Faturação, Contadores Parciais e Contadores de Imputação, cada um com funções específicas e complementares.

Cada tipo de contador desempenha um papel fundamental na gestão e monitorização do consumo de energia e água, permitindo uma abordagem mais eficiente e precisa na medição, faturação e imputação de custos.

2.4.1. Contadores de Faturação

Os Contadores de Faturação são físicos e disponibilizados pelos fornecedores de serviço.

2.4.2. Contadores parciais

Os Contadores parciais, por outro lado, são contadores físicos instalados pelo IPS, não pertencem à entidade que fornece o serviço. Estes contadores são utilizados para medir o consumo de forma parcial em determinadas áreas ou setores, fornecendo informações específicas sobre o consumo do serviço para o qual se destina.

2.4.3. Contador imputação

Os Contador de Imputação são contadores virtuais onde os consumos são imputados através de auditorias energéticas. Estes contadores não são físicos, e representam a alocação de custos energéticos ou água a diferentes atividades, processos ou utilização com base em critérios específicos estabelecidos pelas auditorias.

Para além da imputação por utilização existe um segundo nível de chaves de imputação que são por consumos.

A tabela 2 representa as chaves de imputação baseadas na última auditoria realizada.

Tabela 2 - Chaves de imputação

Edifícios		utilização [%]				
ESE e Pavilhão Desportivo	%					
	Electricidade	Consumo 2019	Equipamentos	Climatização	Iluminação	
	ESE	85%	479039	50,3	18,6	31,1
	Pav.	15%	29575	37,6	33,1	29,3
	%Prop.					
	ESE	83%	179734	5,9	67,5	26,6
	Pav.	17%	37826	0,0	100,0	0,0
ESTS e ESCE	% Propano	Consumo 2019	Equipamentos	Climatização	Iluminação	
	ESTS	68%	152375	11,8	85,9	2,3
	ESCE	32%	72235	0	100	0
ESCE e Pres.	% Electricidade	Consumo 2019	Equipamentos	Climatização	Iluminação	
	ESCE	93%	224610	0	100	0
	Presid.	7%	41937			

A tabela 2 apresenta uma análise do consumo de energia (eletricidade e gás propano) em diferentes edifícios e instalações em 2019, distribuindo-o por categorias de utilização: equipamentos, climatização e iluminação:

1. ESE e Pavilhão Desportivo:

- Consumo de eletricidade:
 - O edifício ESE representa 85% do consumo total, enquanto o Pavilhão representa 15%.
 - O consumo total é de 479.039 kWh para a ESE e 29.575 kWh para o Pavilhão.
- Distribuição do uso:
 - Na ESE, 50,3% do consumo é para equipamentos, 18,6% para climatização e 31,1% para iluminação.
 - No Pavilhão, 37,6% é para equipamentos, 33,1% para climatização e 29,3% para iluminação.

2. Distribuição de propano na ESE e Pavilhão:

- A ESE consome 83% do total de 179.734 kWh de propano, com 5,9% para equipamentos, 67,5% para climatização e 26,6% para iluminação.
- O Pavilhão consome 17% (37.826 kWh), sendo totalmente utilizado na climatização (100%).

3. ESTS e ESCE (Propano):

- O edifício ESTS utiliza 68% do consumo total de propano, com 152.375 kWh. A maior parte (85,9%) é destinada à climatização, com 11,8% para equipamentos e 2,3% para iluminação.
- A ESCE utiliza 32% (72.235 kWh), exclusivamente para climatização (100%).

4. ESCE e Presidência (Eletricidade):

- A ESCE representa 93% do consumo total de 224.610 kWh, com todo o consumo alocado para climatização.
- A Presidência consome 7% (41.937 kWh), mas não tem detalhes de alocação explícitos no quadro.

Podemos assim concluir que o consumo de energia varia significativamente entre os edifícios, com a climatização sendo o maior responsável, especialmente em edifícios como o Pavilhão e ESCE, enquanto a ESE apresenta uma distribuição mais equilibrada entre equipamentos, climatização e iluminação.

A figura 18 representa os consumos por utilização dos diversos edifícios.

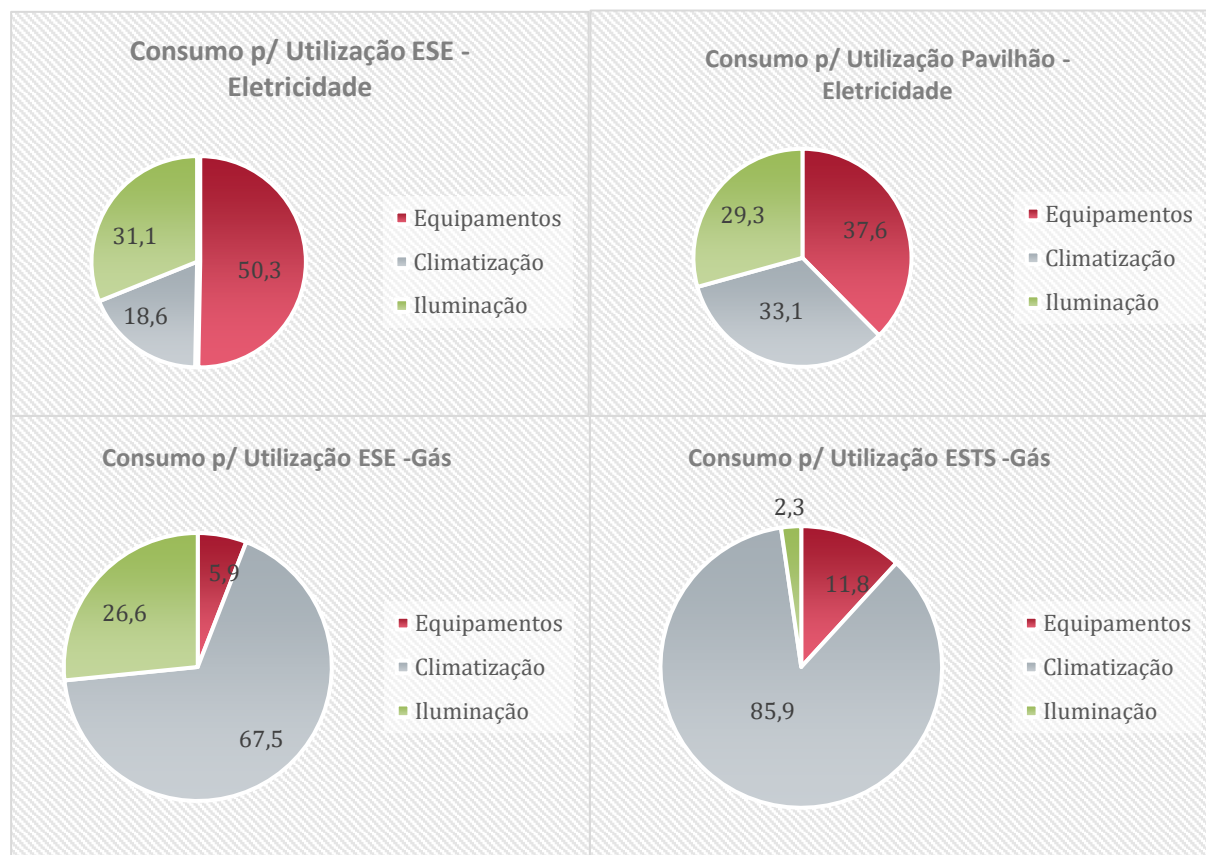


Figura 18 – Consumos por utilização dos edifícios ESE, Pavilhão, ESTS

A figura 19 representa a vista área no polo de Setúbal onde se identifica os diversos edifícios, contadores e respetivas dependências.



Figura 19 - Fotografia aérea representando os diversos contadores por edifício

O consumo elétrico da ESTS suporta os consumos do Data Center e posto de carregamento automóvel.

Com o objetivo de poder fornecer uma visão mais eficaz, detalhada e precisa do consumo de energia e água em cada edifício, facilitando a gestão eficiente e a tomada de decisões em relação à utilização dos recursos energéticos, foi identificado a necessidade de se acrescentar mais contadores.

Assim poderia ser adicionado ao edifício da ESCE um contador parcial de Gás e no edifício da ESTS, dois contadores parciais no refeitório um para gás e outro para eletricidade.

Seria também fundamental a instalação de um contador para o posto de carregamento elétrico de veículos e um outro contador para avaliar o consumo do Data Center.

3. Sistemas de Gestão de Energia (SGE)

Os sistemas de gestão de energia (SGE) são essenciais para a eficiência energética de qualquer organização. Fornecem uma estrutura para a implementação de políticas de gestão de energia, visando melhorar continuamente o desempenho energético.

A norma ISO 50001 [6] estabelece um quadro de requisitos para as organizações que desejam desenvolver uma abordagem sistemática para melhorar continuamente o seu desempenho energético, incluindo atividades de eficiência energética, uso e consumo de energia. A norma está alinhada com outras normas de sistemas de gestão, como a ISO 9001 (Qualidade) e a ISO 14001 (Meio ambiente), que facilitam a integração com sistemas de gestão existentes.

A implementação de um SGE oferece várias vantagens nomeadamente na melhoria da eficiência energética, redução custos e conformidade regulamentar.

Os principais requisitos que deverão ser avaliados são:

- **Política Energética**

Definição de uma política clara que reflita o compromisso da organização com a melhoria do desempenho energético;

- **Planeamento Energético**

Inclui a condução de uma revisão energética, estabelecendo uma linha de base de energia, identificando indicadores de desempenho energético (EnPIs) e estabelecendo objetivos e planos de ação para alcançar melhorias;

- **Implementação e Operação**

Assegura que a organização tenha os recursos adequados e as competências necessárias para implementar a política energética e os planos de ação;

- **Competência e Formação**

Garantir que todos os colaboradores estejam cientes da política energética e possuem a formação e competências necessárias para implementação de um SGE;

- **Comunicação**

Desenvolver canais de comunicação internos e externos sobre o desempenho energético e iniciativas do SGE;

- **Verificação**

Monitorização e medição do desempenho energético, incluindo auditorias internas e controlo de documentos e registos;

- **Relatórios Energéticos**

Documentação e apresentação dos resultados de desempenho energético e de qualquer atualização no planeamento estratégico;

- **Não Conformidades, Correções, Ações Corretivas e Preventivas:**

Processos para identificar, corrigir não conformidades e realizar ações preventivas.

3.1. SGE no IPS – Contribuição da Plataforma de GC

A implementação da plataforma de gestão de consumos energéticos e hídricos no Instituto Politécnico de Setúbal serve como um dos pilares para a eficácia de um Sistema de Gestão de Energia. A plataforma facilita a recolha, monitorização e análise de dados de consumo energético e água, contribuindo significativamente para o compromisso do IPS com a sustentabilidade e a eficiência energética, assegurando uma operação mais eficaz e sustentável das suas instalações.

- **Recolha e Monitorização dos Dados**

A plataforma permite a análise dos consumos de energia elétrica, gás e água nas diversas instalações do IPS, possibilitando assim identificar padrões de consumo e anomalias que possam indicar desperdícios ou ineficiências. A integração com contadores inteligentes e outros dispositivos de medição permitirá automatizar a recolha de dados, garantindo maior precisão e frequência dos mesmos;

- **Análise e Diagnóstico**

A plataforma permite a análise detalhada dos dados de consumo, facilitando a identificação de oportunidades de melhoria. Relatórios detalhados e gráficos comparativos ajudam a visualizar e entender os padrões de consumo e identificar áreas que necessitam de intervenção;

- **Auditorias Energéticas Simplificadas**

A centralização dos dados de consumo facilita a realização de auditorias energéticas, sendo essencial para a condução de revisões energéticas e para a identificação de usos significativos de energia;

- **Planeamento e Definição de Metas**

Com dados históricos consolidados e precisos proporcionados pela plataforma, o IPS pode estabelecer uma base energética confiável, no qual poderá identificar melhorias futuras;

- **Implementação e Controlo Operacional**

A plataforma poderá ser integrada com sistemas de controlo e automação permitindo assim avaliar dados de consumo em tempo real;

- **Alertas e Notificações**

A configuração de alertas e notificações automáticas para desvios significativos de consumo permite avaliar de uma forma célere anomalias que possam ocorrer, permitindo assim melhor a eficiência operacional.

Ter informações precisas e atualizadas sobre o consumo energético e água, traz inúmeras vantagens, tais como detetar e identificar oportunidades de melhoria, tomar decisões informadas, melhorar a eficiência operacional ou planejar estrategicamente. Estes são apenas alguns dos aspetos pelos quais a informação permite à instituição gerir de forma efetiva e eficiente os seus recursos energéticos.

Estas vantagens reforçam a importância da plataforma de gestão de consumos como uma ferramenta chave para uma boa análise da eficiência energética permitindo assim identificar:

- **Redução de Custos**

Identificar e corrigir áreas de ineficiência resulta na redução dos custos operacionais devido ao menor consumo de energia e recursos;

- **Sustentabilidade Ambiental**

Com a informação precisa, é possível implementar práticas que diminuam o consumo de energia e água, contribuindo para a sustentabilidade ambiental.

3.2. Sustentabilidade no Ensino Superior

A sustentabilidade é um tema cada vez mais central nas discussões globais sobre desenvolvimento e, no contexto do ensino superior, tem ganho relevância significativa. As instituições de ensino superior desempenham um papel crucial na transformação das sociedades para um futuro sustentável, não só pela formação de futuros líderes, mas também pela implementação de práticas sustentáveis e pela pesquisa que impulsionam nessa área.

O papel das Instituições

As universidades e outras instituições de ensino superior têm a missão de educar e formar cidadãos conscientes, capacitando-os para enfrentar os desafios relacionados com a sustentabilidade.

As instituições são centros de pesquisa e inovação que podem contribuir significativamente para a sustentabilidade através do desenvolvimento de novas tecnologias e práticas que podem ser aplicadas para resolver questões ambientais.

Cada instituição poderá, através de iniciativas de sustentabilidade, definir objetivos claros e avaliar os resultados dos mesmos.

Sendo os relatórios de sustentabilidade ferramentas cruciais para medir, documentar e comunicar, reforçando a transparência e o compromisso contínuo com a melhoria e inovação.

A sustentabilidade no ensino superior está intrinsecamente ligada ao uso responsável de recursos naturais, com destaque para a energia e a água. As Instituições, sendo centros de grande consumo, têm a oportunidade e a responsabilidade nestas áreas.

Implementando soluções eficientes de energia, como o uso de fontes renováveis (solar e eólica), não só reduz a pegada de carbono, mas também serve como laboratório vivo para pesquisa e educação em sustentabilidade.

No que se refere à água, as instituições podem adotar sistemas de captação e reutilização da água da chuva, além de promover o uso consciente e a redução do desperdício.

A gestão sustentável da água inclui também a instalação de sistemas de tratamento e reutilização de águas cinzentas, que podem ser utilizadas na irrigação e limpeza, por exemplo. Estas práticas não só conservam recursos, mas também educam a comunidade acadêmica sobre a importância da preservação ambiental.

Integrar a sustentabilidade com a gestão de energia e água nas instituições de ensino superior cria um ciclo virtuoso de inovação e educação, onde alunos e professores são inspirados a desenvolver soluções para os desafios ambientais contemporâneos.

As Instituições, ao adotarem estas práticas, reforçam o seu papel como líderes na construção de um futuro mais sustentável e resiliente.

4. Identificação da solução desenvolvida

4.1. Ferramentas de Desenvolvimento

4.1.1. Linguagem de Programação

A linguagem de programação VB.NET (Visual Basic .NET) [7] é uma ferramenta poderosa e versátil inserida no ecossistema da plataforma .NET da Microsoft.

Para a criação da plataforma de gestão de consumos energéticos e hídricos foi utilizado a referida a Framework.

A integração nativa do VB.NET com o SQL Server facilitou a escolha do ecossistema de desenvolvimento Microsoft.

Outro aspeto importante é a capacidade do VB.NET de integrar bibliotecas e Frameworks externas, como o Bootstrap para o desenvolvimento de interfaces responsivas e o Chart.js para criação de gráficos interativos de dados de consumo energético. Essas ferramentas podem melhorar significativamente a experiência do utilizador ao fornecer visualizações intuitivas e acessíveis dos dados de energia.

Para além disso, o VB.NET oferece um suporte robusto para a comunicação com dispositivos de monitorização e controlo de energia, como sensores inteligentes, medidores de energia e sistemas de automação. Isto permite que a plataforma de gestão de consumos integre-se facilmente com infraestruturas de recolha dados em tempo real.

Em resumo, o uso da linguagem referida oferece uma combinação de facilidade de uso, poder de computação e integração com outras plataformas.

4.1.2. Base de Dados

A utilização do SQL Server como Base de Dados de armazenamento dos dados da plataforma desenvolvida, proporciona uma estrutura sólida e confiável para gerir os dados de consumo das diversas unidades de formação do IPS. Modelo de dados apresentado anexo I.

Com o SQL Server, os dados de leituras, padrões de uso e histórico de consumo podem ser armazenados de forma eficiente e acessível, permitindo a rápida recuperação e análise dessas informações para ajudar os gestores de energia a tomarem decisões.

Além disso, o SQL Server oferece recursos avançados de segurança e integridade de dados, garantindo que as informações críticas sobre o consumo de energia sejam protegidas contra acessos não autorizados.

A linguagem SQL (Structured Query Language) [8] proporciona uma poderosa ferramenta para realizar consultas complexas e análises sobre os dados armazenados, permitindo a criação de relatórios detalhados e a visualização de tendências de consumo ao longo do tempo, conforme exemplo no anexo II.

A integração nativa do SQL Server [9] com o ambiente de desenvolvimento .NET facilitou a interação entre a base de dados e a aplicação web desenvolvida em VB.NET, garantindo uma comunicação eficiente e sem problemas entre os componentes da plataforma.

4.1.3. Aplicação Web

Desenvolver a aplicação baseada em topologia web traz enormes vantagens para o utilizador, pois não necessita de instalar nenhum cliente na sua máquina bastando para tal apenas um browser e acesso à internet.

Esta facilidade de acesso permite uma gestão mais eficiente e a possibilidade de aceder através de vários dispositivos.

Outra vantagem é a escalabilidade e flexibilidade oferecidas à medida que o Instituto cresce ou as necessidades de gestão evoluem, a aplicação pode ser facilmente adaptada e expandida para incluir novos edifícios, instalações ou fontes de energia. Isso garante que a aplicação permaneça atualizada ao longo do tempo.

Apesar da aplicação ser web não foi projetada para ser responsiva¹. Em desenvolvimentos futuros este será um dos pontos de deverá ser acautelado.

Em suma, optar pela solução web para o desenvolvimento da plataforma de gestão de consumos proporciona acessibilidade remota, escalabilidade, flexibilidade e compatibilidade multiplataforma, garantindo uma gestão mais eficiente.

4.1.4. Aplicações Adicionais

Para poder acrescentar valor à solução e agilizar os processos de desenvolvimento houve necessidade de integrar aplicações adicionais, nomeadamente Telerik UI, Bootstrap [10] e Chart.js .

O uso do Telerik UI oferece uma gama abrangente de componentes para interfaces de utilizador que podem melhorar a experiência do mesmo, fornecendo elementos interativos e visualmente atraentes, como grids, gráficos e calendários. Isto permitiu criar uma aplicação mais dinâmica e funcional, com uma interface intuitiva.

Bootstrap [11] é um framework web com componentes de interface e Front-end para sites e aplicações web, usando JavaScript, permitiu recorrer a código fonte aberto.

A integração do Chart.js [12] oferece recursos avançados de visualização de dados, permitindo a criar gráficos interativos e personalizados para apresentar os dados de consumo de forma clara e compreensível.

Além disso, o uso destas ferramentas adicionais permitiu acelerar o processo de desenvolvimento, reduzindo o tempo e os recursos necessários para criar componentes de interface do usuário e funcionalidades específicas. Com bibliotecas e ferramentas prontas para uso.

Em resumo, a integração de aplicações adicionais como Telerik UI, Bootstrap e Chart.js enriquece a aplicação, proporcionando um interface mais dinâmico, visualizações de dados mais avançadas e uma aceleração no desenvolvimento. Estas ferramentas são essenciais para criar uma aplicação web moderna, eficiente e eficaz, que atenda às necessidades e expectativas dos utilizadores finais.

¹ Aplicação responsiva, adapta-se automaticamente ao layout do dispositivo, (Desktop, tablet ou smartphone)

4.2. Construção da Solução

A plataforma proposta visa fornecer uma solução abrangente e personalizável para monitorar, analisar e otimizar os gastos com energia. Os requisitos fundamentais incluem uma interface intuitiva e acessível, compatibilidade com diferentes fontes de dados (como medições de consumo e tarifas de fornecedores), capacidade de previsão de gastos futuros e integração com sistemas de gestão existentes.

A plataforma deve oferecer funcionalidades de visualização de dados avançadas, como gráficos e relatórios personalizáveis, para permitir uma análise detalhada do consumo de energia ao longo do tempo. Além disso, é crucial incorporar recursos de alerta e notificação para identificar anomalias no consumo e potenciais oportunidades de economia.

A segurança dos dados é um requisito primordial, exigindo medidas robustas de criptografia e controle de acesso para proteger informações sensíveis sobre o consumo de energia das organizações. A escalabilidade é outro aspecto essencial, garantindo que a plataforma possa lidar com volumes crescentes de dados à medida que as necessidades das organizações evoluem.

A plataforma deve ser flexível o suficiente para se adaptar a diferentes contextos organizacionais e requisitos regulatórios, permitindo personalizações específicas de acordo com as necessidades de cada utilizador. Além disso, a facilidade de integração com sistemas de gestão de energia existentes é fundamental para maximizar a eficiência operacional e minimizar o tempo de implementação.

Considerando a crescente importância da sustentabilidade, a plataforma deve oferecer ferramentas analíticas avançadas para identificar oportunidades de eficiência energética e redução de custos, contribuindo assim para metas ambientais e económicas de longo prazo das organizações.

Por fim, é crucial que a plataforma seja desenvolvida com uma abordagem modular e de código aberto, permitindo atualizações contínuas e colaboração com a comunidade académica, garantindo assim a viabilidade e adaptação a novos conceitos.

4.2.1. Análise de Requisitos

O processo de desenvolvimento da plataforma iniciou-se com uma análise minuciosa dos requisitos específicos, isso incluiu todas as unidades de formação e alguns serviços internos.

4.2.2. Arquitetura

Para suportar a plataforma optou-se por uma arquitetura web, por forma a ser escalável, assim foi utilizado um modelo de três camadas, composta por uma camada de apresentação (frontend), uma camada de lógica de negócios (backend) e uma camada de armazenamento de dados (base de dados).

4.2.3. Interface de Utilizador

A interface de utilizador foi desenvolvida levando em conta a diversidade de usuários e as necessidades específicas de cada um. Foram definidos vários perfis de acesso sendo a apresentação dos módulos diferente em função de cada um deles.

4.2.4. Recursos Analíticos

Foi desenvolvido um módulo de análise permitindo avaliar a informação sobre diferentes abordagens através de filtros por Campus, intervalos de tempo, etc.

Para suportar a análise dos dados foram introduzidas as faturas energéticas de 3 anos, referentes às diversas unidades do instituto num total aproximado de 600 documentos.

4.2.5. Funções e indicadores

A aplicação foi segmentada em níveis hierárquicos horizontais, assim:

- **Nível 4 – Administração**
Permite efetuar todas as operações na aplicação.
- **Nível 3 – Parametrização**
Permite efetuar as configurações e parametrizações de todas as tabelas com exceção da tabela de utilizadores.
- **Nível 2 - Consulta**
Permite efetuar consultas e produzir mapas / relatórios
- **Nível 1 – Introdução**
- Apenas permite registar documentos.

Assim, para poder detalhar e analisar os diversos critérios comparativos eviavam-se vários gráficos e indicadores.

Os gráficos apresentados são globais, realço o facto de os mesmos poderem ser retirados de forma granular por edifício ou campus.

Nos mapas e comentários apresentados Energia significa energia final em kWh.

Os resultados de CO₂ obtidos são referentes aos valores obtidos através das faturas introduzidas por valores totais.

Nas figuras 20 e 21, estão representados de uma forma sucinta os fluxos e tratamento da informação por parte da solução desenvolvida. (Modelo no anexo III)

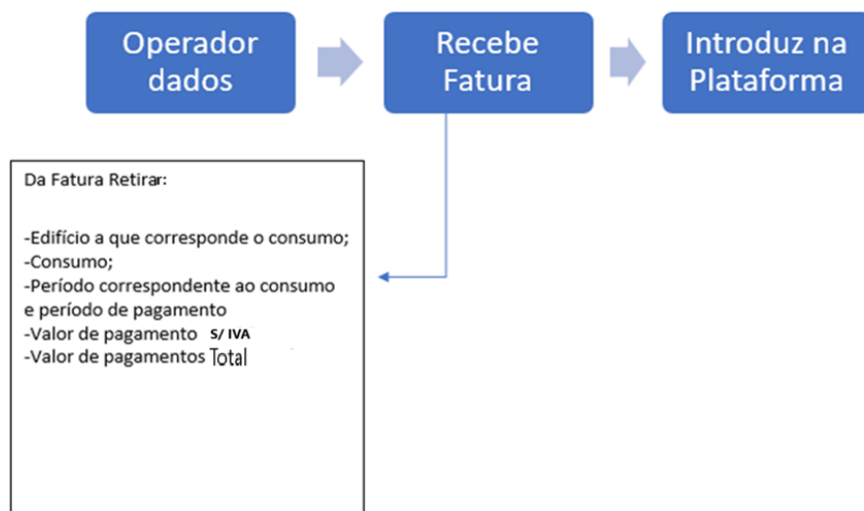


Figura 20- Fluxo de tratamento dos documentos externos (faturas)

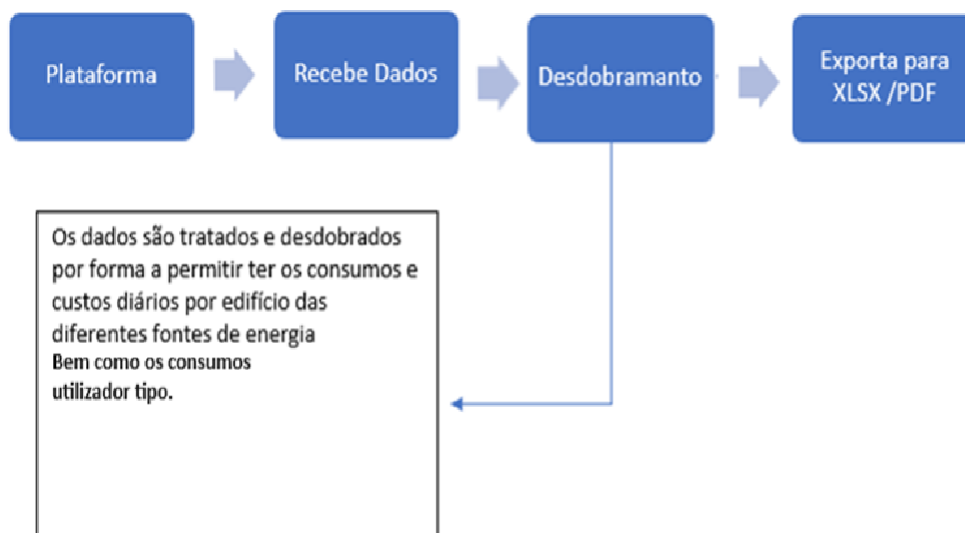


Figura 21-Tratamento dos dados

A estrutura hierárquica da solução aplicacional encontra-se dividida em dois níveis de Menus, conforme figura 13. Que são no nível 1 os menus principais e no nível 2 os submenus .

GCIPS

Estrutura Menus

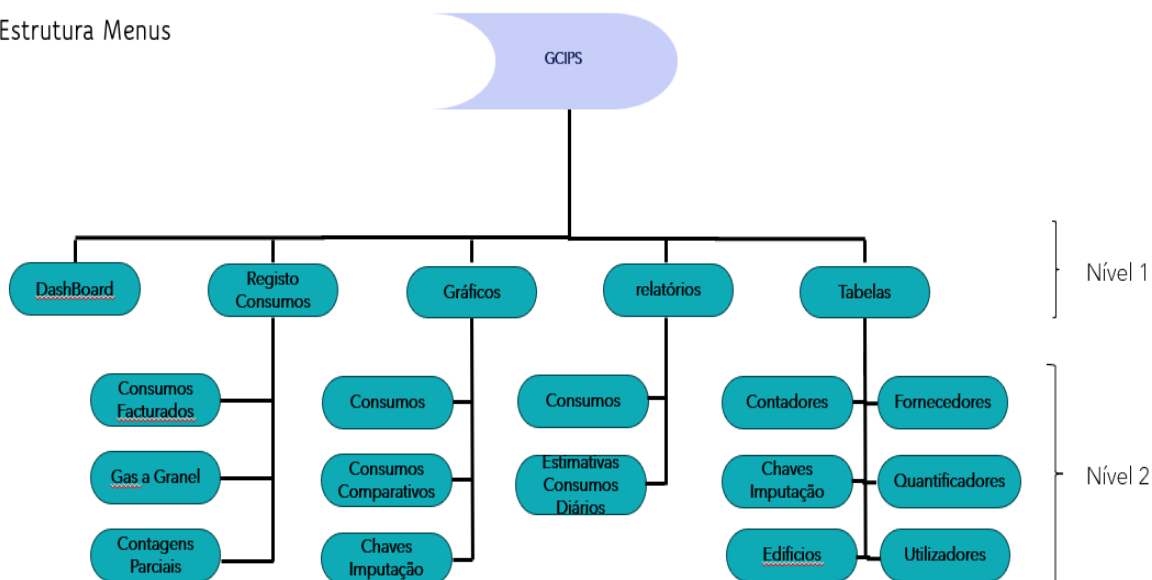


Figura 22 - Estrutura de Menus da Solução

A página principal da aplicação é apresentada na figura na Figura 15.

Só após a validação das credencias de acesso será possível aceder às operações da aplicação. Os acessos aos módulos são efetuados através de perfis que permitem segregar a informação a que cada um terá acesso. Existem 4 perfis atribuídos.

- Registo de documentos;
- Parametrização de tabelas;
- Consulta de mapas e relatórios;
- Administração.



Figura 23 -Página de login da aplicação

4.3. Modus Operandi

A aplicação desenvolvida tem como objetivo gerir os consumos de eletricidade, água e gás das diversas unidades e edifícios do Instituto Politécnico de Setúbal.

A entrada do programa consiste no registo das faturas desses serviços em unidades energéticas e monetárias. O sistema processa essas informações para facilitar a análise de consumo.

Para calcular os consumos entre diferentes períodos, o programa desdobra os consumos totais em consumos médios diários das faturas dos fornecedores energéticos.

Isso é efetuado para cada tipo de serviço (eletricidade, água e gás) e para cada contador de fornecimento individualmente. Com esta abordagem, é possível determinar de forma precisa o consumo entre duas datas específicas e acompanhar a evolução diária desses consumos, independentemente das datas de faturação e de análise.

A metodologia do desdobramento em consumos médios diários permite uma análise detalhada e contínua do uso dos recursos, facilitando a identificação de padrões, tendências e possíveis desperdícios.

Isto contribui para uma gestão mais eficiente e sustentável dos recursos em análise.

Por exemplo, se a fatura da eletricidade de 1 de janeiro a 31 de janeiro indicar um consumo de 31 kWh, o programa calcula um consumo médio diário de 1 kWh ($31 \text{ kWh} / 31 \text{ dias} = 1 \text{ kWh por dia}$).

No caso do gás a granel, é efetuado o registo do carregamento em kg. A aplicação determina o período desde o carregamento anterior e o consumo é a diferença da leitura atual menos a anterior.

Efetua o desdobramento diário, considerando que esse foi o consumo durante esse período.

Existem também contadores parciais que permitem ter uma análise segmentada dos contadores de faturação. Estes contadores auxiliam na análise de sectores que estão sob o mesmo contador de faturação e que o desdobram dando uma informação por setor.

Na abordagem da análise dos dados de consumo existem diversos filtros de agregação tais como edifício, campus ou IPS com a disponibilidade de rácios por aluno, pessoal docente e não docente.

Foi também disponibilizado o conceito de chaves de imputação, permitindo assim imputar uma percentagem dos consumos energéticos (iluminação, climatização e equipamentos), através de auditorias energéticas pré-efetuadas.

5. Apresentação e Resultados da Solução Desenvolvida

A apresentação e os resultados da solução desenvolvida para a aplicação de gestão de consumos energéticos e hídricos focam em demonstrar a eficácia na otimização e monitorização destes recursos.

A aplicação foi projetada para melhorar a análise dos dados de consumos existentes, permitindo rastrear e identificar desperdícios através de relatórios detalhados.

Os resultados permitem assim auxiliar na sustentabilidade e no cumprimento de metas ambientais. A comparação com métodos tradicionais ressalta a inovação e a eficiência trazidas pela solução implementada.

A solução está centralizada no conceito de contadores sejam eles físicos ou parciais, assim a tabela 3 representa todos os contadores existentes e implementados na solução.

Tabela 3 - Distribuição dos contadores por serviço e localização

Tipo Serviço	Tipo Contador F / P	Contador Faturação	Dependente
Água	F	Residência Manteigadas	
Água	F	Presidência	
Água	F	ESCE/ESS	
Água	F	ESTB	
Água	F	Palácio Frixell	
Água	F	ESE	
Água	F	Pavilhão	
Água	F	ESTS	
Eletricidade	P	ESE	Pavilhão
Eletricidade	F	ESCE/ESS	Presidência
Eletricidade	F	ESTS	
Eletricidade	F	ESTB	
Eletricidade	F	Palácio Frixell	
Eletricidade	F	Residência Manteigadas	
Gás	P	ESE	Pavilhão
Gás	P	**	SAS deposito Propano
Gás	F	ESTB	
Gás	F	Residência Manteigadas	

** O contador Parcial existente serve a ESTS e a ESCE.

Legenda para o tipo Contador:

F= Físico

P= Parcial

5.2. Outputs da Solução

Esta secção tem como principal objetivo apresentar, de forma clara e visual, os diversos resultados extraídos a partir da análise de consumo do IPS (Instituto Politécnico de Setúbal).

Nesta área, serão disponibilizados gráficos interativos e detalhados que permitem uma visualização rápida e intuitiva dos dados, facilitando a interpretação das informações obtidas.

Os gráficos aqui apresentados refletem métricas importantes, como padrões de consumo, distribuição de recursos, e eficiência operacional ao longo do tempo. Todas as figuras presentes neste capítulo são outputs diretos da aplicação.

Com isso, pretende-se fornecer uma ferramenta visual que auxilie na tomada de decisões mais informadas, permitindo identificar áreas críticas e oportunidades para otimização.

O objetivo é oferecer uma visão integrada e acessível sobre o desempenho do sistema, com gráficos que podem ser ajustados conforme a necessidade, permitindo personalizações de acordo com as variáveis mais relevantes para o utilizador.

A figura 24 apresenta os **Consumos Anuais de Gás** no IPS para os anos de 2019 e 2022, expressos em kWh. O gráfico de barras ilustra a variação no consumo de gás entre os dois períodos. Em 2019, o consumo foi de 1.848.861 kWh, enquanto em 2022 houve um aumento significativo, atingindo 2.345.164 kWh. A comparação evidencia um crescimento de aproximadamente 27% no consumo de gás ao longo deste período. Esta análise permite identificar tendências no uso de energia e potenciais necessidades de otimização ou eficiência energética.

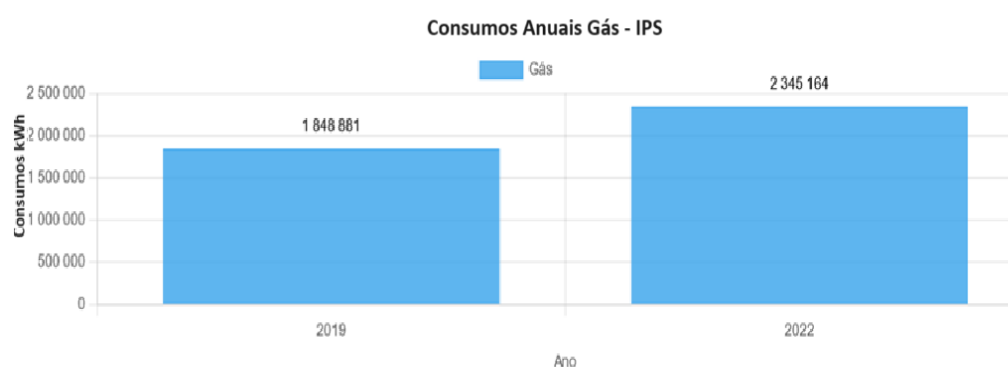


Figura 24 - Consumo anual gás dos anos 2019 e 2022

A figura 25 apresenta os **Consumos Anuais de Eletricidade no IPS** para os anos de 2019 e 2022, expressos em kWh. O gráfico de barras compara os consumos entre esses dois períodos, evidenciando uma ligeira redução no consumo total. Em 2019, o consumo de eletricidade foi de 4.965.105 kWh, enquanto em 2022 o valor diminuiu para 4.673.893 kWh, representando uma redução de aproximadamente 6%. Esta análise pode indicar possíveis melhorias na eficiência energética.

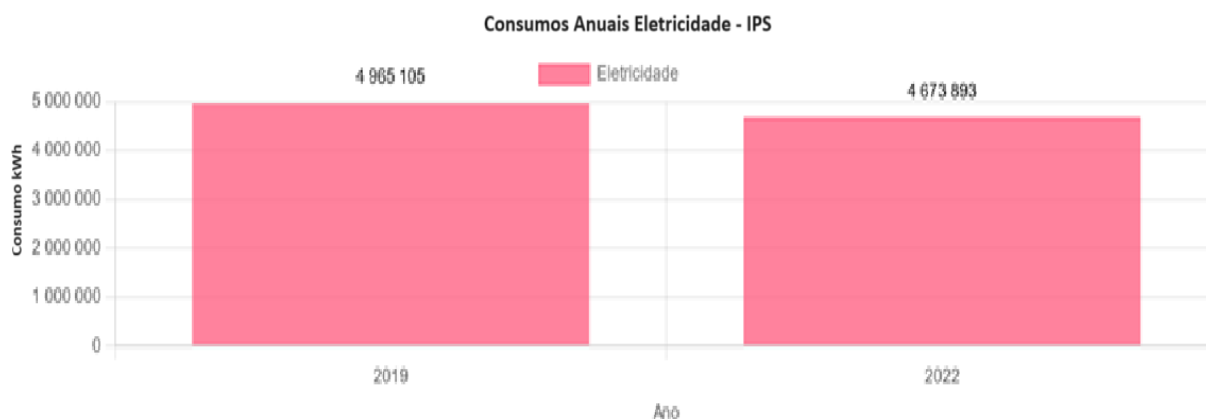


Figura 25 - Consumo anual Eletricidade dos anos 2019 e 2022

A figura 26 apresenta os **Consumos anuais de água no IPS** para os anos de 2019 e 2022. Em 2019, o consumo totalizou 60.106 m³, enquanto em 2022 houve uma redução de aproximadamente 16%, atingindo 50.327 m³.

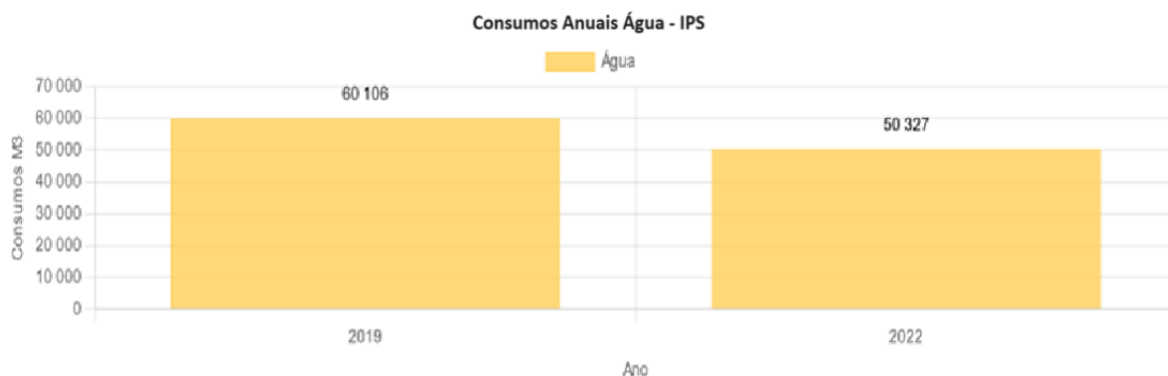


Figura 26 - Consumo anual água dos anos 2019 e 2022

A figura 27, apresenta os **custos anuais de gás no IPS** para os anos de 2019 e 2022. Em 2019, o custo totalizou aproximadamente 80.000 euros, enquanto em 2022 atingiu aproximadamente 140.000 euros.

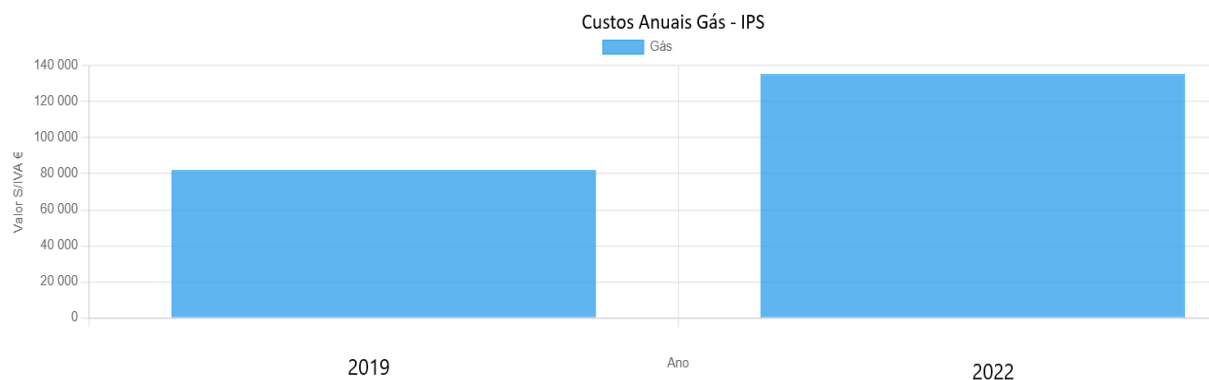


Figura 27 - Custos Anuais de Gás dos anos 2019 e 2022

A figura 28 apresenta os **custos anuais de eletricidade no IPS**, revelando uma redução nos custos entre 2019 e 2022.

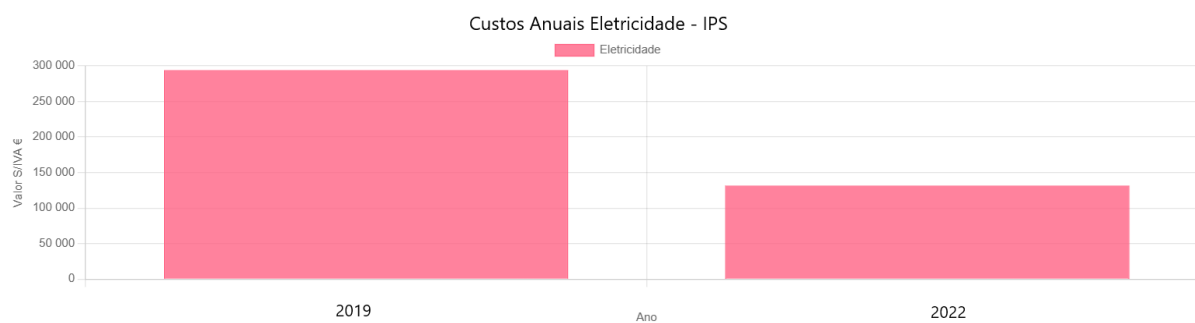


Figura 28 - Custos Anuais de Eletricidade dos anos 2019 e 2022

A figura 29 apresenta os custos anuais de água no IPS, revela uma redução nos custos passando de 200.000 euros para 180.000 euros, aproximadamente.

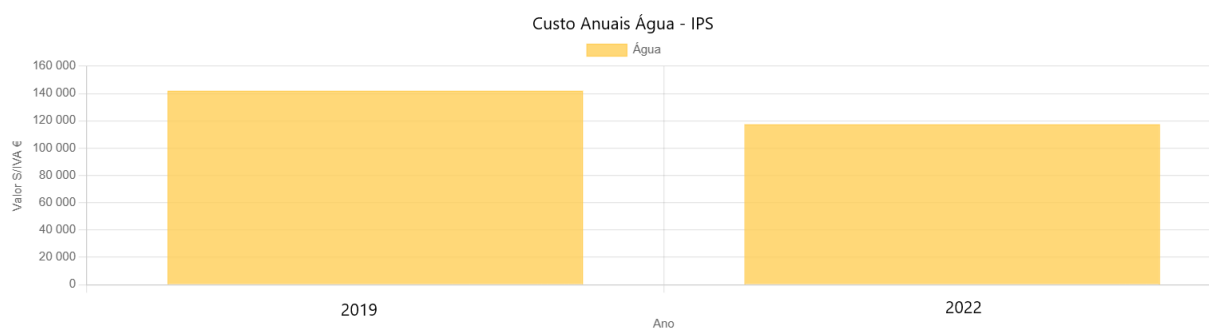


Figura 29 - Custos Anuais de Água dos anos 2019 e 2022

Baseado nas figuras anteriores de consumos, verifica-se uma redução dos consumos de eletricidade e da água, mas em contrapartida houve um aumento nos custos de gás.

As figuras infra 30 e 31 representam a comparação dos consumos referentes ao ano 2022.

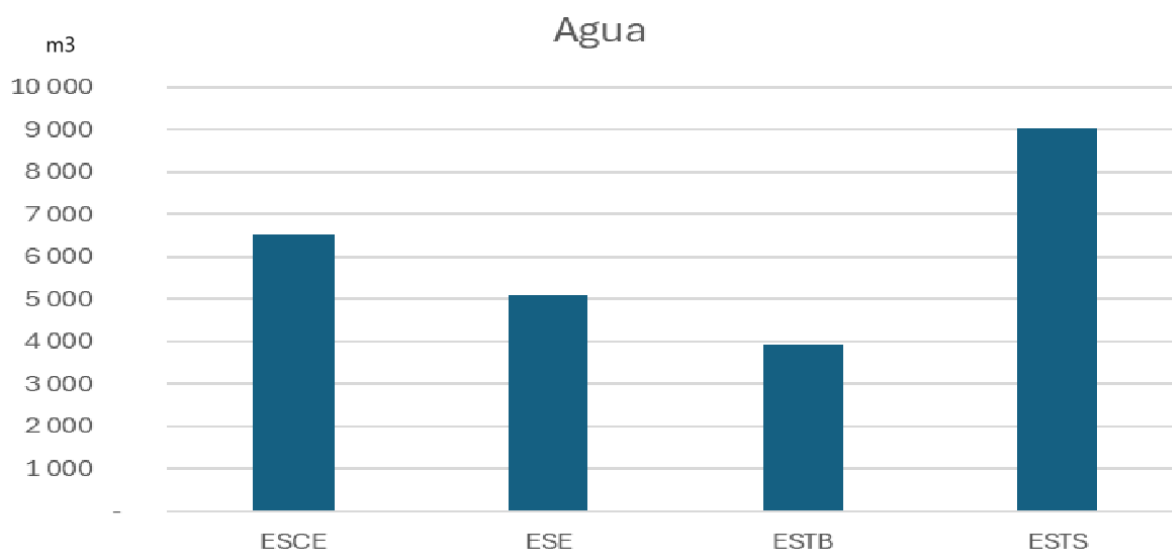


Figura 30- Consumo de água por edifício

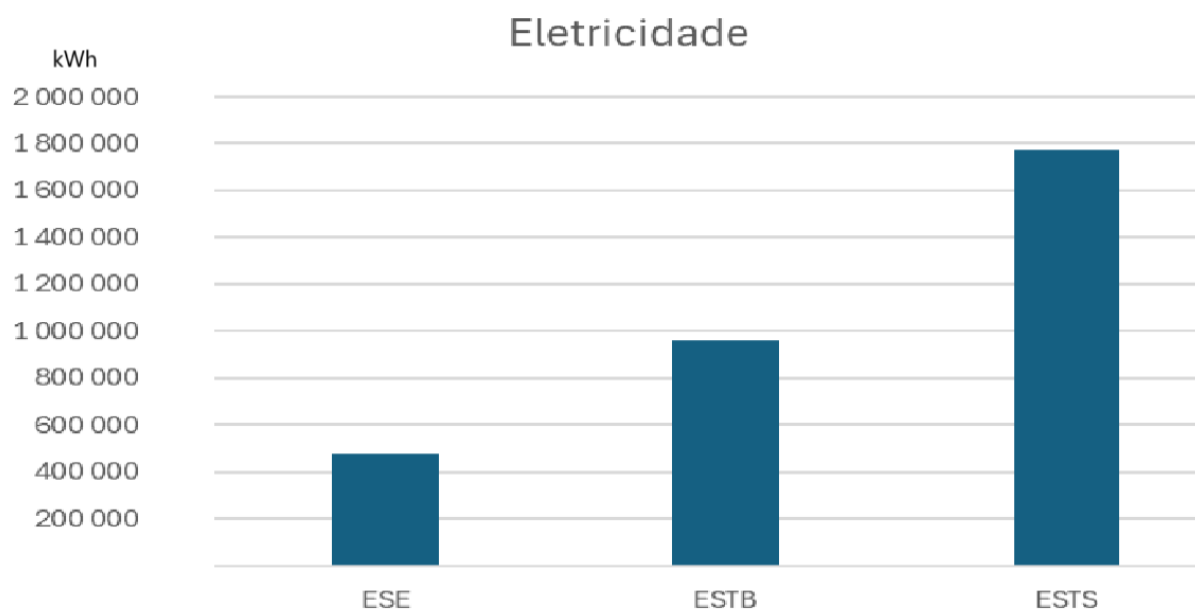


Figura 31- Consumo eletricidade em kWh por edifício

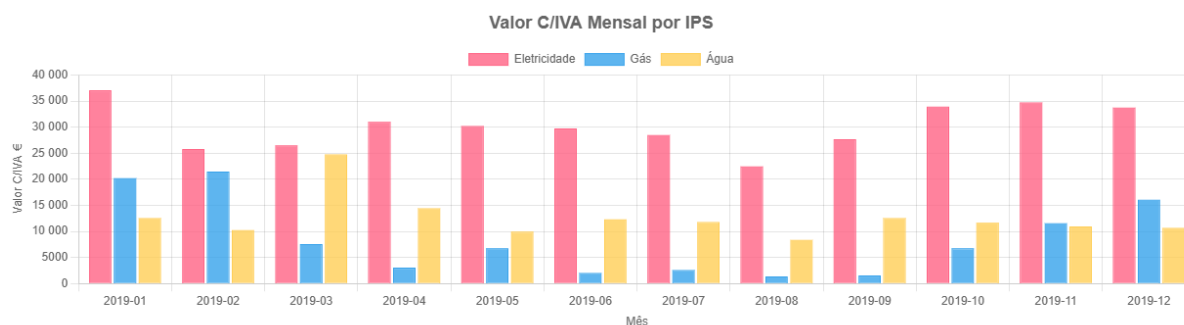


Figura 32 - Custos mensais com iva por serviço relativo ao ano 2022



Figura 33 - Custos mensais com iva por serviço relativo ao ano de 2019

A figura 34 representa os padrões de sazonalidade de consumo do IPS .

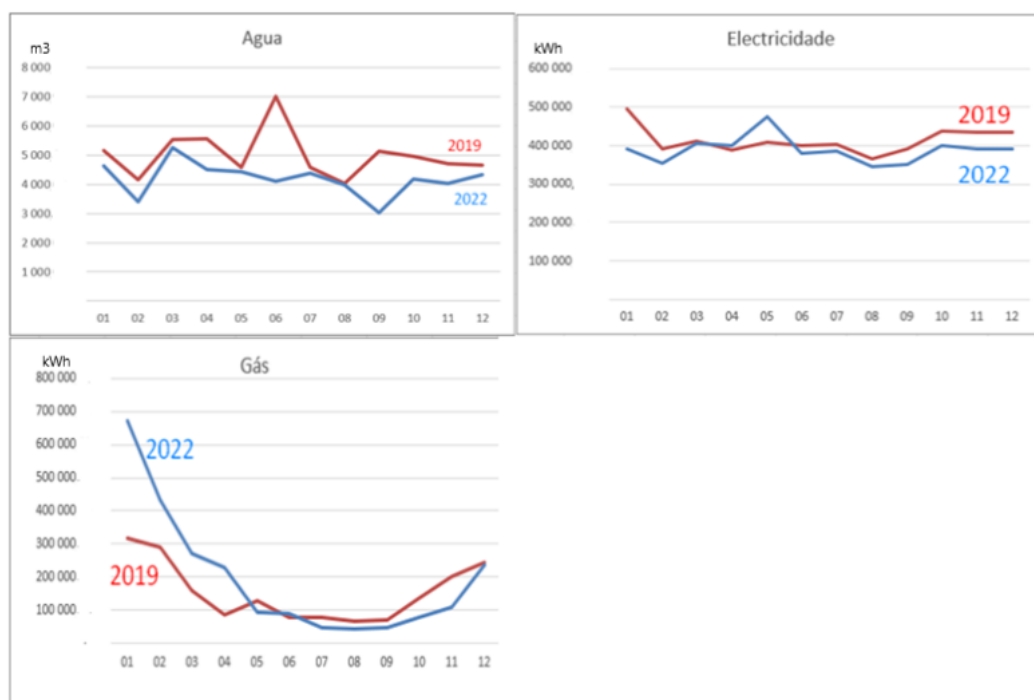


Figura 34 - Consumos anuais 2019 e 2022 - Flutuações mensais

Baseado nos dados obtidos através da aplicação desenvolvida e analisando o gráfico de gás obtido pode-se concluir o primeiro trimestre refere-se a aquecimento ambiente, entre os meses de Abril e Setembro o consumo é distribuído entre o refeitório e AQS do pavilhão e no último trimestre voltamos a ter novamente aquecimento ambiente.

A tabela 4 representa o comparativo de consumos de aquecimentos ambiente dos 3 edifícios.

Tabela 4 - Comparativos consumos gás

Consumo [kWh]	ESE		ESTB		ESCE_ESTS	
	2019	2022	2019	2022	2019	2022
Jan	50 284	48 092	72 788	16 552	57896	330787
Fev	79 451	54 489	57 913	37 169	32455	76336
Mar	21 801	65 189	37 409	22 438	12453	60664
Abr	21 098	50 005	28 375	1 030	9974	85118
Mai	46 530	21 801	20 637	111	9576	9165
Jun	21 098	21 098	14 827	74	9275	7042
Jul	21 801	21 801	15 398	113	15810	
Ago	21 801	21 801	15 598	76		
Set	21 098	21 098	14 895	110		
Out	39 419	21 801	16 503	77		
Nov	56 211	35 004	20 953	6 760	14700	14591
Dez	49 557	53 900	36 022	19 553	62198	35853

A ESTS e ESCE representam o maior consumo de aquecimento entre os edifícios analisados.

Conforme referido anteriormente a aplicação está preparada para responder à funcionalidade de, **Chaves de imputação** baseada em auditorias conforme documento IV em anexo. A figura 28 representa o contador Eletricidade ESTS com a respetiva desagregação de consumos por equipamentos, climatização e iluminação, para a última auditoria efetuada.

Consumos Contador IPS_Eletricidade_ESTS

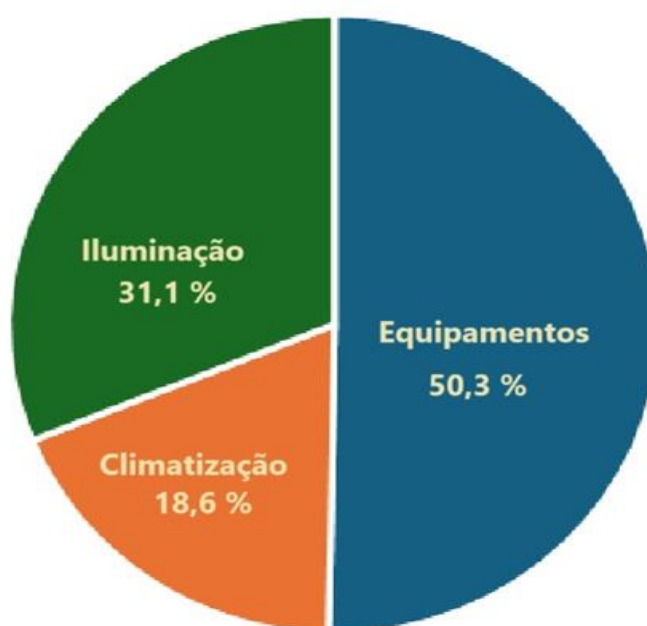


Figura 35 - Chaves imputação por utilização do contador físico ESTS

5.3. Indicadores

Consumos por aluno

A tabela 5 apresenta o comparativo de consumo, custo e emissões de CO2 por aluno relativos aos últimos anos introduzidos na plataforma, 2019 e 2022. Apresentando também os custos unitários.

Tabela 5 – Consumos e custos por aluno ano 2019 e 2022

Por Aluno	ELETRICIDADE (a)		GAS (b)		Total Energia (a+b)		ÁGUA	
	2019	2022	2019	2022	2019	2022	2019	2022
Consumo [kWh,m3]	653	539	243,15	273	896,15	812	7,9	5,81
Custo [€]	99,69	81,06	17,74	20,11	117,43	101,17	28,09	20,9
Cons.Total [kWh,m3]	4965105	4673893	1848861	2345164	6813966	7019057	60106	50327
Custo Total [€]	865750	703076	134870	172637	1000620	875713	213582	181042
Emissões [Ton CO2]	187,78	165,79	30,04	33,21	217,82	199		
Custo Unitário [€/kWh, €/m3]	0,17	0,15	0,07	0,07	0,24	0,22	3,55 [€/m3]	3,60 [€/m3]

O ano de 2019 tinha inscritos 7379 alunos enquanto que no ano de 2022 era composto por 9373 alunos.

Face aos resultados apresentados, verifica-se um decréscimo de custos na eletricidade e na água, mas um aumento nos custos do Gás. Este incremento poderá estar relacionado com a maior utilização do pavilhão desportivo.

5.4. Consumos de outras instituições

Por forma a poder enquadrar os resultados obtidos com outras instituições de referência de ensino em Portugal, na área da sustentabilidade e com base no **QS World University Ranking**², [13] foram recolhidas algumas métricas, disponibilizadas nos respetivos relatórios de sustentabilidade.

Nos gráficos e tabelas seguintes, resumem-se os consumos e os custos anuais específicos de energia e água, por aluno disponibilizados pelas respetivas instituições.

² Rankings de universidades mais conhecidos e respeitados internacionalmente

Universidade Coimbra

Na figura 36 e figura 37 estão representados respetivamente os consumos de água e de CO₂ por aluno da universidade de Coimbra, os dados apresentados são recolhidos do **relatório de sustentabilidade de 2022** .

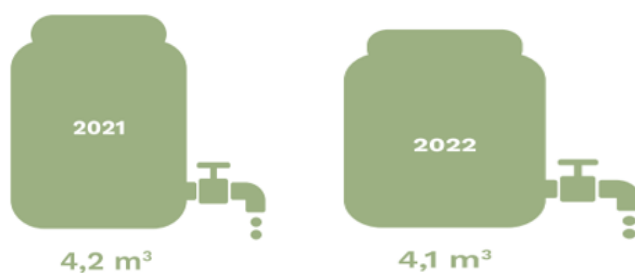


Figura 36 -Consumo de água por aluno 2021 / 2022 [14]



Figura 37 - Consumo CO₂ por aluno, ano 2021 / 2022 [14]

Universidade de Évora

Na figura 38 e figura 39 estão representados os consumos de água e de energia por aluno da universidade de Évora, os dados apresentados são recolhidos do **relatório de sustentabilidade de 2017-2022**.

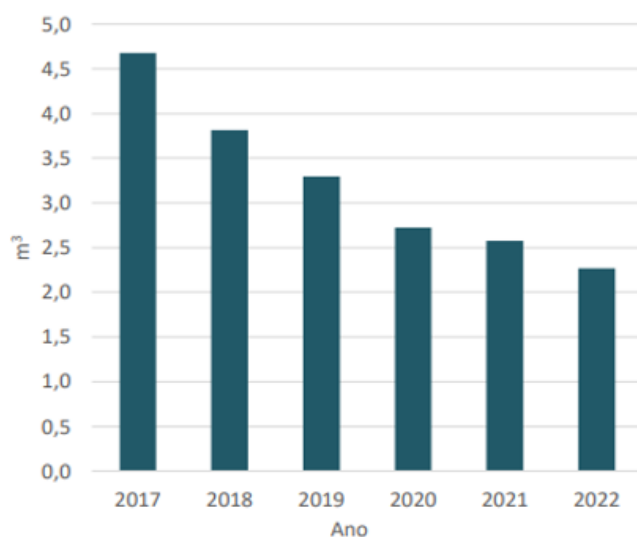


Figura 38- Consumo de água por aluno [15]

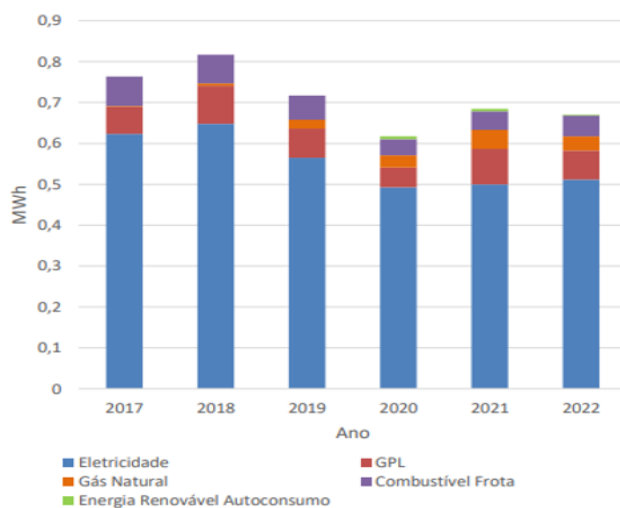


Figura 39 -Consumo de energia por aluno [15]

Universidade do Minho

No caso da Universidade do Minho e reportando ao relatório de sustentabilidade de 2018, [16] foram recolhidos os seguintes dados:

- Água
Consumo medio por estudante: 19 m³
- CO₂
Consumo por estudante: 29,32 Kg CO₂

Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE)

Já em relação ao ISCTE e baseado no relatório [17] de sustentabilidade de 2018 /2019 os dados obtidos são os seguintes:

- Água
Consumo médio por estudante: 3,05 m³
- Eletricidade
Consumo por estudante: 336,52 kWh
- CO₂
Consumo por estudante: 79,43 Kg CO₂

O consumo e as emissões de CO₂ nas instituições de ensino superior analisadas revelam desafios e diferenças nas práticas de sustentabilidade. Em 2022, o Instituto Politécnico de Setúbal e a Universidade de Évora destacaram-se por consumos intermediários de água e eletricidade, enquanto a Universidade do Minho, em 2018, teve o maior consumo de água e o menor de CO₂. O ISCTE, em 2019, apresentou resultados moderados em ambas as categorias. Estes dados evidenciam a diversidade de práticas e a necessidade de ações mais sustentáveis no setor.

Tabela 6 - Comparativos consumos

	CONSUMOS p/ aluno		
	Água [m3]	Eletricidade [kWh]	CO2 [Kg CO2]
Instituto Politécnico de Setúbal [2022]	5,81	539	199
Universidade de Évora [2022]	2,3	510	a)
Universidade de Coimbra [2022]	4,1	a)	197
Universidade do Minho [2018]	19,2	117	29
ISCTE [2019]	3,0	337	79

a) Não foi possível obter informação a partir do respetivo relatório de sustentabilidade

As instituições selecionadas, foram escolhidas de uma forma aleatória a partir do relatório QS Sustainability university ranking.

Apesar dos resultados possíveis avaliados do IPS serem de alguma forma superior às instituições analisadas, e estando as mesmas no top 500 das instituições universitárias sustentáveis, podemos afirmar que o IPS com algumas medidas eficazes de eficiência energética e hídrica e a promoção por exemplo da utilização de energias renováveis facilmente poderia fazer parte deste ranking.

6. Conclusão

A implementação da plataforma de gestão de consumos energéticos e hídricos no Instituto Politécnico de Setúbal (IPS) poderá representar um marco significativo para a instituição no que diz respeito à eficiência dos seus recursos. Esta ferramenta não só facilita a monitorização e análise dos consumos, mas também permite promover práticas sustentáveis.

Desenvolvida para ser intuitiva e acessível, a aplicação permite que os responsáveis pela sustentabilidade e eficiência energética da instalação realizem um acompanhamento detalhado dos consumos de eletricidade, gás e água. A integração de contadores físicos e virtuais, juntamente com a capacidade de gerar relatórios completos e gráficos comparativos, proporciona uma visão holística e detalhada dos padrões de consumo. Esta funcionalidade é essencial para otimizar o uso dos recursos, permitindo uma gestão proativa e eficiente.

Além disso, a plataforma oferece um sistema de alertas e notificações para desvios significativos de consumo, o que ajuda a prevenir excessos e agir rapidamente em caso de anomalias. Este nível de controlo é essencial para garantir que a instituição seja mais eficiente, economize financeiramente e minimize o seu impacto ambiental.

A aplicação contribui para que o IPS esteja alinhado com as metas e padrões de eficiência energética estabelecidos ao proporcionar dados precisos e atualizados, a plataforma permite que a instituição demonstre o seu compromisso com a sustentabilidade e responsabilidade social, reforçando a sua posição como líder em práticas ambientais no setor educacional.

Outro aspeto vital da ferramenta é a sua capacidade de integração com sistemas existentes e futuros, o que garante a sua escalabilidade e flexibilidade para responder a novas necessidades e desafios. A preparação para a integração com tecnologias de importação automática de faturas e contadores inteligentes para leitura em tempo real ilustra uma visão escalável da aplicação.

Por fim, a implementação desta aplicação representa um passo importante para projetos futuros, sendo uma plataforma aberta adapta-se a novas necessidades na instituição. Esta flexibilidade permitirá assegurar que a aplicação poderá ser um ativo de melhoria na sustentabilidade da instituição.

Como projetos futuros aqui ficam algumas funcionalidades que poderão contribuir para a melhoria da solução.

Integração com Contadores em Tempo Real: Implementar a conectividade da plataforma com contadores inteligentes que permitem a leitura e monitorização dos consumos de eletricidade, gás e água em tempo real. Isso possibilita uma resposta imediata a variações de consumo e ajustes automáticos para otimizar a eficiência.

Implementação de Algoritmos de Machine Learning para previsão de Consumos: Desenvolver e integrar algoritmos de machine learning que possam prever padrões de consumo futuro com base em dados históricos. Isso auxiliaria na antecipação de picos de consumo e na adoção de medidas preventivas para evitar desperdícios.

Integração com Sistemas de Gestão de Energia (SGE): Conectar a plataforma com sistemas de gestão de energia existentes ou futuros para proporcionar uma gestão centralizada e automatizada dos recursos energéticos, permitindo que o IPS configure cenários de consumo ideais e implemente estratégias de economia de energia de forma mais eficaz.

Bibliografia

- [1] https://www.ips.pt/ips_si/web_base.gera_pagina?P_pagina=32310
(Acedido a 15 de Abril de 2024)

- [2] https://www.ips.pt/ips_si/WEB_BASE.GERA_PAGINA?P_pagina=32310
(Acedido a 15 de Abril de 2024)

- [3] https://www.ips.pt/ips_si/WEB_BASE.GERA_PAGINA?P_pagina=32308
(Acedido a 10 de Abril de 2024)

- [4] https://www.ips.pt/ips_si/WEB_BASE.GERA_PAGINA?P_pagina=32308
(Acedido a 9 de Abril de 2024)

- [5] https://www.ips.pt/ips_si_uk/conteudos_geral.conteudos_ver?pct_pag_id=42642&pct_parametros=p_pagina=42642&pct_disciplina=&pct_grupo=4249&pct_grupo=5846
(Acedido 2 Junho de 2024)

- [6] ISO 50001, 2018: Energy management systems – Requirements with guidance for use. International Organization for Standardization.

- [7] Microsoft 2019. ASP.NET Core Documentation.
<https://docs.microsoft.com/aspnet/core/>
(Acedido em 5 de Março 2023).

- [8] Microsoft, 2020. SQL Server Documentation.
<https://docs.microsoft.com/sql/sql-server/>
(Acedido em 20 de Março 2023).

- [9] Pluralsight. 2023. Plataforma de E-learning vocacionada para desenvolvimento web, .NET, SQL e Bootstrap.
<https://www.pluralsight.com/>
(Acedido em 12 de Abril 2023).

- [10] Bootstrap, 2021. *Modal · Bootstrap*.
<https://getbootstrap.com/docs/4.0/components/modal/>
(Acedido em 2 Outubro 2023).

- [11] Bootstrap Documentation, 2023. Documentação oficial do Bootstrap, framework front-end para aplicações Web.
<https://getbootstrap.com/docs>
(Acedido em 2 de Maio 2023).
- [12] Chart.js Documentation, 2023. Documentação oficial do Chart.js, uma biblioteca JavaScript para criar gráficos interativos que podem ser utilizados para a visualização de dados.
<https://www.chartjs.org/docs/>
(Acedido em 2 de Julho 2023).
- [13] QS Top Universities Ranking, 2023.
<https://www.topuniversities.com/sustainability-rankings/2023?region=Europe&countries=pt>
(Acedido em 6 de Junho 2024).
- [14] Relatório de Sustentabilidade Universidade Coimbra, 2022.
https://www.uc.pt/site/assets/files/1235132/relatorio_sustentabilidade_uc2022.pdf
(Acedido em 9 Junho 2024).
- [15] Relatório de Sustentabilidade Universidade de Évora, 2017-2023.
<https://www.uevora.pt/universidade/documentos-institucionais/Monitorizacao-de-Consumos>
(Acedido em 14 de Junho 2024).
- [16] Relatório de Sustentabilidade Universidade do Minho, 2018.
<https://www.uminho.pt/PT/uminho/Sustentabilidade/Paginas/default.aspx>
(Acedido em 4 Agosto 2024).
- [17] Relatório de Sustentabilidade ISCTE 2018/2019, 2022.
https://www.iscte-iul.pt/assets/files/2022/01/12/1642001270031_Infografia_pt_rev01.pdf
(Acedido em 4 de Agosto 2024).

Anexos

Anexo I – Modelo de Dados da solução

Quantificadores QuantificadoresID DInicio DFim CodEdificio NrAlunos NrColabDocentes NrColabNDoctentes Area	Desdobramentos DesdobramentosID Dt DIM DT DIS DIA Campus CodEdificio Edificio TipoServico Contador MetodoCalc Consumo Unidades CO2 VBruto VFinal NrAlunos NrColabDocentes NrAlunosIPS NrColabDocentesIPS NrColabNDoctentesIPS CreateDt CreatebtUtilizadoresID ChangeDt ChangebtUtilizadoresID	ContagensParciais ContagensParciaisID Dt TipoServico CodFornecedor Contador Contagem Unidades Grael Valor VSP VSIVA PMA VIVA VFinal CreateDt CreatebtUtilizadoresID ChangeDt ChangebtUtilizadoresID	GasGranel GasGranelID TipoServico CodFornecedor Contador NrDoc Dt Carregamento Consumo Unidades CO2 VBruto VFinal	Consumos ConsumosID TipoServico CodFornecedor Contador DInicio DFim TipoUtilizacao NrDoc DTDoc DTVenc Consumo CO2 Unidades VSIVA PMA VIVA VSIVA2 PMA2 VMA2 VBruto VFinal NrAlunos NrColabDoc... NrColabNDoc... CreateDt CreatebtUtiliz... ChangeDt ChangebtUtiliz...	ChavesImputacao ChavesImputacaoID TipoServico Contador Zona SAS Desagregacao Perc Erro PercCalc CreateDt CreatebtUtilizadoresID ChangeDt ChangebtUtilizadoresID	ChavesImputacao2 ChavesImputacao2ID TipoServico Contador SAS Espaco PercEspaco PercEquipamentos PercClimatizacao PercIluminacao PercCalcEquipamentos PercCalcClimatizacao PercCalcIluminacao Erro ErroDesc PercCalc CreateDt CreatebtUtilizadoresID ChangeDt ChangebtUtilizadoresID	TiposServico TiposServicoID Ativo TipoServico Unidades Grael	TiposUtilizacao TiposUtilizacaoID Ativo TipoUtilizacao CreateDt CreatebtUtilizadoresID ChangeDt ChangebtUtilizadoresID	tbLog tbLogID IP Local UserName Tipo Mensagem CreateDt CreatebtUtiliz... ChangeDt ChangebtUtiliz...	tbUtilizadores tbUtilizadoresID Ativo UserName UserLevel Login Password LastLoginDt LastLoginNrTrys Locked LockedUntil CreateDt CreatebtUtilizadoresID ChangeDt ChangebtUtilizadoresID	Fornecedores FornecedoresID Ativo CodFornecedor Fornecedor TipoServico CreateDt CreatebtUtilizadoresID ChangeDt ChangebtUtilizadoresID	Edificios EdificiosID Ativo CodEdificio Edificio Campus SAS CreateDt CreatebtUtilizador... ChangeDt ChangebtUtiliz...	Contadores ContadoresID Ativo TipoServico CodFornecedor Contador ContadorFat CodEdificio PercClim PercIlum PercEquip CreateDt CreatebtUtiliza... ChangeDt ChangebtUtiliz...
---	--	--	--	---	--	--	---	---	--	---	---	--	--

Anexo II – Query para Atualização da Tabela Relatórios

```
-- Query para os relatórios
DECLARE @SAS CHAR='N'

IF OBJECT_ID('Relatorios' 'U') IS NOT NULL DROP TABLE Relatorios;
IF OBJECT_ID('tempdb.#Temp1') IS NOT NULL DROP TABLE #Temp1
IF OBJECT_ID('tempdb.#Temp2') IS NOT NULL DROP TABLE #Temp2

-- Copia os desdobramentos para #Temp1
SELECT d.* INTO #Temp1
FROM dbo.Desdobramentos d
LEFT OUTER JOIN dbo.Contadores AS c ON c.Contador = d.Contador
LEFT OUTER JOIN dbo.Edificios AS e ON e.CodEdificio = d.CodEdificio
WHERE DtM>='2019M01' AND DtM<='2024M12' AND D.TipoServico='Água' AND 1=1
IF @SAS='S'
BEGIN
    -- Copia os desdobramentos das chaves de imputação com SAS='S' para #Temp2:
    SELECT d.* INTO #Temp2
    FROM dbo.Desdobramentos d
    INNER JOIN ChavesImputacao AS ci ON ci.Contador = d.Contador
    LEFT OUTER JOIN dbo.Contadores AS c ON c.Contador = d.Contador
    LEFT OUTER JOIN dbo.Edificios AS e ON e.CodEdificio = d.CodEdificio
    WHERE DtM>='2019M01' AND DtM<='2024M12' AND D.TipoServico='Água'

    -- Altera os campos de consumo e valor em #Temp2 aplicando a % das chaves de imputação:
    UPDATE d
    SET d.DesdobramentosID=d.DesdobramentosID+10000000,
        d.Consumo = d.Consumo * ci.PercCalc / 100,
        d.VBruto = d.VBruto * ci.PercCalc / 100,
        d.VFinal = d.VFinal * ci.PercCalc / 100,
        d.CO2 = d.CO2 * ci.PercCalc / 100
    FROM #Temp2 AS d
    INNER JOIN ChavesImputacao AS ci ON ci.Contador = d.Contador
    LEFT OUTER JOIN dbo.Contadores AS c ON c.Contador = d.Contador
    LEFT OUTER JOIN dbo.Edificios AS e ON e.CodEdificio = d.CodEdificio

    -- Junta os registos de #Temp2 a #Temp1
```

```

INSERT INTO #Temp1 SELECT * FROM #Temp2

DROP TABLE #Temp2

END

SELECT
    D.DtM AS Período,
    D.TipoServiço,
    SUM(Consumo) AS Consumo,
    SUM(VBruto) AS VBruto,
    SUM(VFinal) AS VFinal,
    SUM(CO2) AS CO2,
    AVG(d.NrAlunos) AS NrAlunos,
    AVG(d.NrColabDocentes) AS NrColabDocentes,
    AVG(d.NrColabNDocentes) AS NrColabNDocentes,
    AVG(d.NrAlunosIPS) AS NrAlunosIPS,
    AVG(d.NrColabDocentesIPS) AS NrColabDocentesIPS,
    AVG(d.NrColabNDocentesIPS) AS NrColabNDocentesIPS,
    1 AS UM
INTO Relatorios
FROM #Temp1 AS d
LEFT OUTER JOIN dbo.Contadores AS c ON c.Contador = d.Contador
LEFT OUTER JOIN dbo.Edificios AS e ON e.CodEdificio = d.CodEdificio
WHERE D.DtM >= '2019M01' AND D.DtM <= '2024M12' AND D.TipoServiço = 'Água' AND 1=1
GROUP BY D.DtM, d.TipoServiço;

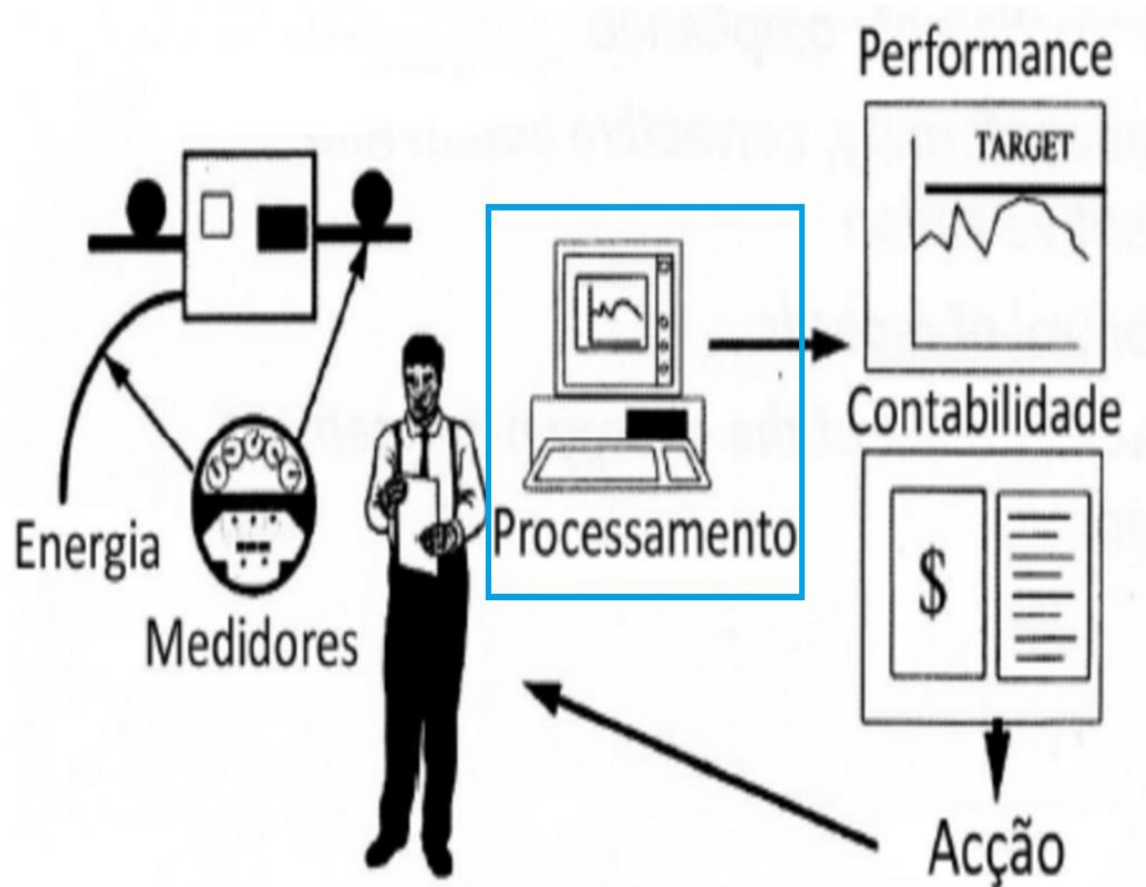
UPDATE Relatorios SET NrAlunos = 1 WHERE NrAlunos = 0;
UPDATE Relatorios SET NrColabDocentes = 1 WHERE NrColabDocentes = 0;
UPDATE Relatorios SET NrColabNDocentes = 1 WHERE NrColabNDocentes = 0;

CREATE CLUSTERED INDEX ixRelatorios ON dbo.Relatorios (Período ASC, TipoServiço ASC);

```



Anexo III - Solução Desenvolvida



(Fonte: Documentação da cadeira de Mestrado Auditoria Energética e SGE)

Anexo IV – Documento de Auditoria

Edifício

I - CARACTERIZAÇÃO GERAL E PRINCIPAIS CONCLUSÕES

CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO OU FRAÇÃO AUTÓNOMA

Ano de construção	
Tipo de Utilização	
Área total de pavimento (m ²)	
Área útil de pavimento, descontando espaços complementares (m ²)	
Pé-direito médio ponderado (m)	
Inércia térmica	
Consumo anual global medido de acordo com as faturas (kWh/ano)	
Edifício constituído por mais do que um corpo	
Nº de pisos do edifício	

Tipologia	Área (m ²)	Pé-direito

Descrição Sucinta



Figura 2 - Vista aérea (Norte para cima).