

• U



C •

## **Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra**

Tiago José Prata Teixeira

# Sistema de Monitorização de Consumos no Edifício do DEEC

Coimbra, Setembro de 2013



**Universidade de Coimbra**  
**Faculdade de Ciências e Tecnologia**  
**Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores**

# **Sistema de Monitorização de Consumos no Edifício do DEEC**

**Aluno:**

- Tiago José Prata Teixeira

**Presidente do júri:**

- Professor Doutor António Manuel Oliveira Gomes Martins

**Orientador:**

- Professor Doutor Humberto Manuel Matos Jorge

**Vogal:**

- Professor Doutor João Pedro de Almeida Barreto

Coimbra, Setembro de 2013



**Laboratório de Gestão de Energia**

**Ano Lectivo de 2012/2013**

Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores  
– Especialização em Energia –

# **Sistema de Monitorização de Consumos no Edifício do DEEC**

**Aluno:**

- Tiago José Prata Teixeira

**Presidente do júri:**

- Professor Doutor António Manuel Oliveira Gomes Martins

**Orientador:**

- Professor Doutor Humberto Manuel Matos Jorge

**Vogal:**

- Professor Doutor João Pedro de Almeida Barreto

Coimbra, Setembro de 2013

## **Agradecimentos**

Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Humberto Manuel Matos Jorge, por todo o suporte, aconselhamento e crítica dados no desenvolvimento do tema da dissertação.

Destaco todo o esforço levado a cabo pelos meus pais, a fim de me proporcionarem as melhores condições possíveis. Sem eles, não me teria sido possível alcançar esta etapa. Muito obrigado!

À restante família e amigos também endereço um profundo agradecimento pelos conselhos, ajuda e amizade.

## **Resumo**

O trabalho desenvolvido nesta Dissertação teve como objectivo caracterizar o consumo de Energia Eléctrica no DEEC e registar a sua evolução ao longo dos anos.

Para tal foram recolhidas as facturas da EDP referentes aos anos de 2010, 2011, 2012 e 2013 até Junho, sendo estas alvo de uma análise comparativa em Excel.

Recorreu-se, também, aos dados de Telecontagem fornecidos pela EDP Comercial relativos ao ano de 2012/2013 com vista à comparação com os dados de referência de 2010, através de Diagramas de Carga.

Fez parte dos objectivos desta dissertação identificar alguns consumos de proveniência desconhecida na Torre R do DEEC, tendo sido utilizado o equipamento Fluke 1735 e os Diagramas de Carga registados pelo sistema de monitorização MeWaGO - DEEC.

Outra meta da presente dissertação, que não foi possível concluir, seria a substituição do equipamento de aquisição de dados da ISA por um da Carlo Gavazzi, bem como a reactivação da monitorização de água e gás no DEEC.

Não tendo a ver com a temática da Dissertação foram ainda levadas a cabo uma monitorização de consumo de Energia numa empresa – KiwiCoop, bem como uma monitorização da poluição harmónica no Auditório Musical da Escola Secundária Quinta das Flores.

Finalmente, foram encontrados algumas Oportunidades de Racionalização de Consumos (ORC) relacionadas com desperdício de consumo de energia eléctrica no DEEC e sugeridas medidas para os mitigar ou evitar.

### **Palavras-Chave:**

Energia Eléctrica; Monitorização de Consumos; Telecontagem; Diagramas de Carga; Oportunidade de Racionalização de Consumos.

## **Abstract**

The objective of the work undertaken in this dissertation was to characterize the electrical energy consumption of the electrical and computer department of the University of Coimbra (DEEC) and register its evolution over the last few years.

To that end, invoices from EDP - the Portuguese main electrical energy provider - were collected dating from January 2010 to June 2013 and then analyzed using Microsoft Excel.

Telemetry data provided by EDP Commercial from 2012/2013 was also referred to, and analyzed to establish a comparison with a reference year, that being 2010, through the Power Load Curves.

Amongst the objectives of this dissertation was the identification of some energy consumption of unknown origin that occurs between late night and dawn in tower R of the DEEC building, using the Fluke 1735 data logger and Load Diagrams from the MeWaGO-DEEC web logger.

Another goal of this dissertation had been to replace the equipment currently used for the acquisition of ISA data with new equipment designed by Carlo Gavazzi, as well as to reactivate the monitoring of water and gas consumption. Unfortunately this was not accomplished due to time constraints, amongst other issues.

Unrelated to the theme of this dissertation, an examination of the energy consumption of the company KiwiCoop, as well as an examination of noise pollution levels and total harmonic distortion in the auditorium of the Escola Secundária Quinta das Flores were also carried out.

Finally, some poor examples of inefficient consumption in the DEEC were found, and methods were suggested to mitigate and resolve the problem - Rationalization of Energy Consumption.

### **Keywords:**

Electrical Energy; Consumption Monitoring; Telemetry, Power Load Curves; Rationalization of Energy Consumption.

# Índice

<b>Lista de Tabelas</b>	<b>iii</b>
<b>Lista de Figuras</b>	<b>iv</b>
<b>Lista de Abreviaturas</b>	<b>vi</b>
<b>1. Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Apresentação	1
1.2 Enquadramento e Objectivos	1
1.3 Estrutura do Documento	2
<b>2. Enquadramento</b>	<b>4</b>
2.1 Apresentação do Edifício do DEEC	4
2.2 Sistemas de Monitorização em Edifícios	5
2.3 Sistema MeWaGO	6
2.4 Diagramas de Carga	9
<b>3. Análise do Consumo de Energia Activa no DEEC</b>	<b>11</b>
3.1 Apresentação	11
3.2 Análise do Consumo de Energia Activa	11
3.3 Análise do Consumo de Energia Activa em 2013	13
3.4 Custos com Facturação de Energia	15
3.5 Análise dos Dados de Telecontagem	16
<b>4. Índices e Indicadores Energéticos do DEEC</b>	<b>25</b>
4.1 Apresentação	25
4.2 Apresentação dos Índices a Calcular	25
4.3 Cálculo dos Indicadores	27
4.4 Cálculo do FC, FV, UP e ISV	27
4.5 Cálculo do IEE	29
<b>5. Identificação de Consumo Atípico de EA na Torre R do DEEC</b>	<b>31</b>
5.1 Apresentação	31
5.2 Monitorização da Saída para o Laboratório 01 do ISR	32
5.3 Monitorização da Saída para o Piso 5 da torre R	34
5.4 Monitorização da Saída para a Garagem do DEEC	38
5.5 Monitorização da Saída para o Piso 6 da Torre R	40
<b>6. Identificação de Medidas para Racionalização de Consumos de EA</b>	<b>41</b>
6.1 Apresentação	41
6.2 Coluna de Escadas das Torres	41
6.3 Torre B e Corredor do LGE e dos Gabinetes do Piso 3	42
6.4 Iluminação em Laboratórios	43
6.5 Corredor do Piso 2	46
<b>7. Conclusões e Sugestões para o Futuro</b>	<b>47</b>
7.1 Conclusões	47
7.2 Sugestões para o Futuro	48
<b>8. Referências Bibliográficas</b>	<b>49</b>
<b>Anexo A</b>	<b>50</b>

<i>A.1 Apresentação do Fluke 1735 e suas Principais Características</i>	50
<b>Anexo B</b>	<b>53</b>
<i>B.1 Diagramas Mensais de Carga Relativos ao Sub-Capítulo 3.5</i>	53
<b>Anexo C</b>	<b>56</b>
<i>C.1 Diagramas Diários de Carga Relativos ao Sub-Capítulo 5.6</i>	56

## Lista de Tabelas

Tabela 1: Custo total anual com IVA e do cumulativo do primeiro semestre de cada ano das Facturas de Energia Eléctrica.	16
Tabela 2: Comparação da Energia Activa média mensal e Energia Activa média anual de 2010 e 2012-13.	17
Tabela 3: Consumo de Energia relacionado com o aquecimento do Edifício do DEEC.	24
Tabela 4: Dados relativos ao DEEC.	25
Tabela 5: Indicadores referentes aos anos de 2010, 2011 e 2012.	27
Tabela 6: Cálculo da utilização das Pontas, Factores de Carga e de Vazio e Importância do Super Vazio para o ano de 2010 e 2012-13.	29
Tabela 7: Valor total anual do consumo de EA em 2010, 2011 e 2012.	29
Tabela 8: Potência por circuito de iluminação.	44
Tabela 9: Energia consumida durante um ano em 4 situações diferentes.	44

## Lista de Figuras

Figura 1: Diagrama esquemático sobre o funcionamento do MeWaGO.	6
Figura 2: Painel inicial do MeWaGO.	7
Figura 3: Diagrama Diário de Carga das 5 Torres e Geral -MeWaGO.	7
Figura 4: Diagrama Diário de Carga - MeWaGO.	8
Figura 5: Diagrama Semanal de Carga - MeWaGO.	8
Figura 6: Gráfico Circular de comparação dos consumos das Torres - MeWaGO.	9
Figura 7: Exemplo de Diagrama Diário de Carga.	10
Figura 8: Comparação do consumo acumulado de EA de 2010, 2011 e 2012.	12
Figura 9: Comparação do consumo mensal de EA em 2010, 2011 e 2012.	12
Figura 10: Comparação do consumo acumulado de EA desagregado correspondente aos anos de 2010, 2011 e 2012.	13
Figura 11: Peso percentual do consumo de EA anual desagregado respectivo aos anos de 2010, 2011 e 2012.	13
Figura 12: Comparação do consumo anual de EA acumulado entre 2010 e 2013.	14
Figura 13 - Comparação do consumo de EA no primeiro semestre civil dos 4 anos em análise [kWh].	15
Figura 14: Desagregação do consumo de EA, nos 4 períodos horários, durante o primeiro semestre de 2013.	15
Figura 15: Diagrama Mensal de Carga de Novembro de 2010 e 2012.	17
Figura 16: Diagrama Mensal de Carga de Abril de 2010 e 2013.	18
Figura 17: Diagrama Semanal de Carga de Dezembro de 2010.	19
Figura 18: Diagrama Semanal de Carga de Dezembro de 2013.	19
Figura 19: Diagrama Semanal de Carga de Maio de 2010.	20
Figura 20: Diagrama Semanal de Carga de Maio de 2013.	20
Figura 21: Diagrama Semanal de Carga de Outubro de 2010.	21
Figura 22: Diagrama Semanal de Carga de Outubro de 2012.	21
Figura 23: Comparação das Temperaturas médias de Outubro de 2010 e 2012.	22
Figura 24: Comparação do consumo semanal de EA nas primeiras 25 semanas de 2010 e 2013.	22
Figura 25: Comparação entre o consumo semanal de EA de 2013 com a sua média, nas primeiras 29 semanas do ano.	23
Figura 28: Diagrama Diário de Carga da Torre R de 18 de Junho de 2013.	31
Figura 29: Montagem do equipamento Fluke 1735 na saída do Quadro da Torre R para o Lab. 1 do ISR.	32
Figura 30: Diagrama de Carga obtido durante primeira monitorização ao Lab. 1 do ISR.	32
Figura 30: Diagrama de Carga obtido na segunda monitorização do Lab. 1 do ISR.	33
Figura 31: Diagrama Diário de Carga da Torre R de 10 de Julho de 2013.	34
Figura 32: Montagem do equipamento Fluke 1735 na saída do Quadro da Torre R para o Piso 5.	34
Figura 33: Diagrama de Carga obtido durante a primeira monitorização do Piso 5.	35
Figura 31: Diagrama de Carga obtido na segunda monitorização do piso 5 da Torre R do DEEC.	35

Figura 32: Diagrama Diário de Carga da Torre R de 4 de Julho de 2013.	36
Figura 33: Diagrama Diário de Carga da Torre R de 5 de Julho de 2013.	37
Figura 37: Montagem do equipamento Fluke 1735 entrada do Quadro do Piso 5 da Torre R do DEEC.	37
Figura 38: Representação parcial do Diagrama de Carga obtido na última monitorização do Piso 5 da Torre R do DEEC.	38
Figura 39: Montagem do equipamento Fluke 1735 na saída do Quadro da Torre R para a Garagem do DEEC.	39
Figura 40: Diagrama de Carga obtido durante a monitorização da Garagem do DEEC.	39
Figura 41: Diagrama de Carga obtido na monitorização do Piso 6 da Torre R do DEEC.	40
Figura 34: Iluminação das escadas da Torre T.	41
Figura 35: Corredor de acesso ao LGE e corredor dos Gabinetes do Piso 3.	42
Figura 36: Iluminação do acesso às escadas e elevador no Piso 2 e 3 da Torre B.	42
Figura 37: Acesso ao Arquivo Morto do DEEC.	43
Figura 38: Funcionamento da iluminação principal do Laboratório de Sistemas Eletromecânicos.	44
Figura 39: Distribuição do consumo que retrata o panorama actual.	45
Figura 40: Novo panorama com 4 circuitos de iluminação distintos.	45
Figura 49: Iluminação principal do Laboratório de Gestão de Energia.	46
Figura 50: Fluke 1735.	50
Figura 51: Pinças de Tensão e Corrente do Fluke 1735.	51
Figura 52: Interface do programa Fluke PowerLog.	52
Figura 53: Diagrama Mensal de Carga de Outubro de 2010 e 2012.	53
Figura 54: Diagrama Mensal de Carga de Dezembro de 2010 e 2012.	53
Figura 55: Diagrama Mensal de Carga de Janeiro de 2010 e 2013.	54
Figura 56: Diagrama Mensal de Carga de Fevereiro de 2010 e 2013.	54
Figura 57: Diagrama Mensal de Carga de março de 2010 e 2013.	54
Figura 58: Diagrama Mensal de Carga de Maio de 2010 e 2013.	55
Figura 59: Diagrama Mensal de Carga de Junho de 2010 e 2013.	55
Figura 60: Diagrama Diário de Carga da Torre R de 11 de Julho de 2013.	56
Figura 61: Diagrama Diário de Carga da Torre R de 12 de Julho de 2013.	56
Figura 62: Diagrama Diário de Carga da Torre R de 13 de Julho de 2013.	57
Figura 63: Diagrama Diário de Carga da Torre R de 15 de Julho de 2013.	57
Figura 64: Diagrama Diário de Carga da Torre R de 16 de Julho de 2013.	58

## **Lista de Abreviaturas**

ADENE - Agência para a Energia

DEEC – Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores

DDC - Diagramas Diários de Carga

DMC – Diagrama Mensal de Carga

EA – Energia Activa

EDP – Energias de Portugal

EE – Energia Eléctrica

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

FCTUC – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

FC – Factor de Carga

FP – Factor de Potência

HC – Horas Cheias

HP – Horas de Ponta

IEE – Índice de Eficiência Energética

LGE – Laboratório de Gestão de Energia

MeWaGO - Measuring of Electricity, Water, Gas & Others

ORC – Oportunidades de Racionalização de Consumos

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

SV – Super Vazio

VN – Vazio Normal

# **1. Introdução**

## **1.1 Apresentação**

A presente Dissertação incide na monitorização, caracterização e análise do consumo de Energia Eléctrica, bem como a identificação de eventuais propostas de Oportunidade de Racionalização de Consumos (ORC) do Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores.

O interesse na monitorização de edifícios surge da necessidade de controlar os consumos energéticos nos mesmos. Deste modo é possível caracterizar os focos de consumo, estabelecer padrões de consumo, intervir com vista a uma maior racionalização no consumo, ao mesmo tempo que se pode sensibilizar os utentes para a questão do uso da energia nos edifícios.

No decorrer dos últimos anos, o DEEC tem sido alvo de diversos melhoramentos com vista a uma maior eficiência energética, levados a cabo maioritariamente por iniciativa do Laboratório de Gestão de Energia (LGE), consequência de Dissertações dedicadas a esta temática.

Esta Dissertação foi também desenvolvida no LGE, do Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores (DEEC), Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC).

## **1.2 Enquadramento e Objectivos**

Um dos principais objectivos desta Dissertação estava relacionado com a caracterização da evolução dos consumos de EE nos últimos 3 anos e meio, recorrendo aos dados provenientes das facturas de Energia Eléctrica da EDP, bem como dos dados de Telecontagem, de modo a poder-se ter uma noção da evolução dos consumos tanto ao longo de um ano como em anos consecutivos.

Outro objectivo traçado foi a identificação da origem de alguns consumos não identificados que ocorriam regularmente na Torre R do edifício do DEEC, sendo que para tal foi necessário usar a informação disponível, essencialmente os Diagramas Diários de Carga, registados pelo MeWaGO, e recorrer ao equipamento Data Logger Fluke 1735, para monitorizar as diversas saídas do Quadro da Torre R.

Pretendeu-se substituir-se no sistema de monitorização de consumos os equipamentos instalados na Torre B, fornecidos pela ISA, por um conjunto de contadores da Carlo Gavazzi e por um controlador Zélio com interface para Ethernet que faz a recolha dos impulsos dos

contadores de energia da zona da torre B e dos contadores de água que serve a mesma torre. Foram feitos os testes de continuidade e identificação dos pares de fio para cada contador de água já anteriormente instalados. Além disso, confirmou-se a saída de impulsos do contador de gás foi desligada e selada pela companhia proprietária do contador. Será necessário fazer novo pedido de autorização para ligação do contador ao controlador de gás Zélio a instalar.

Foi, também, adquirido todo o material necessário mas por falta de disponibilidade não chegou a ser instalado.

Foram ainda identificadas falhas ou consumos excessivos no edifício do DEEC e propostas soluções para mitigar/solucionar as situações em concreto.

Fora do âmbito da Dissertação, foram ainda feitas duas monitorizações, uma de consumo de Energia numa empresa, a KiwiCoop, e outra no Auditório Musical da Escola Secundária Quinta das Flores.

### **1.3 Estrutura do Documento**

No capítulo 1, é introduzido o tema principal da Dissertação os sistemas de monitorização de energia, sendo também sucintamente descrito o trabalho levado a cabo durante a realização da Dissertação e quais os objectivos subjacentes.

O capítulo 2 consiste na apresentação do Edifício do DEEC, descrição e contextualização dos Sistemas de monitorização e abordagem do conceito dos Diagramas de Carga, uma vez que é extensamente utilizado ao longo da Dissertação.

No capítulo 3 procede-se à análise das Facturas de Energia Eléctrica do DEEC, compreendida entre o ano de 2010 e 2013, com o objectivo de caracterizar e perceber a evolução do consumo de electricidade durante estes anos. São também analisados os dados de Telecontagem de Outubro de 2012 a Julho de 2013, fornecidos pela EDP Comercial e comparados com os já existentes relativos ao ano de 2010. A análise destes dados permite complementar conclusões acerca do consumo de energia, previamente tiradas durante a análise das Facturas.

O capítulo 4 é inteiramente dedicado ao cálculo de diversos indicadores e sua análise e/ou comparação.

O capítulo 5 tem por base a identificação de consumos atípicos de Energia na Torre R do DEEC, inicialmente com origem desconhecida, tal consumo foi detectado anteriormente através do Sistema de Monitorização existente no DEEC. Sem este sistema, seria praticamente impossível detectar tal situação.

No capítulo 6 estão descritos algumas situações de controlo dos circuitos de iluminação de laboratórios e corredores, com perda de eficiência nos consumos de iluminação, e são sugeridas algumas soluções.

Por último, o sétimo capítulo é o da Conclusão, constando neste algumas sugestões para levar a cabo em trabalhos futuros de continuidade à presente dissertação.

## 2. Enquadramento

### 2.1 Apresentação do Edifício do DEEC

O Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores (DEEC) está situado num dos edifícios do Pólo II da Universidade de Coimbra desde 1996, mais concretamente na Rua Sílvio Lima.

O DEEC é uma das 14 Unidades de Ensino e Investigação afectas à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC).

O edifício que alberga o DEEC é composto por diversos pisos que estão compreendidos entre o -1 e o 7, sendo que o 3º está subdividido em 2.

No piso -1 situa-se a garagem, no piso 0 situa-se o Instituto de Sistemas e Robótica (ISR), no piso 1 o Instituto de Telecomunicações (IT) e alguns gabinetes, o piso 2 está ocupado pelo IT, além dos serviços administrativos, no piso 3 existem laboratórios, gabinetes e um anfiteatro, no piso 3A gabinetes, o piso 4 é composto por salas de aula, salas de convívio, laboratórios, bar e anfiteatro, o piso 5 tem salas de aula, laboratórios, dois anfiteatros e parte da biblioteca e, finalmente, o piso 6 tem salas de aula, laboratórios e a restante parte biblioteca.

O piso 7 não é utilizado para actividades lectivas, é nele que se localiza o sistema de climatização.

O edifício do DEEC está ainda dividido em 5 torres, sendo elas as torres R, S e T, a torre A, na qual se encontram os anfiteatros e a torre B, onde se situa o bar e a Biblioteca. Todas as torres têm elevadores.

O DEEC tem desde Setembro de 2012 contrato de fornecimento de electricidade com a EDP Comercial em regime de Mercado Liberalizado. Até então era abastecido pela EDP – Serviço Universal (EDP-SU).

O DEEC tem 2 transformadores de MT/BT, de 630 kVA, com Potência de Curto-Circuito (SCC) de 500 MVA, Tensão de Curto-Circuito (UCC) de 4%, sendo servido apenas por um dos transformadores, o outro está desligado e funciona apenas como back-up.

Os cabos que alimentam o QGBT têm se  $3 \times (3 \times 95) \text{ mm}^2$ , a secção dos cabos que saem do QGBT para os quadro das Torre R, S e T são de  $3 \times (3 \times 70 + 35) \text{ mm}^2$ , a secção dos cabos que alimentam os Quadros de Piso das Torres R, S e T e das torres A e B são de  $(3 \times 70 + 35) \text{ mm}^2$  e a secção dos cabos que alimentam os Quadros Finais das salas e Laboratórios são de  $(3 \times 16 + 16) \text{ mm}^2$ .

A potência instalada e requisitada são iguais, e correspondem a 630kVA.

## 2.2 Sistemas de Monitorização em Edifícios

Os Sistemas de Monitorização de Edifícios surgem a partir da oportunidade criada com crescente necessidade de reduzir consumos desnecessários em prol de uma maior eficiência energética.

Estes sistemas permitem quantificar e identificar o consumo de Energia de uma área ou local em tempo real e determinar o seu impacto económico, possibilitam também a identificação de consumos anormais, facilitando a sua correcção.

Havendo aquisição e gravação de informação em Bases de Dados, é possível analisar a informação registada, de modo a avaliar o desempenho da instalação e estudar estratégias de planeamento para futuras intervenções que visem a optimização dos consumos no edifício, com vista a futuras poupanças com encargos em energia em determinadas áreas onde são identificados os consumos supérfluos. Além disso, existe a possibilidade de acompanhar a implementação das alterações em curso, avaliar desde logo o seu impacto em tempo real.

Estes sistemas também têm a vantagem de promover um mais fácil acesso à informação relativa ao desempenho energético de determinado edifício, incentivando, portanto, um espírito activo na gestão dos seus consumos de Energia e uma maior sensibilização por parte dos utilizadores. Outra vantagem é a maior facilidade em prever consumos, uma vez que estes sistemas não só disponibilizam mais dados relevantes, como também os dados têm melhor qualidade.

Por último, os Sistemas de Monitorização permitem a funcionalidade de Benchmark entre edifícios uma vez que permitem a utilização dos dados gravados na Base de Dados que permitem a comparação com os de outros edifícios.

O DEEC não é excepção, tem havido uma crescente preocupação com a Eficiência Energética, conseqüentemente existe um Sistema de Monitorização de Consumos no DEEC que, de momento não se encontra em pleno funcionamento, apenas monitorizando o consumo de Energia Eléctrica, estando ainda por expandir o sistema para a parte da monitorização do consumo de Gás Natural e Água.

Resumidamente, os Sistemas de Monitorização de consumos são compostos por 3 ou 4 patamares principais.

O patamar mais inferior, o de campo, inclui os contadores de Energia Eléctrica, Gás, Água, etc.

O patamar seguinte é o de agregação local de dados enviados pelos contadores e os envia posteriormente para patamar de agregação do edifício, o de Gestão de dados, composto por hardware e software de que procede à recolha centralizada em base de dados centralizada.

Um quarto patamar poderá ser ao nível Web, com aplicações online de que permitem obter informação da Monitorização útil para a gestão e controlo de energia no ou nos edifícios.

## 2.3 Sistema MeWaGO

MeWaGO é o acrónimo de Measurement of Electricity, Water, Gas and Others. Este é um produto desenvolvido em conjunto com a empresa nacional Streamline e que está em instalação no DEEC. Trata-se de uma plataforma que processa e monitoriza dados de diferentes origens (electricidade, gás e água).

Abaixo, encontra-se um diagrama disponibilizado no site da StreamLine relativo ao MeWaGO.

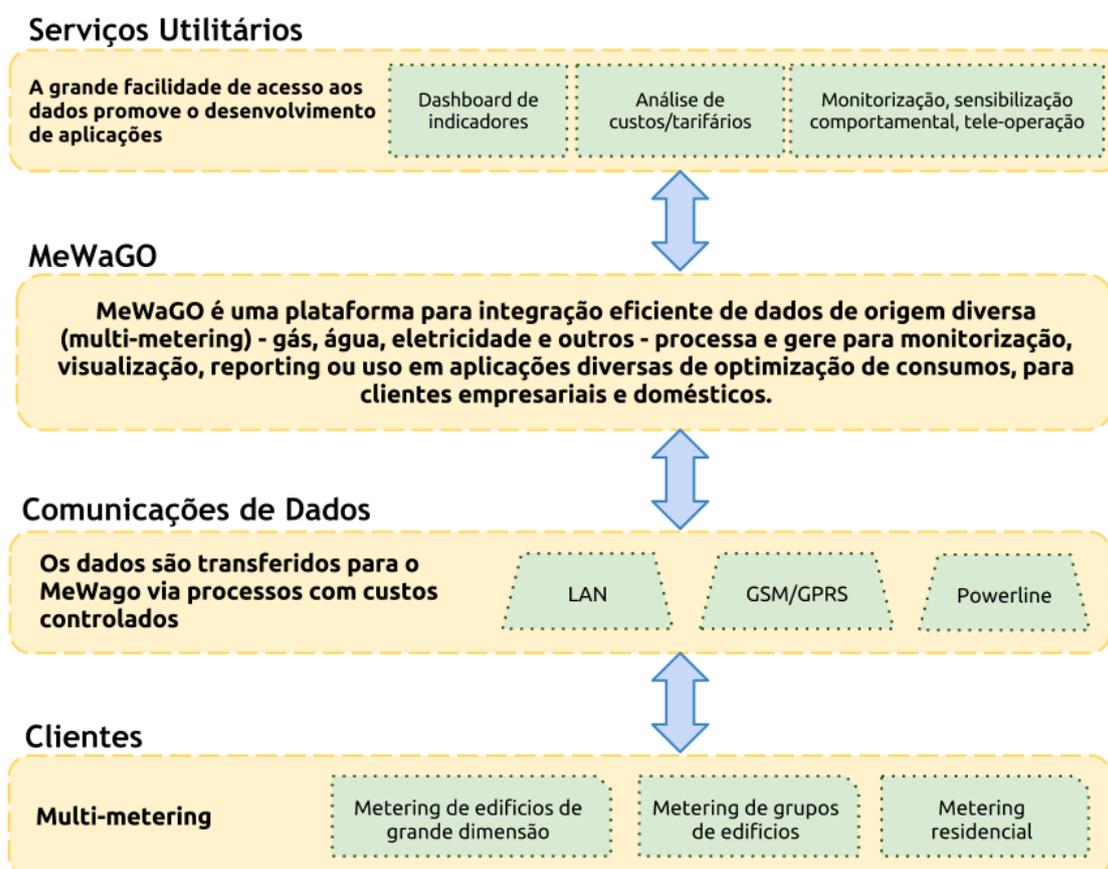


Figura 1: Diagrama esquemático sobre o funcionamento do MeWaGO.

O MeWaGO ainda não se encontra a funcionar em pleno, no entanto, os dados correspondentes à Torre R não têm sido alvo de interrupções. Sendo nesta Torre do DEEC que incidirá o estudo sobre alguns consumos que ocorrem durante o período nocturno, com variações elevadas.

Na página principal do MeWaGO existem diversos indicadores com a Potência instantânea absorvida em cada Torre e, sendo o indicador mais à esquerda relativo à Potência total absorvida no edifício do DEEC.

Como se pode ver na figura abaixo, este sistema não se encontra ainda em pleno funcionamento, prova disso são as indicações de potência das Torre B e T que indicam 0 kW.



Figura 2: Painel inicial do MeWaGO.

O MeWaGO apresenta diversas formas gráficas, como a decomposição dos consumos ao longo de um dia, tal como a seguinte figura ilustra

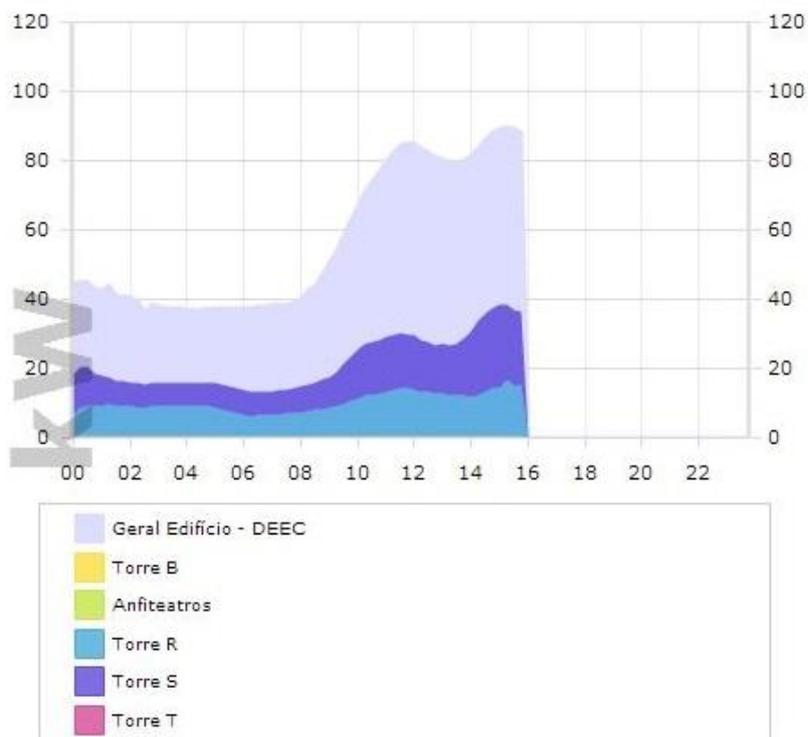
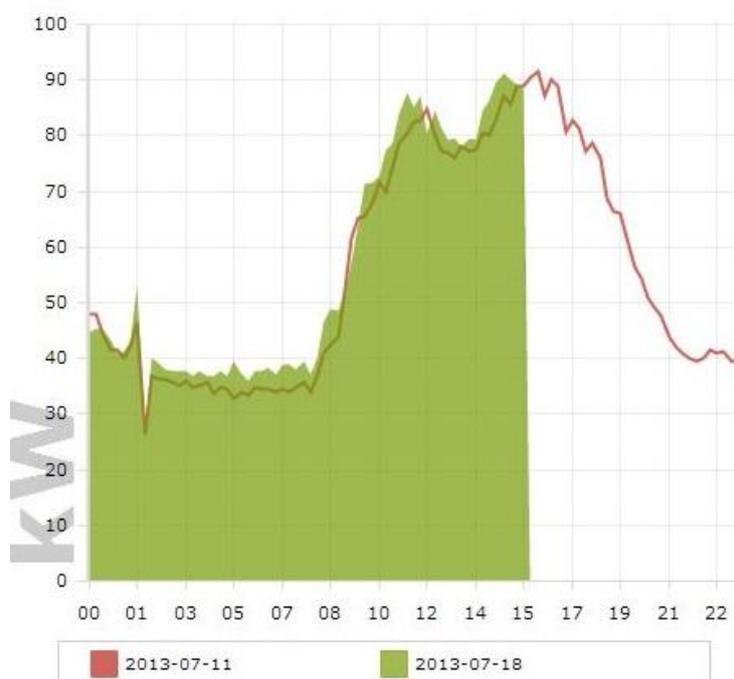


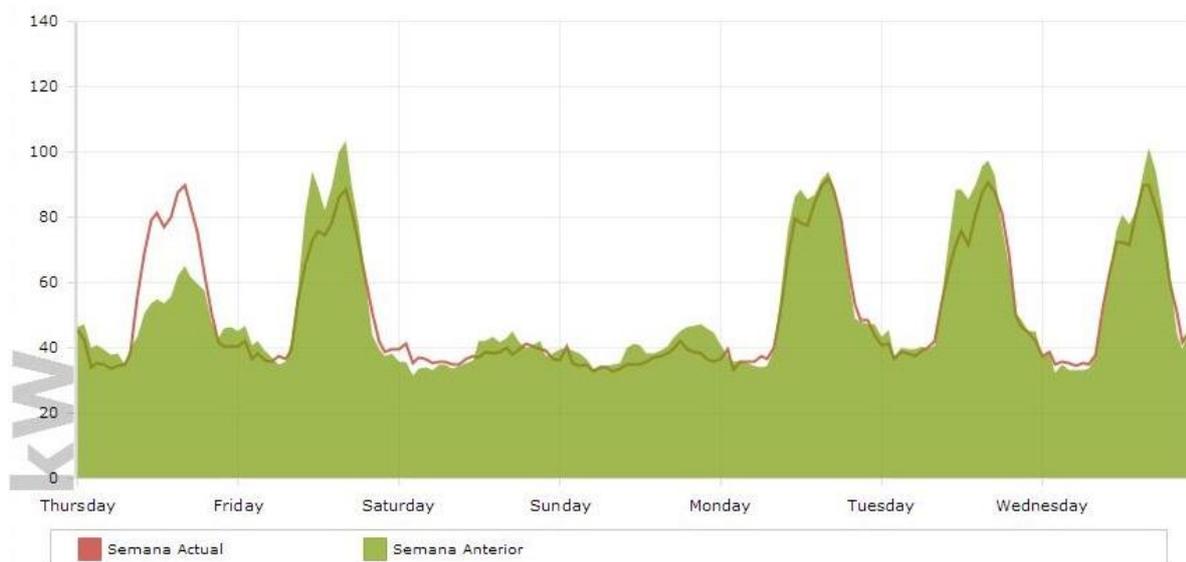
Figura 3: Diagrama Diário de Carga das 5 Torres e Geral -MeWaGO.

Abaixo, está uma figura do Diagrama de um Carga Diário do DEEC para um dado dia, comparado directamente com o dia homólogo da semana anterior, também disponibilizado pelo MeWaGO.



**Figura 4: Diagrama Diário de Carga - MeWaGO.**

Do mesmo modo, existe a funcionalidade dos Diagramas Semanais de Carga.



**Figura 5: Diagrama Semanal de Carga - MeWaGO.**

O MeWaGO disponibiliza, também, uma desagregação dos consumos por localização, tal como a próxima figura ilustra.



**Figura 6: Gráfico Circular de comparação dos consumos das Torres - MeWaGO.**

Existe, ainda, a possibilidade de analisar os consumos de cada Torre. Tal como acontece para o consumo geral, os DDC e DMC são igualmente disponibilizados.

Como nota final, é de salientar que o MeWaGO ainda não disponibiliza dados relativos ao consumo de gás e água do DEEC, uma vez que, de momento, os contadores de água não se encontram ligados ao sistema de monitorização e o acesso ao contador de gás está vedado pela distribuidora. Será algo a resolver de futuro.

## 2.4 Diagramas de Carga

Um Diagrama de Carga (DC) representa o consumo de energia por determinada carga ou conjunto de cargas ao longo de um período de tempo representado, neste caso, pela potência média de 15 em 15 minutos. Na presente Dissertação apenas se vai utilizar Diagramas Diários de Carga (DDC) e Diagramas Mensais de Carga (DMC).

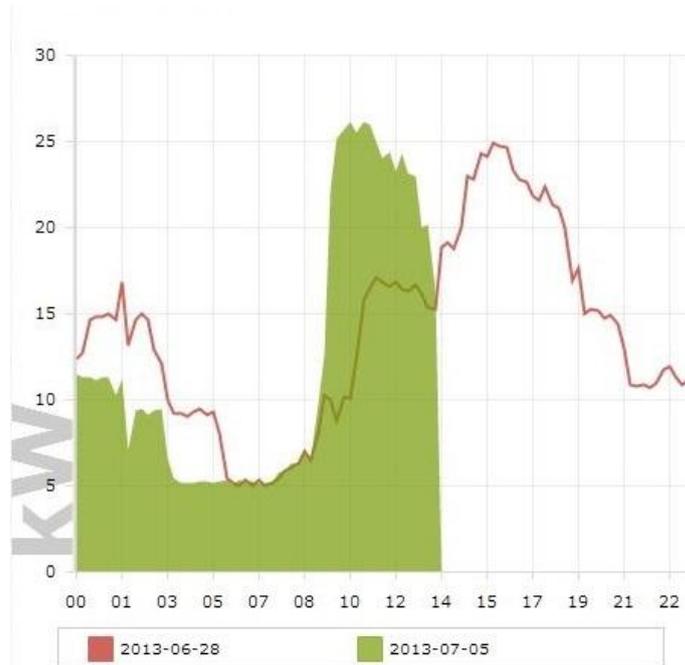
A utilidade deste tipo de diagrama prende-se com o facto de permitir visualizar variações na amplitude da Potência absorvida por determinada carga e ao longo de um período. Posteriormente, poder-se-á comparar o DC com outros existentes e dessa comparação proceder a uma análise dos consumos.

Os DC's que se obtiveram através do MeWaGO têm períodos de integração de 15 em 15 minutos, ao passo que os obtidos através do Fluke 1735 têm um período de integração de 5 em 5 minutos.

É possível calcular a Energia consumida através de um DC. Para tal recorre-se à seguinte equação:

$$E = \int_{t_i}^{t_f} P dt$$

Em que P é a Potência média para o período de integração compreendido entre  $t_i$  e  $t_f$ .



**Figura 7: Exemplo de Diagrama Diário de Carga.**

### **3. Análise do Consumo de Energia Activa no DEEC**

#### **3.1 Apresentação**

O presente capítulo incide sobre a análise do consumo de Energia Activa no DEEC. Para tal foram recolhidas as facturas da EDP Serviço Universal e EDP Comercial relativas a 2010, 2011, 2012 e primeiro semestre de 2013 e, ainda, dados de Telecontagem de Energia Activa do DEEC relativos ao ano lectivo 2012/2013, disponibilizados pela EDP Comercial e que serão comparados com dados existentes relativos a 2010.

Será, ainda, analisado o consumo sob o ponto de vista dos custos financeiros associados.

Relativamente às facturas, as mesmas foram devidamente tratadas em Excel com o objectivo de comparar os diferentes anos em análise e ao mesmo tempo obter a evolução do consumo de EA ao longo do mesmo período.

Este estudo apenas incide no consumo de Energia Activa, dado que o consumo de Energia Reactiva em Horas Fora de Vazio e Fornecimento de Energia Reactiva em Horas de Vazio no DEEC se pode considerar residual e sem impacto económico nas facturas energéticas, uma vez que existe uma boa compensação do FP nas instalações do DEEC.

Dado que, à data de entrega da Dissertação, não existe uma análise ao ano de 2013 completo, faz sentido analisá-lo separadamente.

Os dados de Telecontagem do DEEC permitem gerar Diagramas de Carga (DC) semanais, mensais e anuais, conforme o objectivo da análise. Os DC serão comparados e obter-se-ão algumas conclusões.

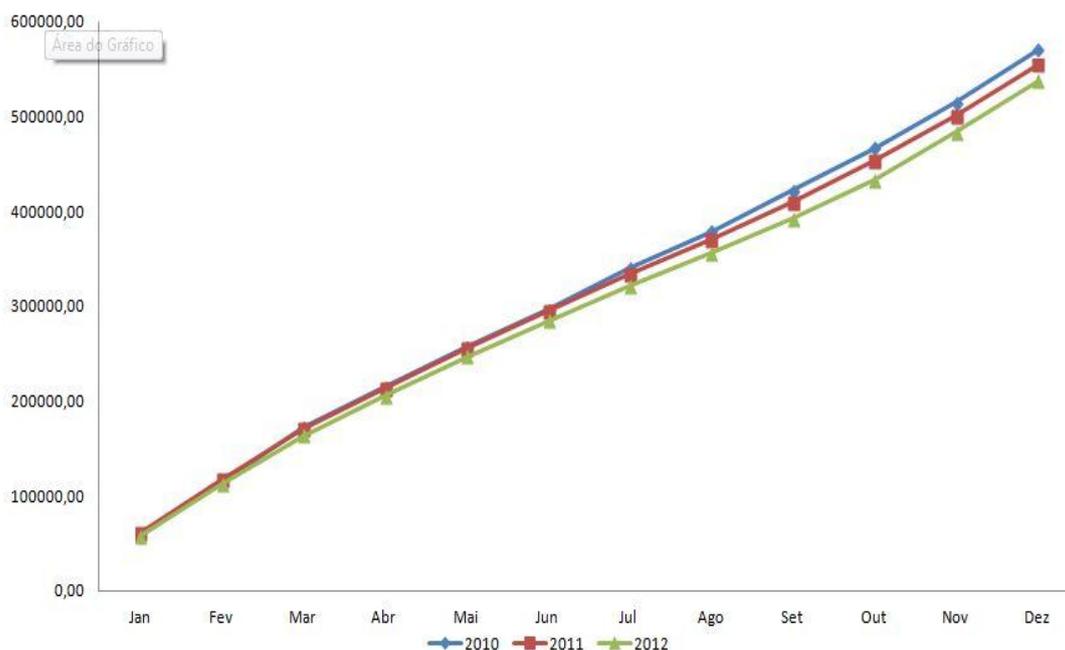
É necessário obter a potência média de cada dia do mês para gerar os DMC, sendo que a mesma se obtém através da seguinte expressão:

$$P_{m(diaria)} = \frac{\sum_{i=1}^{96} T_i \times P_i}{24}$$

O termo  $i$  corresponde a cada um dos intervalos de 15 minutos de um dia.  $T_i$  é 0,25, dado que se trata de um período de 15 minutos, um quarto de hora.

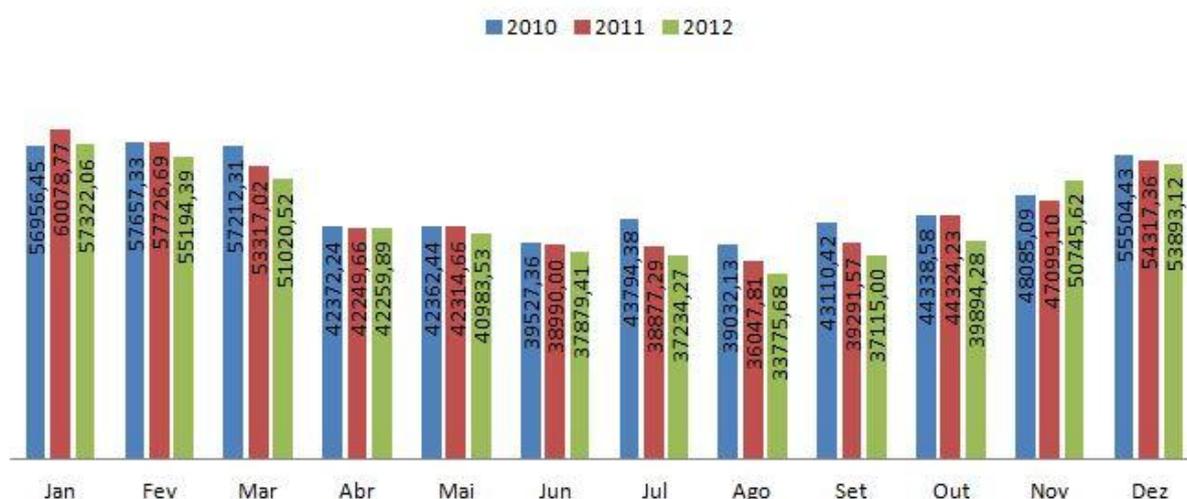
#### **3.2 Análise do Consumo de Energia Activa**

Após análise da facturação dos anos 2010, 2011 e 2012, constata-se que existe uma redução do consumo de Energia Activa, sendo que no ano de 2012 essa redução se acentuou.



**Figura 8: Comparação do consumo acumulado de EA de 2010, 2011 e 2012.**

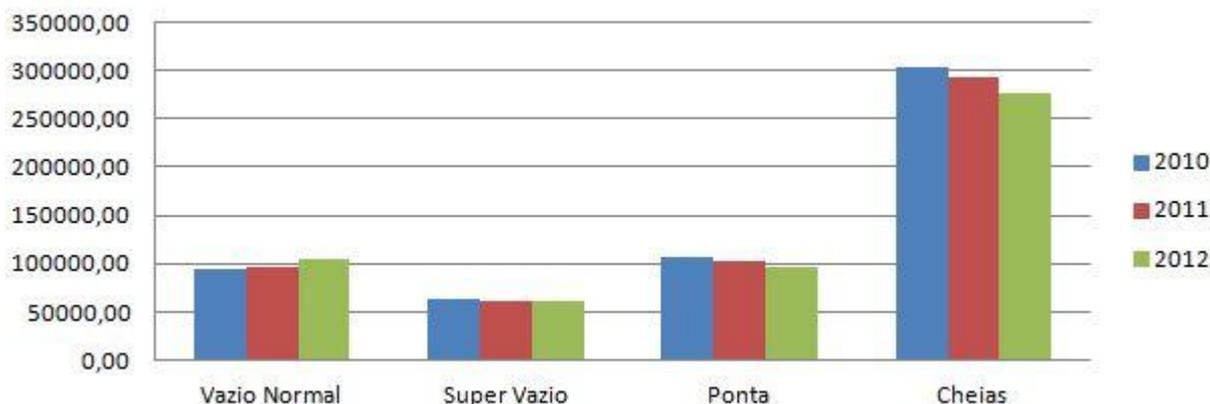
O gráfico abaixo mostra os consumos mensais de Energia Activa durante os 3 anos analisados. Consta-se em geral uma diminuição no consumo face aos períodos homólogos dos anos anteriores, sendo poucas as excepções na análise comparativa mensal como, por exemplo, em Janeiro de 2011 em que houve um aumento do consumo de EA face ao mesmo mês de 2010. Já em Janeiro de 2012, o consumo foi praticamente igual ao de 2010. Outro exemplo destas excepções é o mês de Novembro de 2012, em que o consumo de Energia activa superou o registado no mesmo mês dos anos transactos.



**Figura 9: Comparação do consumo mensal de EA em 2010, 2011 e 2012.**

Subdividindo o consumo pelos 4 diferentes períodos horários, (Horas Cheias, Horas de Ponta, Horas de Vazio Normal e Horas de Super Vazio), a redução do consumo em 2012 é

inequívoca, nos períodos Horas Cheias e de Ponta, já nos outros períodos esta tendência não é tão acentuada. É de salientar, no entanto, que, tanto em 2011 e 2012, o consumo de energia no período de Vazio Normal sofreu sempre um ligeiro aumento.

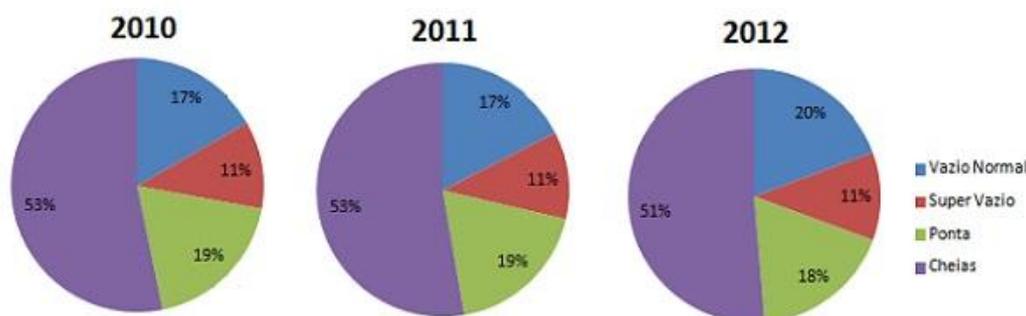


**Figura 10: Comparação do consumo acumulado de EA desagregado correspondente aos anos de 2010, 2011 e 2012.**

Percentualmente, em 2012, verifica-se uma ligeira alteração no padrão de consumo de Energia Eléctrica do DEEC nos diferentes períodos horários.

O consumo de energia em Horas de Ponta e Horas Cheias diminuiu 1% em cada período, aumentando 2% o consumo em Horas de Vazio Normal. Percentualmente.

Já o consumo em horas de Super Vazio manteve-se nos 11% durante os 3 anos em análise.

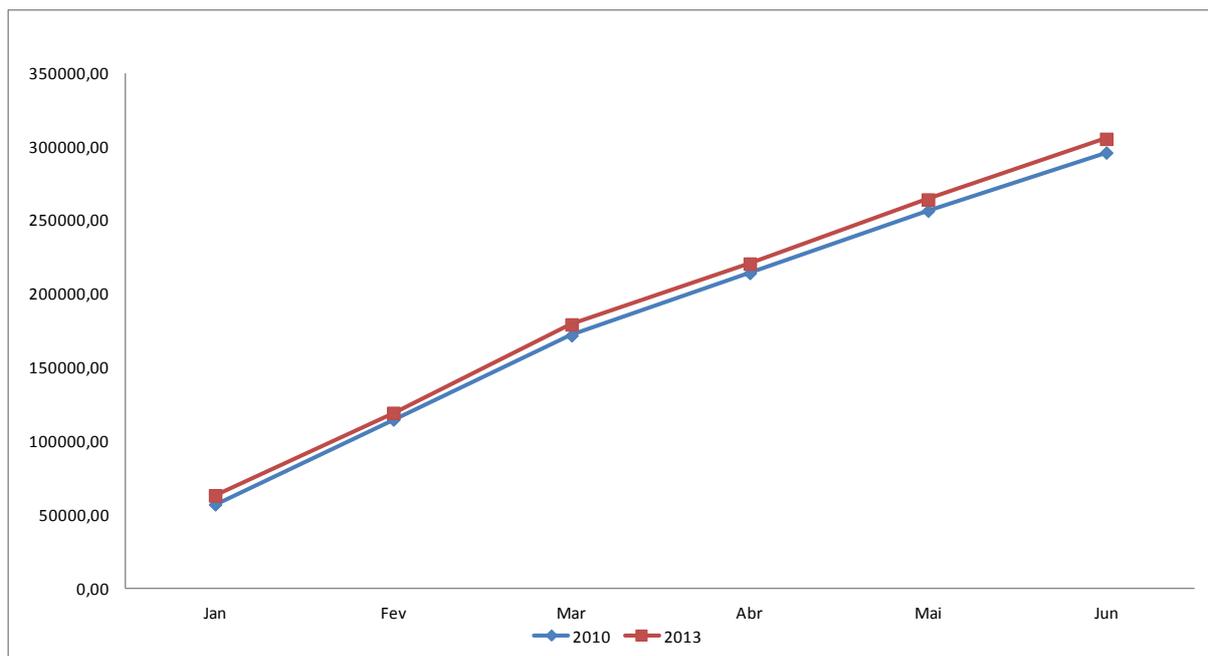


**Figura 11: Peso percentual do consumo de EA anual desagregado respectivo aos anos de 2010, 2011 e 2012.**

### 3.3 Análise do Consumo de Energia Activa em 2013

Contrariando a tendência registada em 2011 e 2012, no primeiro semestre do presente ano, assiste-se a um aumento do consumo de Energia Activa no DEEC.

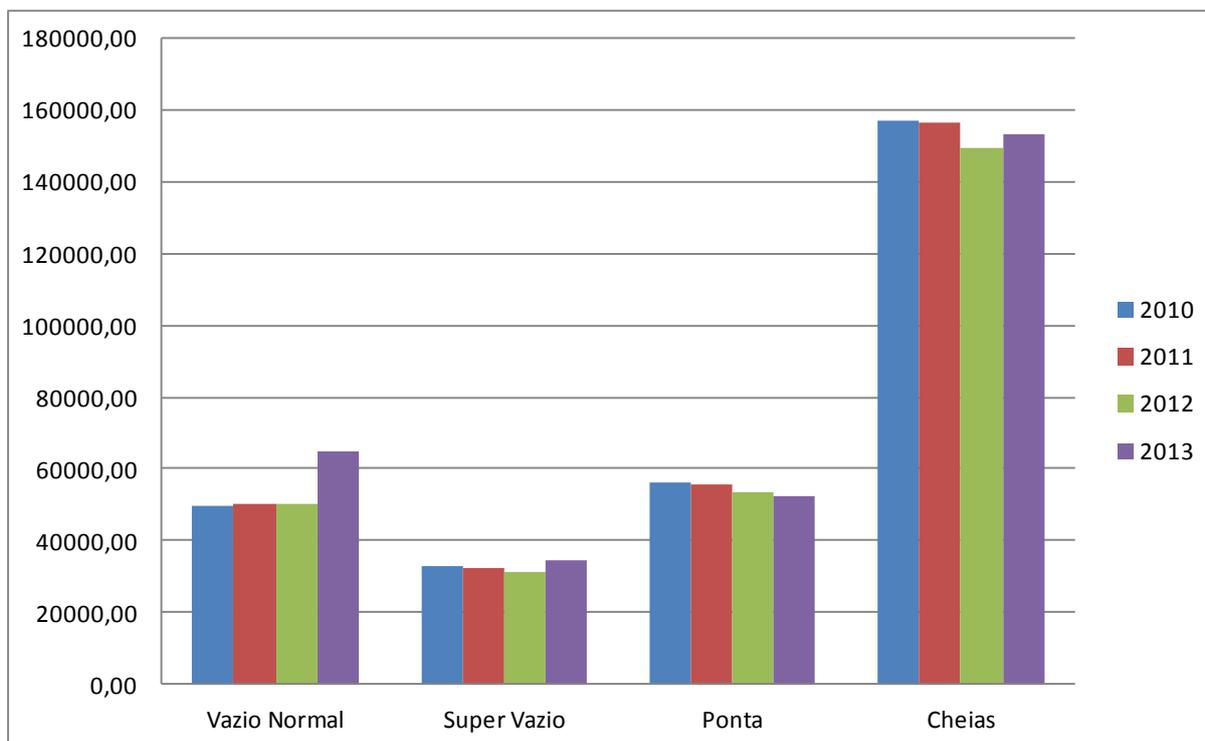
Este consumo excede ligeiramente o que se registou em 2010, tal como a seguinte figura ilustra.



**Figura 12: Comparação do consumo anual de EA acumulado entre 2010 e 2013.**

Analisando a Figura seguinte, referente ao primeiro semestre dos 4 anos em estudo, fica claro que existiu um considerável aumento do consumo de EA no período de Vazio Normal, sendo que nos restantes períodos as variações são praticamente residuais.

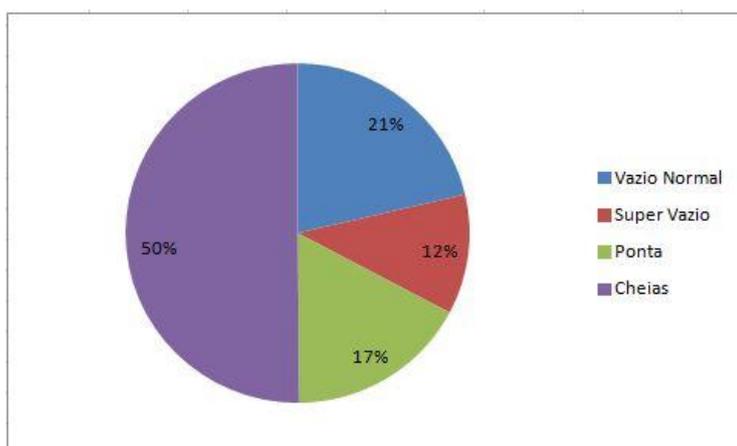
Concretamente, no primeiro semestre do presente ano registou-se um consumo adicional em relação a 2012 de cerca de 15075 kWh em vazio normal, correspondendo a um aumento de cerca de 30%. Isto indicia um provável aumento do consumo de base no DEEC, apesar do consumo em período de super vazio não ter aumentado tanto.



**Figura 13 - Comparação do consumo de EA no primeiro semestre civil dos 4 anos em análise [kWh].**

Percentualmente, distribuindo o consumo de EA nos 4 períodos horários, constata-se que em horas de Vazio Normal e em Super Vazio aumentou 1% face ao ano anterior, já em Horas Cheias e Horas de Ponta, há uma redução de 1% comparativamente a 2012.

A figura seguinte dá-nos conta desta evolução.



**Figura 14: Desagregação do consumo de EA, nos 4 períodos horários, durante o primeiro semestre de 2013.**

### 3.4 Custos com Facturação de Energia

O custo total com a facturação de electricidade em 2010 cifrou-se em 59881,69 €, em 2011 o valor foi 62881,41 € e em 2012, o valor total pago foi 76018,24.

Tendo em conta que houve a migração para EDP Comercial (Mercado Liberalizado), os valores não são directamente, uma vez há alterações significativas no custo do kWh e da Potência.

Os custos com Energia Reactiva são marginais, pelo que não é importante uma análise exaustiva, sendo os custos anuais em 2010 de 34,74 € e em 2011 de 8,88€.

Abaixo encontram-se os custos anuais das facturas de Energia Eléctrica. Foi ainda feito o cálculo cumulativo dos primeiros semestres dos 4 anos, de modo a que seja coerente estabelecer uma comparação dos dados disponíveis de 2013 com os anos anteriores.

**Tabela 1: Custo total anual com IVA e do cumulativo do primeiro semestre de cada ano das Facturas de Energia Eléctrica.**

<b>Custos [€]</b>	<b>Anual</b>	<b>1º Semestre</b>
<b>2010</b>	59881,69	31191,49
<b>2011</b>	62881,41	32548,40
<b>2012</b>	76018,24	39613,51
<b>2013</b>		42619,35

Em todos os anos, mesmo nos que se registou decréscimo no consumo de Energia Activa (2011 e 2012), há um crescente custo com a facturação de energia eléctrica. Isto reflecte o aumento do IVA de 6 para 23%, em finais de 2011, bem como a própria evolução do preço da Electricidade.

### **3.5 Análise dos Dados de Telecontagem**

Durante o presente ano lectivo, a Potência Média Mensal obtida através dos dados de Telecontagem tem sido recorrentemente superior à registada em igual período no ano de 2010.

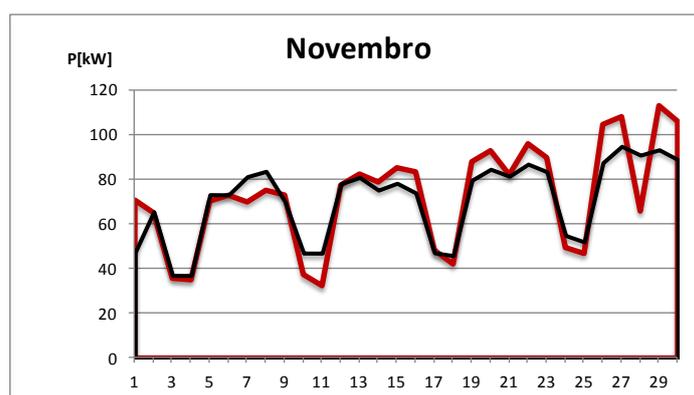
A tabela abaixo, indica os valores da Potência Média para cada mês e a Potência média Anual.

**Tabela 2: Comparação da Energia Activa média mensal e Energia Activa média anual de 2010 e 2012-13.**

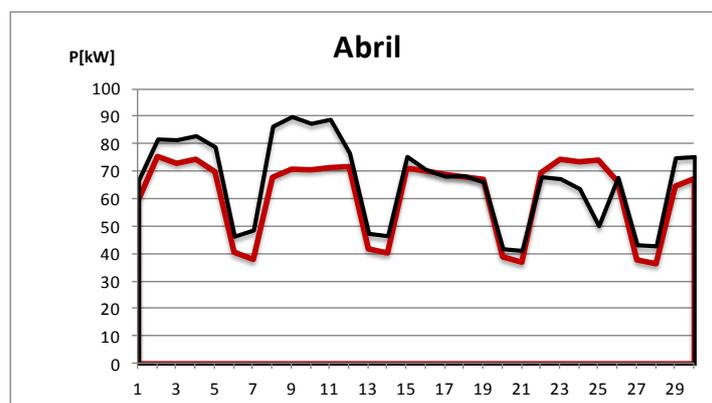
EAméd [kWh]	2010	2012-2013
Out	41915,00	39970,00
Nov	49579,25	50964,25
Dez	56798,00	54276,75
Jan	57845,00	62992,25
Fev	57485,00	56516,00
Mar	58487,50	58148,75
Abr	43763,50	47893,50
Mai	41075,75	44853,50
Jun	39523,50	39523,00
Jul	44792,50	
Ago	37297,00	
Set	44787,50	
Média	49608,06	50570,89

Cada gráfico, correspondente a um determinado mês, contém dois DMC respectivos a cada um dos anos em análise, a fim de proporcionar uma leitura comparativa. A linha vermelha encontra-se o ano 2010, sendo que a linha preta representa o DMC respectivo a 2012-13.

Apenas estão ilustrados 2 meses, sendo que os restantes gráficos se encontram em anexo, mais concretamente no Anexo B. Saliente-se o facto de que dois gráficos abaixo, correspondentes a 2010, foram deslocados de modo a que em ambos os anos se inicie o gráfico ao mesmo dia da semana.



**Figura 15: Diagrama Mensal de Carga de Novembro de 2010 e 2012.**



**Figura 16: Diagrama Mensal de Carga de Abril de 2010 e 2013.**

Relativamente à análise dos DMC, constata-se que há um padrão de consumo semelhante nos 2 anos em estudo. Tal seria de esperar, uma vez que não houve alterações funcionais, estruturais ou de outra ordem no DEEC que pudessem de alguma forma modificar o padrão de consumo.

É, ainda, importante referir que o consumo de Energia Eléctrica de base em períodos de vazio, aumentou face ao ano de 2010.

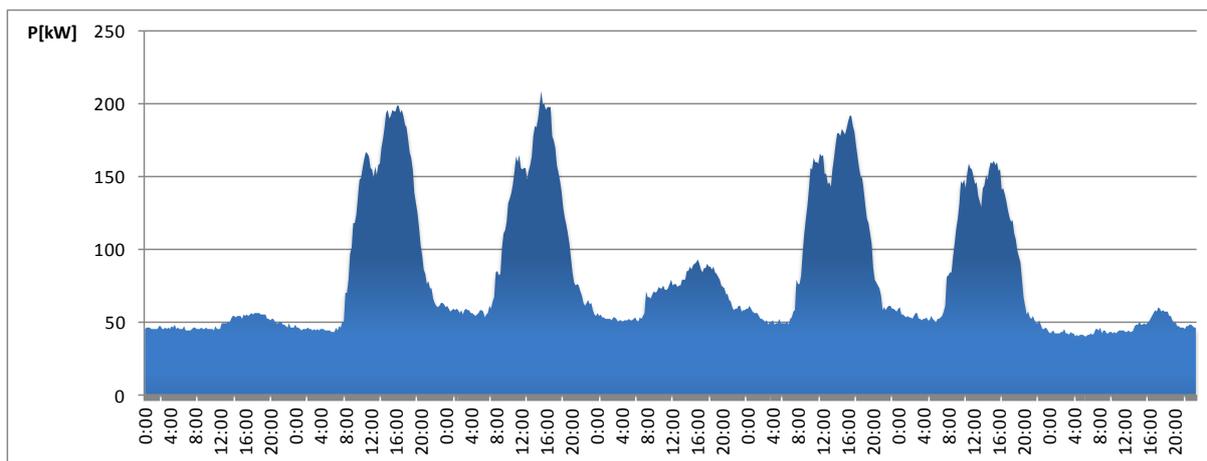
Tal poder-se-á explicar com um aumento equipamentos que a trabalhar 24h/dia ou numa maior utilização das instalações do DEEC fora dos horários normais de actividade lectiva, nomeadamente levada a cabo por alunos de dissertação, investigação, etc.

Abaixo encontram-se comparações entre semanas homólogas dos dois anos em análise (2010 e 2012) através da representação dos Diagramas Semanais de Carga (DSC).

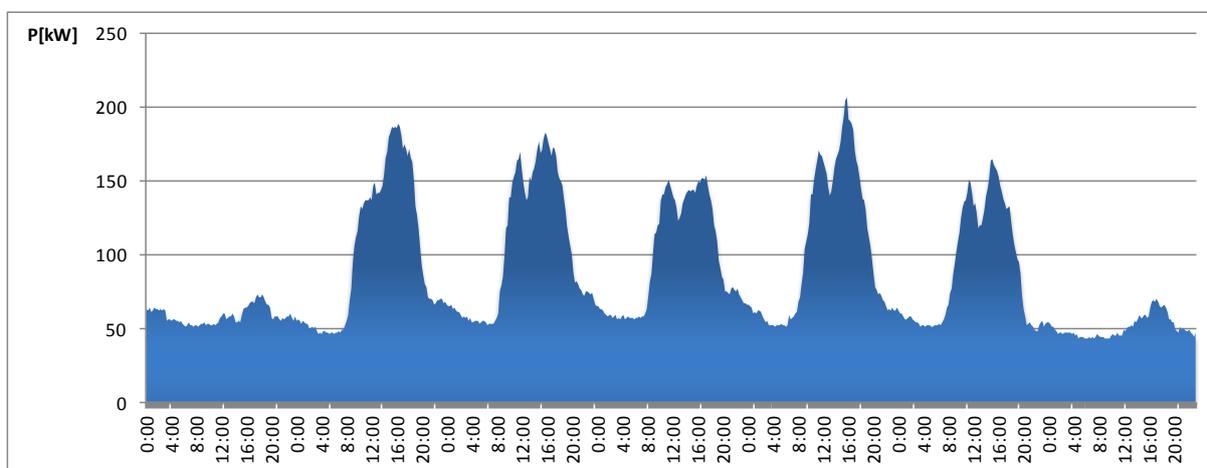
Na primeira comparação analisa-se a semana completa de Dezembro de 2010, compreendida entre os dias 5 (Domingo) e 11 (Sábado), com a primeira semana completa de Dezembro de 2012, compreendida entre 2 (Domingo) e 8 (Sábado). O feriado que ocorre a dia 8, dia da Imaculada Conceição, coincidiu com uma Quarta-Feira, daí a pouca potência consumida face aos restantes dias da semana.

Ambos DSC têm um perfil semelhante, mas são de salientar duas diferenças importantes, em 2012 há um maior consumo de base, verificado em Horas de Vazio, incluindo os fins-de-semana, face ao verificado em 2010.

Por outro lado, nesta comparação verifica-se que o pico de consumo é inferior ao verificado em 2010, que foi mais próximo dos 200 kW.



**Figura 17: Diagrama Semanal de Carga de Dezembro de 2010.**

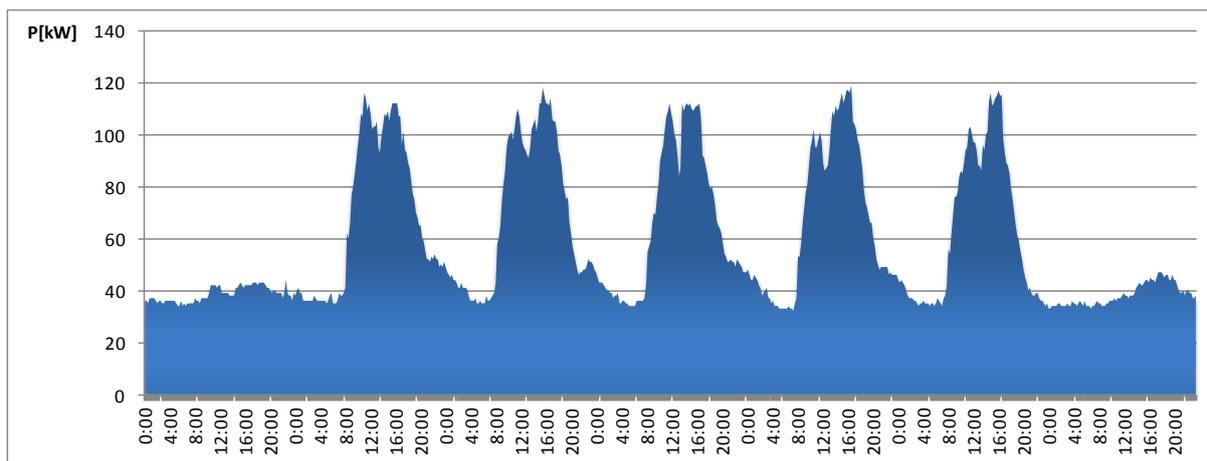


**Figura 18: Diagrama Semanal de Carga de Dezembro de 2013.**

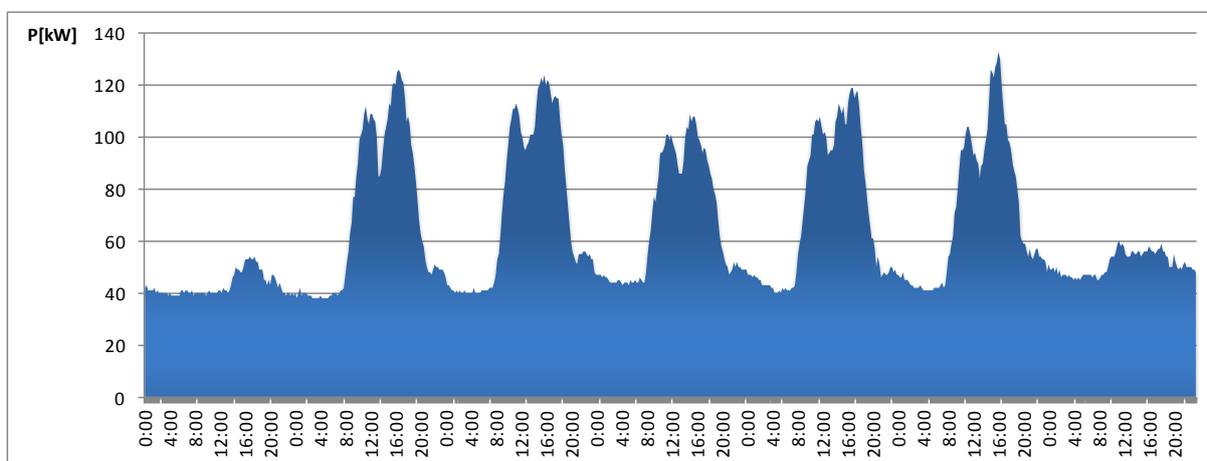
Comparou-se as semanas desde 23 a 29 de Maio de 2010 com a semana iniciada a 19 de Maio e termino a 25 de Maio de 2013.

Continua a ser observado um maior consumo de base nas horas de vazio em 2013, face a 2010. Em 2013 o consumo é quase sempre superior a 40 kW no ano de 2013, contrariamente em 2010 tal não se verifica.

Neste comparativo, nota-se que há uma maior potência máxima no ano de 2013, além do consumo base ser mais elevado.



**Figura 19: Diagrama Semanal de Carga de Maio de 2010.**

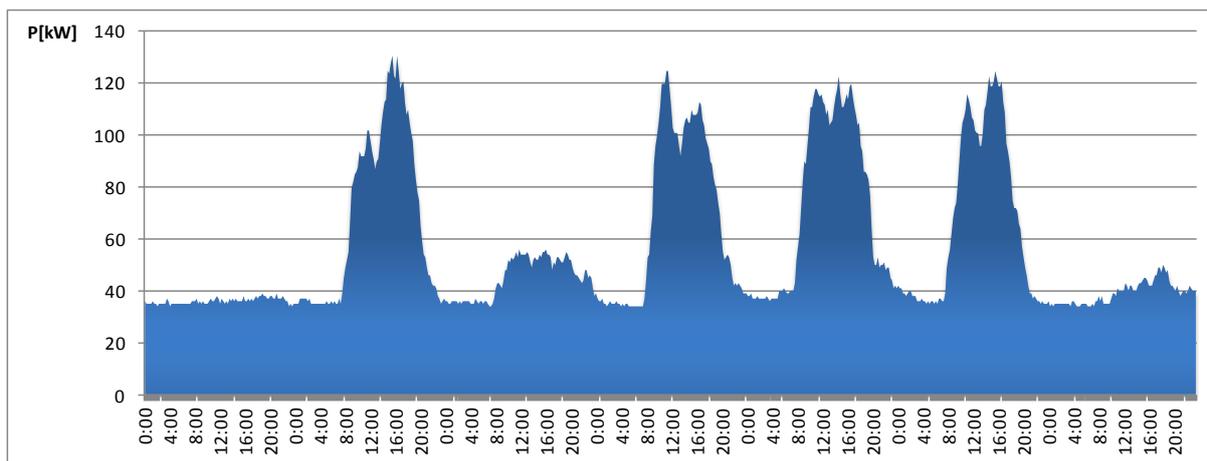


**Figura 20: Diagrama Semanal de Carga de Maio de 2013.**

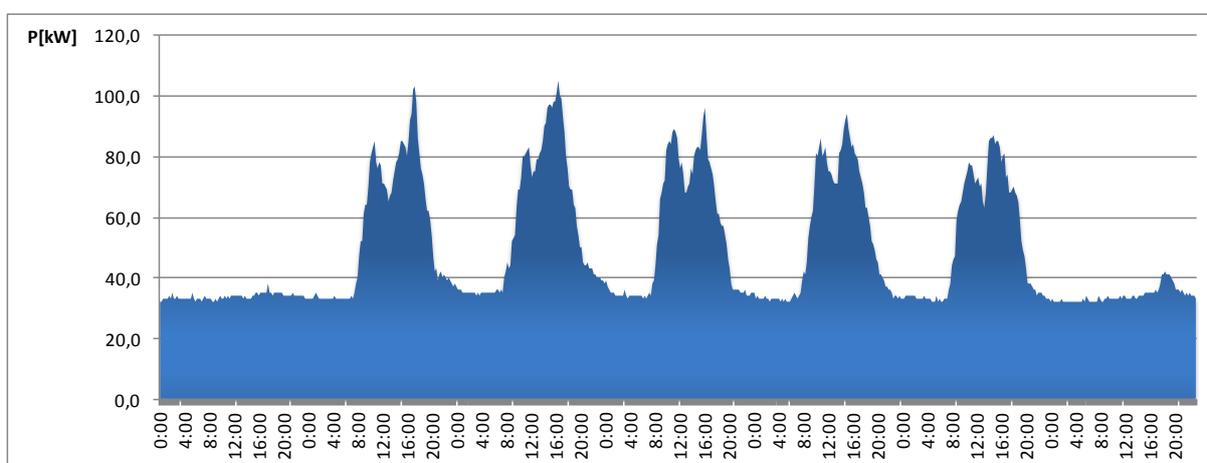
Estabeleceu-se mais uma comparação entre as primeiras semanas completas de Outubro de 2010 e 2013, de 3 a 9 e de 7 a 13, respectivamente.

Relativamente ao primeiro DSC, é importante salientar que o consumo no DEEC se viu drasticamente reduzido na terça-feira, que corresponde ao feriado do 5 de Outubro (Implantação da República).

Nesta comparação, ambos os consumos em vazio são próximos, contudo há uma diferença de aproximadamente menos 20kW no valor da potência máxima consumida em cada dia, no ano 2012.

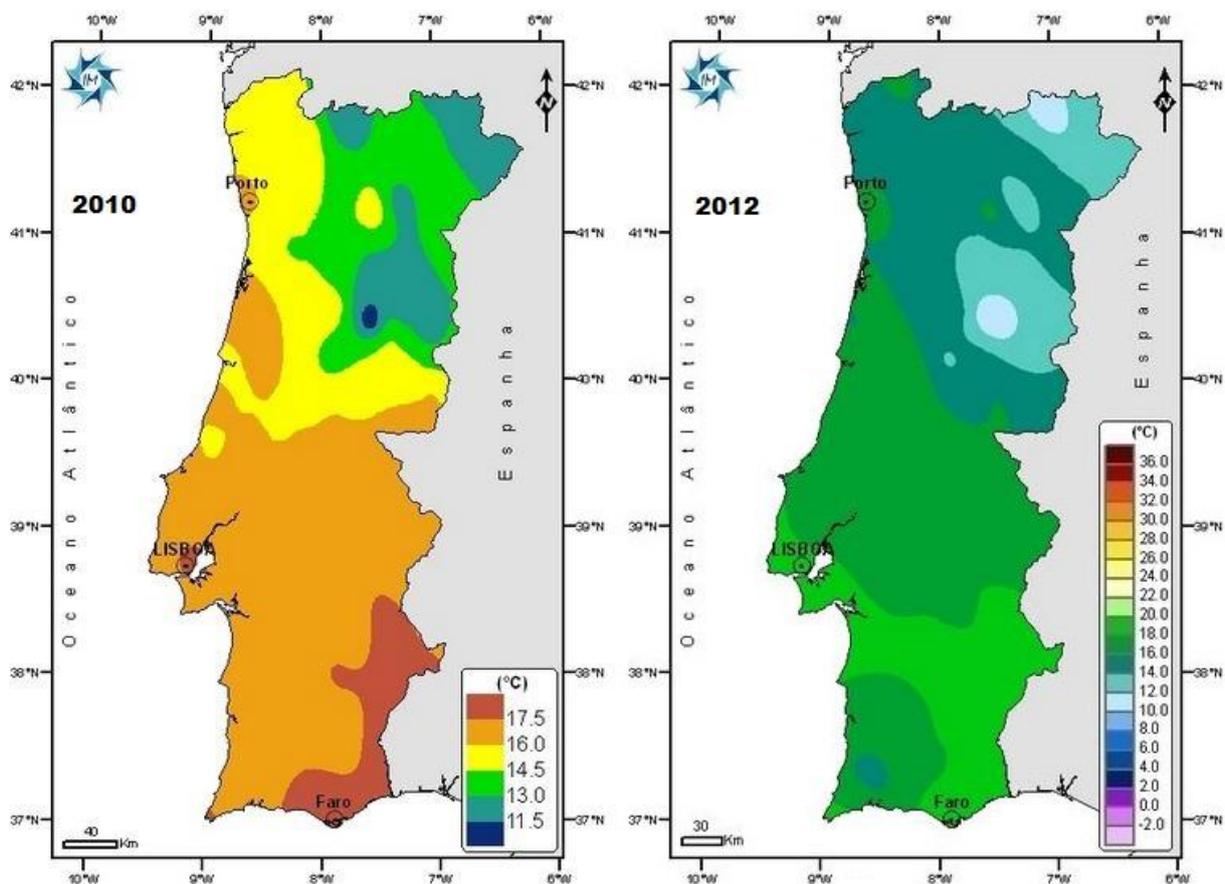


**Figura 21: Diagrama Semanal de Carga de Outubro de 2010.**



**Figura 22: Diagrama Semanal de Carga de Outubro de 2012.**

Tal facto não pode ser justificado com base em diferentes temperaturas médias mensais e, conseqüentemente, diferentes necessidades de aquecimento, dado que Outubro de 2010 e 2012 registaram sensivelmente a mesma temperatura média. A imagem abaixo, retirada do site do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, demonstra isso mesmo.



**Figura 23: Comparação das Temperaturas médias de Outubro de 2010 e 2012.**

Na figura abaixo compara-se o consumo de Energia nas primeiras 25 semanas de 2010 com as correspondentes 25 semanas de 2013.

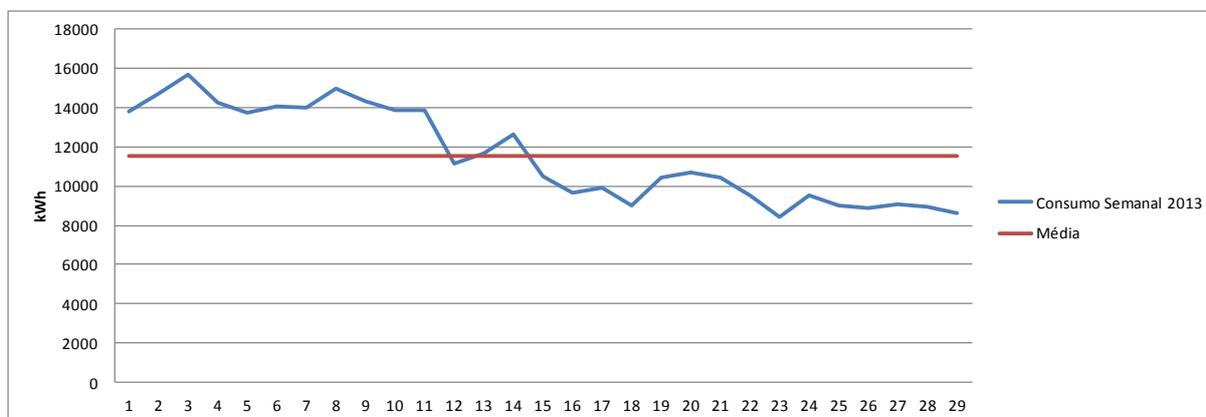


**Figura 24: Comparação do consumo semanal de EA nas primeiras 25 semanas de 2010 e 2013.**

Genericamente, em 2013, tem-se registado um consumo semanal quase sempre superior. Esta conclusão vai de encontro ao que havia sido concluído no capítulo anterior. O ano de 2013 quebrou a tendência na redução de consumos que vinha sendo notada em 2011 e 2012.

Ainda relativamente às primeiras 29 semanas de 2013, é possível definir um valor de consumo de energia médio sendo que entre a primeira semana de Janeiro a 14ª semana do ano, terminada a 13 de Abril, o consumo de Energia está acima do valor médio.

A partir da 15ª semana do ano, até à 29ª, o consumo de Energia é inferior à média.



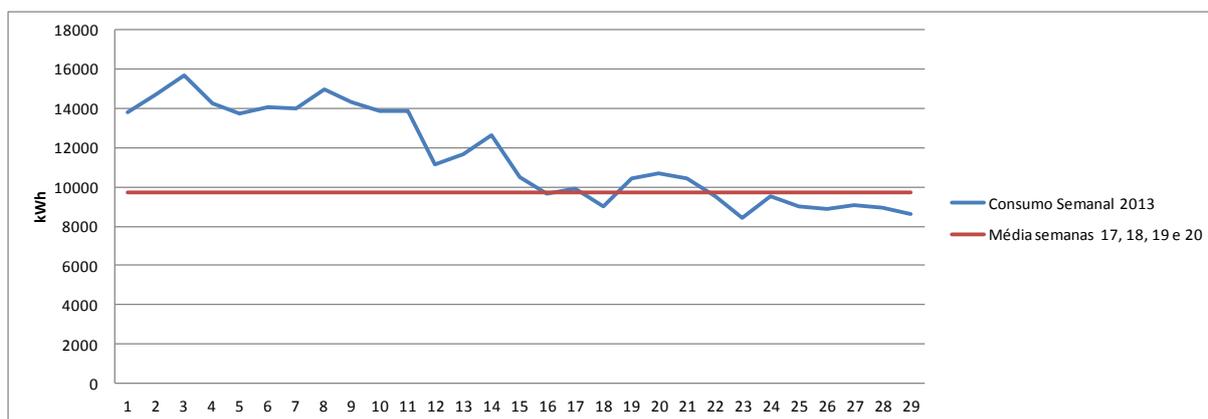
**Figura 25: Comparação entre o consumo semanal de EA de 2013 com a sua média, nas primeiras 29 semanas do ano.**

Esta situação é semelhante à que se verificou em 2010, embora a inversão se tenha dado da 11ª para a 12ª semana. Este dado pode carecer de precisão uma vez que para 2013 não se contabilizam todas as semanas do ano, como acontece com os dados de telecontagem de 2010.

É importante calcular o consumo de energia eléctrica relacionado com aquecimento nos meses de Inverno. Uma vez que o aquecimento no edifício do DEEC é maioritariamente feito por aquecedores a óleo, não sendo possível a sua quantificação nem controlo, a alternativa é estabelecer uma aproximação.

Assim, calculou-se a média do consumo Energia entre as semanas 16 e 19, uma vez que estas semanas compreendem o período entre 21 e Abril e 25 de Maio, altura em que não existem necessidades de arrefecimento nem aquecimento. Subtraiu-se este valor de referência ao consumo semanal das primeiras 11 semanas do ano, sendo o valor resultante o consumo estimado para aquecimento do edifício.

O gráfico e tabela seguintes servem como suporte para concluir que o consumo de Energia para aquecimento do Edifício do DEEC excede ligeiramente os 30% do consumo total, sendo que o consumo médio semanal para efeitos de aquecimento, nesse período, se cifra em aproximadamente 4557 kWh.

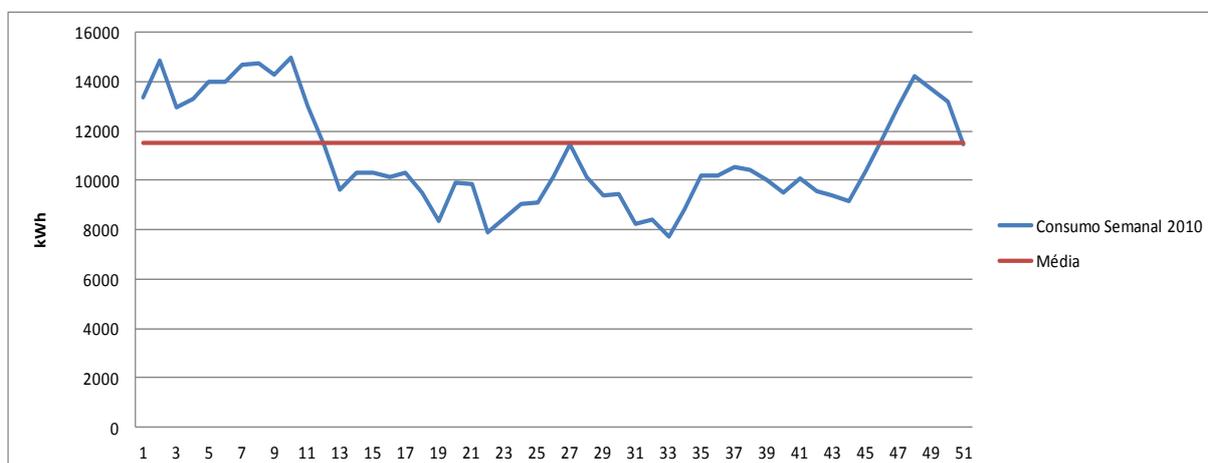


**Figura 26: Comparação entre o consumo semanal de EA de 2013 com a média do consumo de EA registado entre a semana 16 e 19.**

**Tabela 3: Consumo de Energia relacionado com o aquecimento do Edifício do DEEC.**

Semana	Consumo [kWh]	Diferença [kWh]	%
1	13838,00	4089,00	29,55
2	14747,25	4998,25	33,89
3	15680,00	5931,00	37,83
4	14252,00	4503,00	31,60
5	13745,00	3996,00	29,07
6	14074,75	4325,75	30,73
7	13988,50	4239,50	30,31
8	15001,25	5252,25	35,01
9	14303,25	4554,25	31,84
10	13858,00	4109,00	29,65
11	13876,25	4127,25	29,74
<b>Total</b>	<b>157364,25</b>	<b>50130,75</b>	<b>31,86</b>

Uma vez que existem dados relativos ao ano de 2010 completo, é possível que verificar que a segunda inversão do ano ocorreu da 45<sup>a</sup> para 46<sup>a</sup> sexta semana, sensivelmente a meio de Novembro.



**Figura 27: Comparação entre o consumo semanal de EA de 2010 com a sua média.**

## 4. Índices e Indicadores Energéticos do DEEC

### 4.1 Apresentação

Neste capítulo são apresentados diversos indicadores energéticos relativamente ao edifício do DEEC. Os indicadores incidem sobre o ano 2010, 2011 e 2012 e têm por base a relação entre o consumo médio ou total de energia eléctrica com cada uma dos seguintes grandezas: área útil, número de alunos, total de utilizadores das instalações.

**Tabela 4: Dados relativos ao DEEC.**

	2010	2011	2012
<b>EA Total Anual</b>	569953,16	554634,17	537317,76
<b>EA Média</b>	47496,10	46219,51	44776,48
<b>EA Vazio Anual</b>	158862,26	158815,03	164307,97
<b>EA Fora Vazio Anual</b>	411090,90	395819,14	373009,79
<b>Área Útil</b>	12000		
<b>Alunos</b>	792		
<b>Utilizadores</b>	842		

Ainda, através do RCCTE, caracteriza-se o DEEC como pertencendo à Zona Climática de Inverno I1 e Zona Climática de Verão V2, Número de graus-dias (GD) 1460°C.dias, Duração da estação de aquecimento de 6 meses, Temperatura Externa do Projecto 33°C e, finalmente, Amplitude Térmica de 13°C.

Pelo Artigo 27º do RSECE, o edifício do DEEC é considerado um Grande Edifício de Serviços, uma vez que a sua área útil é superior a 1000m<sup>2</sup>. Densidade de ocupação é de aproximadamente 14,25m<sup>2</sup>/utilizador.

### 4.2 Apresentação dos Índices a Calcular

O índice de consumo anual por área útil (ICA) permite avaliar a evolução do consumo médio mensal de EA relativamente à área útil do edifício do DEEC. O ICAA calcula-se com base na seguinte expressão:

$$ICA = \frac{\text{Consumo anual de Energia Activa}}{\text{Área útil do DEEC}} \text{ [kWh/m}^2\text{]}$$

O índice de consumo anual por alunos (ICAA) define-se através da seguinte equação:

$$ICAA = \frac{\text{Consumo anual de Energia Activa}}{N^{\circ} \text{ de Alunos}} \text{ [kWh/N}^{\circ}\text{Alunos]}$$

O índice de consumo anual por utilizadores (ICAU) define-se através da seguinte equação:

$$ICAU = \frac{\text{Consumo anual de Energia Activa}}{N^{\circ} \text{ de Utilizadores}} \text{ [kWh/N}^{\circ}\text{Utilizadores]}$$

O índice de percentagem de consumo em vazio, permite perceber qual a importância que o consumo em vazio representa no total de energia consumida num ano. Este índice define-se através da seguinte equação:

$$IPCV = \frac{\text{Consumo de Energia Activa em vazio}}{\text{Consumo de Energia Activa anual}} \text{ [%]}$$

O índice de percentagem de consumo em fora de vazio, permite perceber qual o relevo do consumo em fora de vazio no total de energia consumida num ano. Este índice define-se através da seguinte equação:

$$IPCFV = \frac{\text{Consumo de Energia Activa em fora de vazio}}{\text{Consumo de Energia Activa anual}} \text{ [%]}$$

O Indicador de Eficiência Energética apenas será calculado tendo em conta quociente entre o numerador constituído pelo valor total da EA consumida, que consta na tabela anterior, convertido através do factor de conversão para Electricidade,  $f$ , igual a 0,290 kgep/kWh e o denominador composto pela área útil,  $A_p$ .

$$IEE_1 = \frac{EA * f}{A_p}$$

### 4.3 Cálculo dos Indicadores

Como se pode perceber pela seguinte tabela, o ICA, o ICAA, o ICAU apresentam valores próximos ao longo do período em análise, os anos 2010, 2011 e 2012.

**Tabela 5: Indicadores referentes aos anos de 2010, 2011 e 2012.**

Ano	ICA	ICAA	ICAU	IPCV	IPCFV
2010	47,50	719,64	676,90	27,87	72,13
2011	46,22	700,30	658,71	28,63	71,37
2012	44,78	678,43	638,14	30,58	69,42

Todos estes índices revelam, ainda, uma tendência de queda, o que se traduz num sinal positivo, na medida em que há um menor consumo médio mensal de EA para cada um dos diferentes denominadores, vindo a decrescer ao longo dos 3 anos em estudo o que traduz um comportamento energético eficiente.

Já relativamente ao IPCV, constata-se que, ao longo dos 3 anos, o consumo de EA em vazio representa um papel cada vez mais importante no consumo total de EA anual, sendo que em termos nominais o consumo de EA em períodos vazios tem aumentado, como se viu anteriormente. Isto deve-se por um lado a uma baixa do consumo global, por outro ao ligeiro aumento (em contracorrente com o consumo global) do consumo em horas de vazio em especial em 2012.

O IPCFV tem vindo a decrescer ao longo dos três anos em análise, justificado pelo crescimento do consumo em vazio.

### 4.4 Cálculo do FC, FV, UP e ISV

Através dos dados de Telecontagem é, ainda, possível calcular o Factor de Carga (FC), Factor de Vazio (FV), a Utilização da Ponta (UP) e a Importância do Super Vazio, para cada mês. Recorre-se aos mesmos índices referentes ao ano de 2010, para estabelecer comparação.

O FC varia entre 0 e 1, sendo que um baixo FC indicia um DC mais irregular e com mais picos de potência face a um FC que se aproxime de 1. Calcula-se de acordo com a seguinte fórmula:

$$FC = \frac{\text{Potência Activa Média}}{\text{Potência Activa Máxima}}$$

O FV calcula-se através da expressão seguinte:

$$FV = \frac{\text{Potência Activa Mínima}}{\text{Potência Activa Máxima}}$$

A UP permite perceber o quão irregular um Diagrama de Carga será, na medida em que à potência máxima, o intervalo de tempo resultante será menor. É, portanto, desejável um valor de UP elevado. A UP obtém-se através da seguinte expressão:

$$UP = \frac{\text{Energia Activa Consumida}}{\text{Potência Activa Máxima}} = \frac{\text{Potência Activa Média} * \text{tempo}}{\text{Potência Activa Máxima}} = FC * \text{tempo}$$

A UP em percentagem consiste na divisão da UP pelo número de horas total do intervalo considerado, multiplicando o resultado por 100.

$$UP_{\%} = \frac{UP}{n^{\circ} \text{ de horas}} * 100$$

A ISV permite perceber qual a representação da Potência média absorvida em Super Vazio relativamente à Potência média absorvida, permitindo, assim, ter uma ideia da importância do consumo de base. A ISV calcula-se da seguinte forma:

$$ISV = \frac{\text{Potência Activa Média em SV}}{\text{Potência Activa Média}}$$

A tabela abaixo mostra os valores dos 4 índices para cada mês no ano de 2010 e 2013, respectivamente.

**Tabela 6: Cálculo da utilização das Pontas, Factores de Carga e de Vazio e Importância do Super Vazio para o ano de 2010 e 2012-13.**

2010	UP	UP %	FC	FV	ISV	2013	UP	UP %	FC	FV	ISV
Out	319,96	43,01	0,43	0,23	0,42	Out	302,80	40,70	0,41	0,23	0,43
Nov	233,86	32,48	0,32	0,13	0,38	Nov	291,22	40,45	0,40	0,19	0,41
Dez	269,18	36,18	0,36	0,18	0,42	Dez	262,21	35,24	0,35	0,17	0,45
Jan	301,28	40,49	0,40	0,18	0,43	Jan	342,35	46,01	0,46	0,20	0,45
Fev	302,04	44,95	0,45	0,18	0,38	Fev	317,51	47,25	0,47	0,26	0,44
Mar	298,41	40,11	0,40	0,19	0,41	Mar	304,44	40,92	0,41	0,22	0,46
Abr	314,85	43,73	0,44	0,24	0,42	Abr	305,05	42,37	0,42	0,23	0,44
Mai	320,90	43,13	0,43	0,20	0,42	Mai	332,25	44,66	0,45	0,28	0,45
Jun	276,39	38,39	0,38	0,19	0,43	Jun	356,06	49,45	0,49	0,32	0,49
Jul	290,86	39,09	0,39	0,19	0,44	Jul	360,72	48,48	0,48	0,29	0,47
Ago	342,17	45,99	0,46	0,28	0,52	Ago					
Set	298,58	41,47	0,41	0,23	0,43	Set					

Os diversos FV calculados para 2012-13 são mais elevados que os de 2010, o que mostra o aumento do consumo em horas de vazio (maior potência mínima).

No presente ano, o FC está mais próximo de 0,5, isto quer dizer que menos picos de consumo de Potência.

Analisando a UP, constata-se que em 2012-13 o valor obtido para a UP e UP em percentagem é quase sempre superior ao do ano 2010. Este resultado advém de um maior consumo de energia em 2012-2013 e, também, a um menor valor da potência máxima.

Relativamente ao ISV, este índice tem vindo a crescer em 2012-13 face a 2010, ficando, assim, demonstrada a crescente importância do consumo em Super Vazio relativamente à Potência média absorvida.

#### 4.5 Cálculo do IEE

Para obter o IEE, calculou-se a média do consumo anual de EA dos três anos em análise, tal como a seguinte tabela demonstra.

**Tabela 7: Valor total anual do consumo de EA em 2010, 2011 e 2012.**

	EA total (kWh)
<b>2010</b>	569953,16
<b>2011</b>	554634,17
<b>2012</b>	537317,76
<b>Média</b>	553968,37

O IEE obtido segundo as condicionantes descritas na apresentação do indicador é de  $13,388 \text{ kgep/m}^2 \cdot \text{ano}$ . Se houvesse possibilidade de desagregar os consumos de

aquecimento e arrefecimento obter-se-ia um IEE de acordo com a fórmula que consta no RSECE:

$$IEE = IEE_I + IEE_V + \frac{Q_{out}}{Ap}$$

Sendo IEE o indicador de eficiência energética (kgep/ $m^2$ \*ano),  $IEE_I$  o indicador de eficiência energética de aquecimento (kgep/ $m^2$ \*ano),  $IEE_V$  o indicador de eficiência de arrefecimento (kgep/ $m^2$ \*ano),  $Q_{out}$  o consumo de energia não ligado aos processos de aquecimento e arrefecimento (kgep/ano) e  $Ap$  a área útil ( $m^2$ ).

## 5. Identificação de Consumo Atípico de EA na Torre R do DEEC

### 5.1 Apresentação

No decorrer do presente ano lectivo têm sido registados regularmente consumos atípicos de Energia Activa na Torre R do DEEC mas não localizados durante as primeiras horas da madrugada.

Este consumo cifra-se entre 5 a 10kW acima do valor de consumo base da Torre R, que é em geral de cerca de 5 kW. Devido à importância deste consumo decidiu-se procurar a sua causa ou causas.

Recorreu-se ao equipamento Fluke 1735, como equipamento de auditoria, para identificar a origem deste consumo atípico. Foram monitorizadas as diversas saídas do quadro da Torre R, no piso 0, de modo a encontrar numa ou mais que uma das saídas a variação semelhante à que era registado pelo sistema de monitorização MEWAGO na Torre R, como mostra a figura 27.

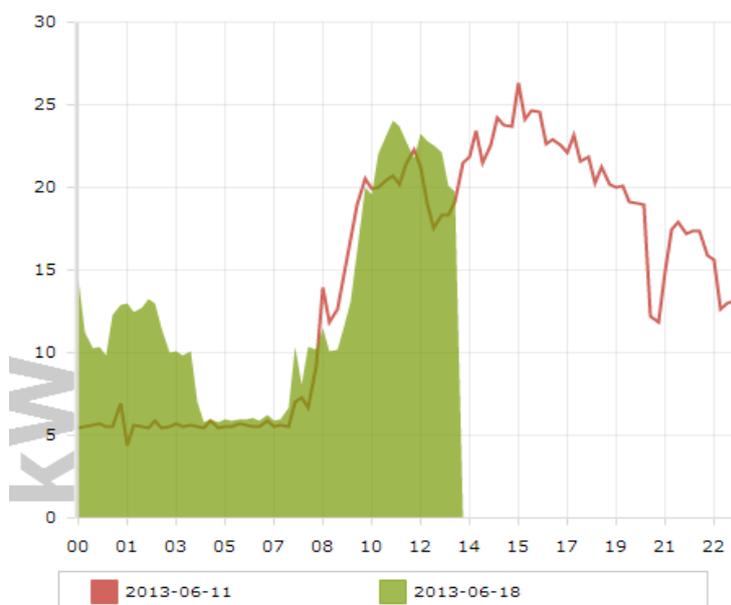


Figura 28: Diagrama Diário de Carga da Torre R de 18 de Junho de 2013.

Através dos dados recolhidos é possível identificar a causa ou potenciais causas e focar nelas a monitorização, ao mesmo tempo que se poderá descartar as saídas que não mostram variações de consumo durante a noite.

Por inacessibilidade em alguns dos circuitos do quadro da Torre R que se situa no Piso 0, não se mediu a corrente de Neutro.

## 5.2 Monitorização da Saída para o Laboratório 01 do ISR

A primeira saída do quadro da Torre R analisada foi a do Laboratório 01 do ISR. O equipamento de monitorização registou o consumo desde o início da tarde do dia 17 de Junho até ao período semelhante de dia 20 de Junho.



Figura 29: Montagem do equipamento Fluke 1735 na saída do Quadro da Torre R para o Lab. 1 do ISR.

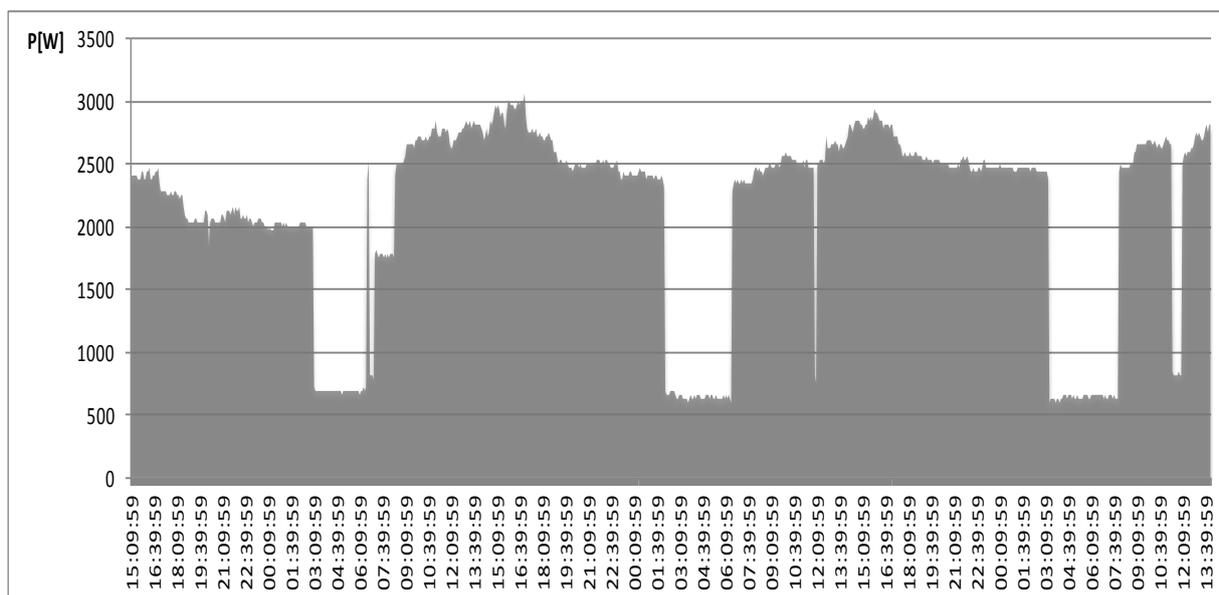


Figura 30: Diagrama de Carga obtido durante primeira monitorização ao Lab. 1 do ISR.

Com esta monitorização é possível verificar que este laboratório se encontra com ocupação até às primeiras horas da madrugada.

É, ainda, possível perceber a partir desta monitorização que o consumo atípico na Torre R não tem apenas uma causa, mas várias, uma vez que o consumo do laboratório contribui não na totalidade do valor atípico mas em parte.

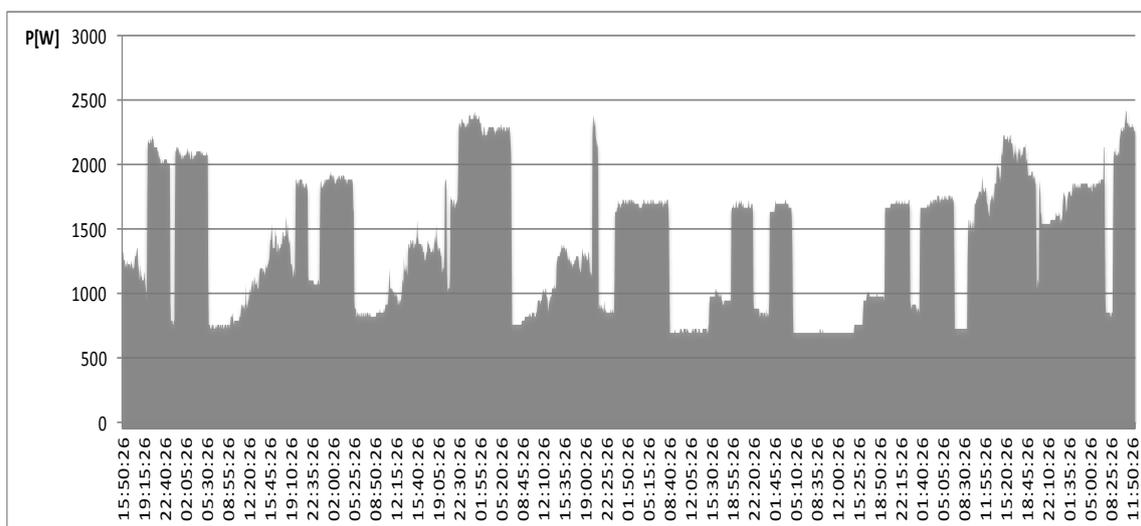
Este laboratório contribui com um consumo de cerca de 1,5kW, além os cerca de 0,75kW de base, portanto cerca de 2 a 2,25kW dos 5 a 10kW totais que se pretende identificar.

Visto que na primeira monitorização se percebeu que a utilização deste Laboratório poderá estar relacionada com os consumos que se pretende identificar, procedeu-se a uma segunda monitorização, de modo a clarificar-se a real contribuição que o consumo neste laboratório para os consumos estranhos não identificados na Torre R.

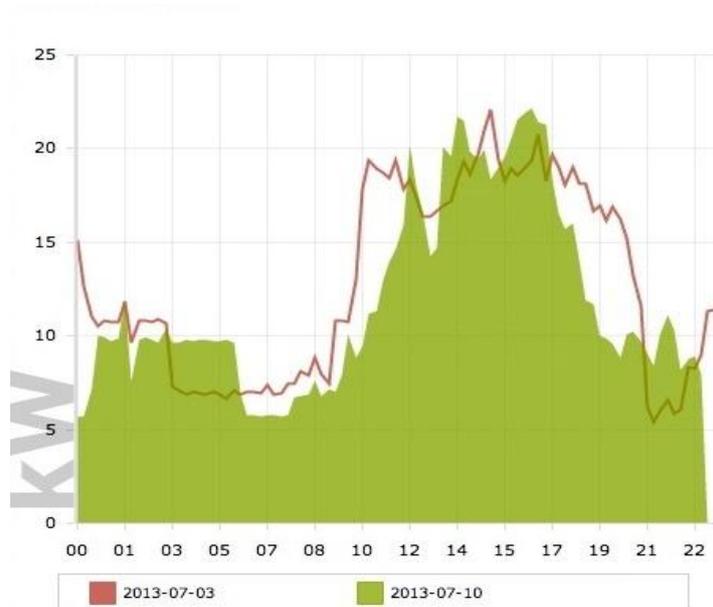
Desta vez, o período de monitorização iniciou-se na tarde de dia 9 de Julho e correu até ao final da manhã de dia 16 de Julho.

Por comparação entre os registos do Fluke 1735 com os registos de consumo da Torre R do MeWaGO, mostra-se que os consumos nocturnos e suas variações estão também directamente relacionados com as variações registadas durante a madrugada nos DDC do MeWaGO, não sendo no entanto este laboratório o único responsável.

Comparando-os directamente os valores das variações registados pelo Fluke com as variações dos DDC da Torre R registados pelo MeWaGO, pode-se confirmar que na madrugada do dia 10 de julho, há uma quebra de aproximadamente 1,3 kW no consumo do Laboratório, ao passo que no DDC da MeWaGO, o abaixo de consumos se cifra em cerca de 3 kW. Esta situação verifica-se na maioria dos restantes dias, como se poderá ver nos restantes DDC, disponíveis no Anexo C.



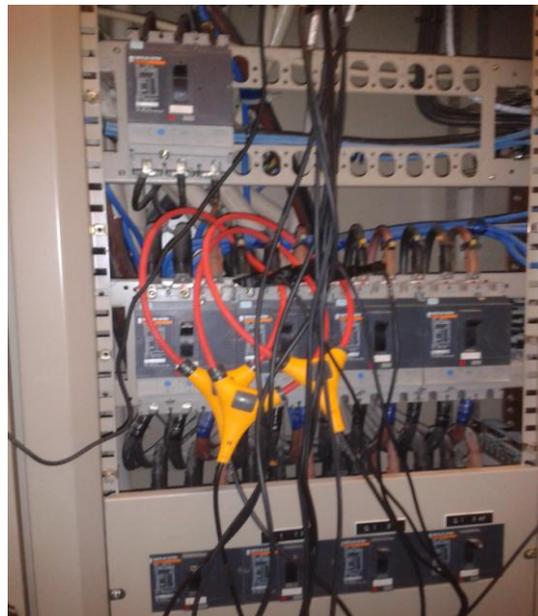
**Figura 30: Diagrama de Carga obtido na segunda monitorização do Lab. 1 do ISR.**



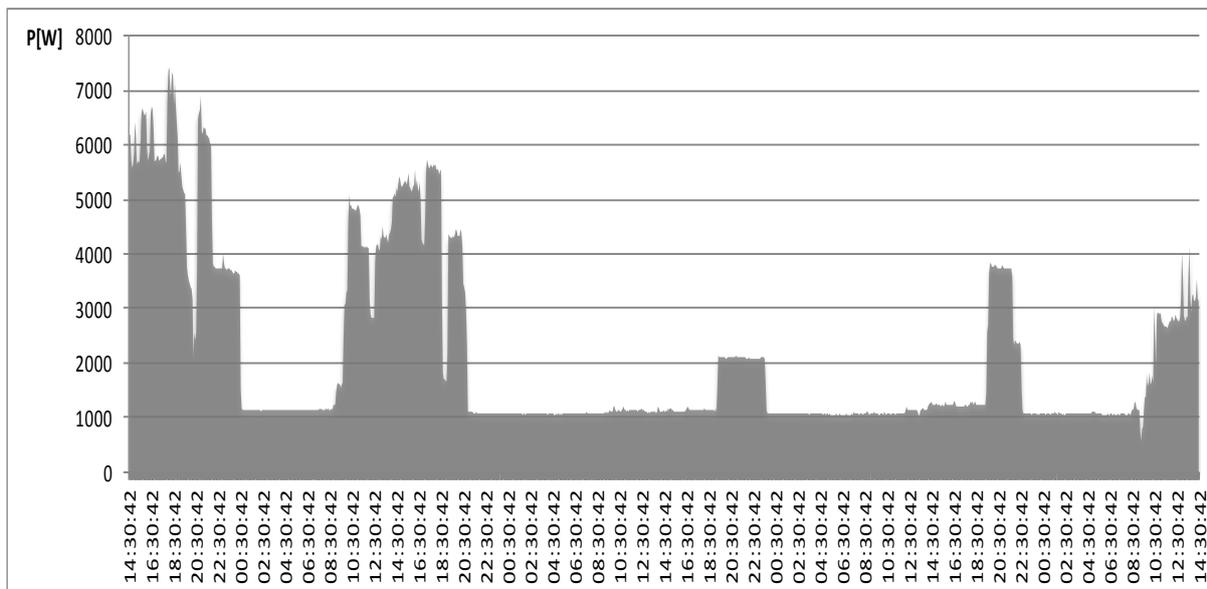
**Figura 31: Diagrama Diário de Carga da Torre R de 10 de Julho de 2013.**

### 5.3 Monitorização da Saída para o Piso 5 da torre R

Entre o dia 20 e 24 de Junho, colocou-se o Fluke 1735 a monitorizar o consumo no piso 5. O consumo neste piso é maioritariamente imputado ao Laboratório de Sistemas Electromecânicos e de Electrónica de Potência.



**Figura 32: Montagem do equipamento Fluke 1735 na saída do Quadro da Torre R para o Piso 5.**

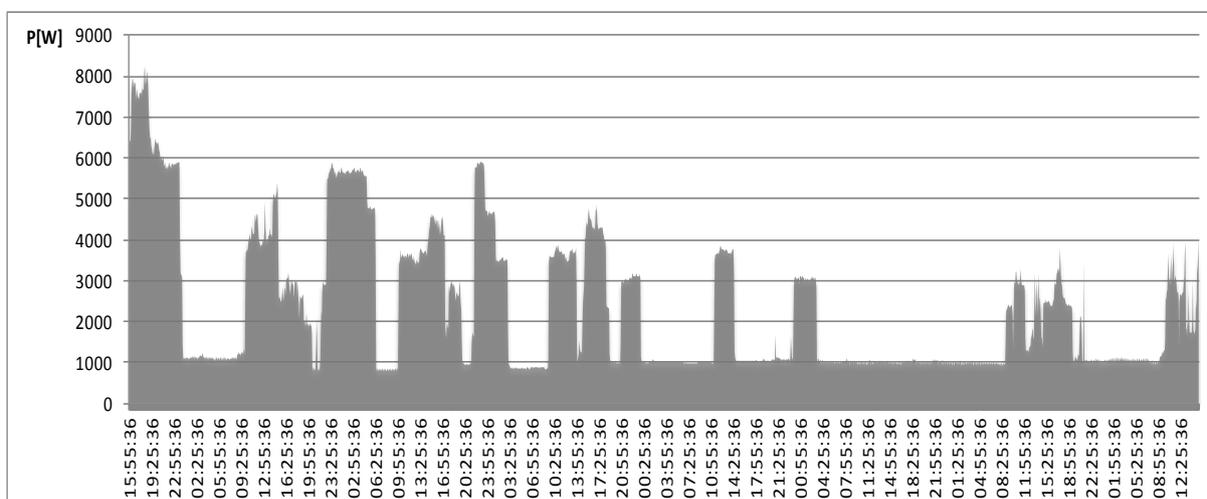


**Figura 33: Diagrama de Carga obtido durante a primeira monitorização do Piso 5.**

Pela análise desta curta amostra, que pecou por defeito, além do consumo de base de cerca de 1,1kW que se pode identificar, não se conseguiu estabelecer relação com os consumos cuja origem se pretendia identificar.

Nos dias 22 e 23, os consumos registados relacionam-se com a alimentação de Computadores portáteis de alunos e iluminação do Laboratório de Máquinas, no dia 22 e do Laboratório de Sistemas Electromecânicos juntamente com o Laboratório de Electrónica de Potência, no dia 23.

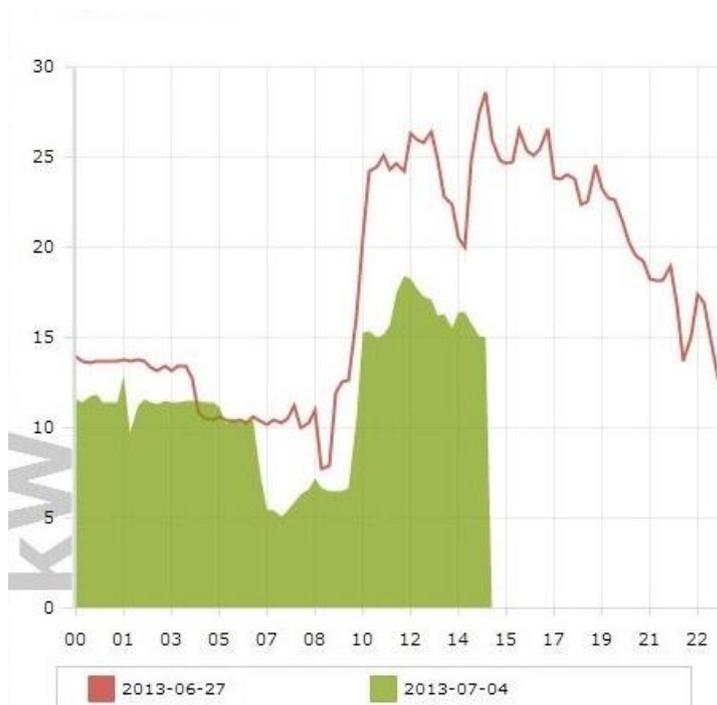
Dado o curto de espaço de tempo que envolveu a primeira monitorização, decidiu-se realizar uma nova monitorização por um maior período de tempo, desde o final do dia 2 até ao dia 9 de Julho. Abaixo, encontra-se o Diagrama de Carga relativo à segunda monitorização levada a cabo na saída do Quadro da Torre R para o piso 5.



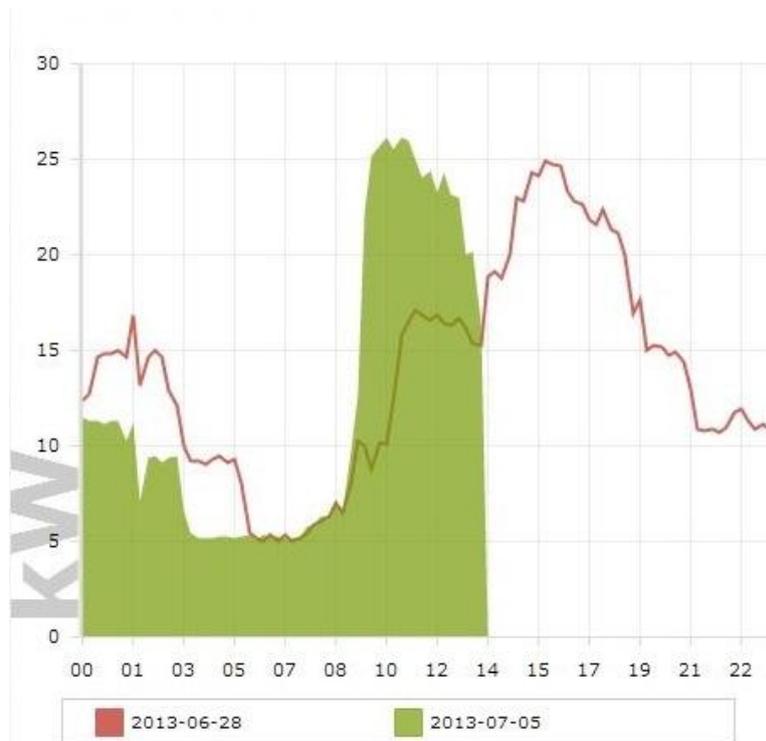
**Figura 31: Diagrama de Carga obtido na segunda monitorização do piso 5 da Torre R do DEEC.**

Atentando ao DMC da segunda monitorização levada a cabo no Piso 5 da Torre R, é possível verificar que ocorrem variações de consumo de EA durante a noite. Essas estão directamente relacionadas com as variações de consumo nocturno que se têm registado com regularidade na Torre R.

Focando na madrugada dos dias 4 e 5 de Junho, rapidamente se relaciona as variações de consumo registadas às 6h da manhã e 3h da manhã, respectivamente, nos diagramas do MeWaGO para a Torre R com as variações ocorridas no piso 5 à mesma hora, como as seguintes figuras demonstram. Confirma-se assim que parte do consumo, com origem não identificada, está relacionada com actividades desenvolvidas nos laboratórios de Potência e de Sistemas Electromecânicos.



**Figura 32: Diagrama Diário de Carga da Torre R de 4 de Julho de 2013.**

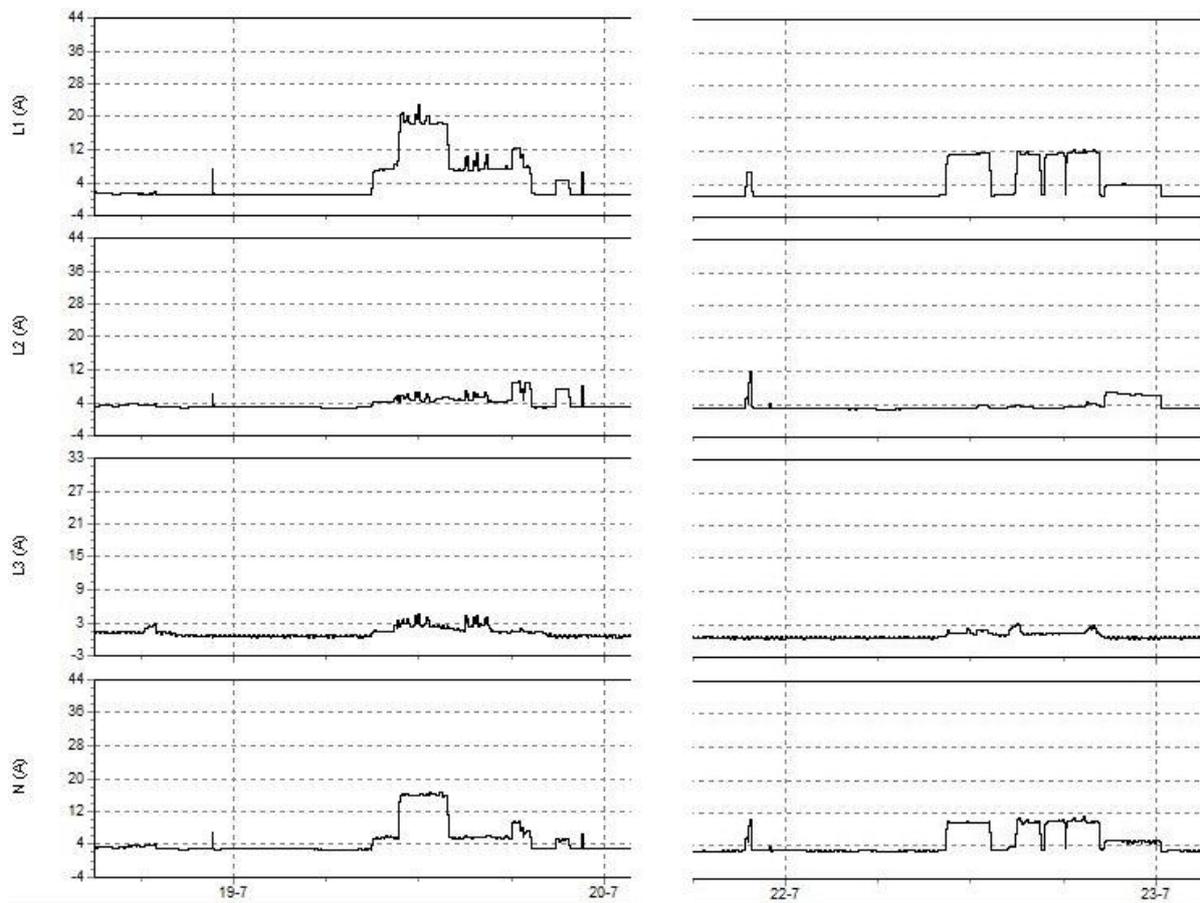


**Figura 33: Diagrama Diário de Carga da Torre R de 5 de Julho de 2013.**

A título complementar houve lugar a uma última monitorização, desta vez directamente no Quadro do Piso 5, que teve por objectivo verificar se, ligando a pinça amperimétrica nas Fases e no Neutro, os valores lidos pelo Fluke 1735 seriam muito diferentes dos registados até então.



**Figura 37: Montagem do equipamento Fluke 1735 entrada do Quadro do Piso 5 da Torre R do DEEC.**

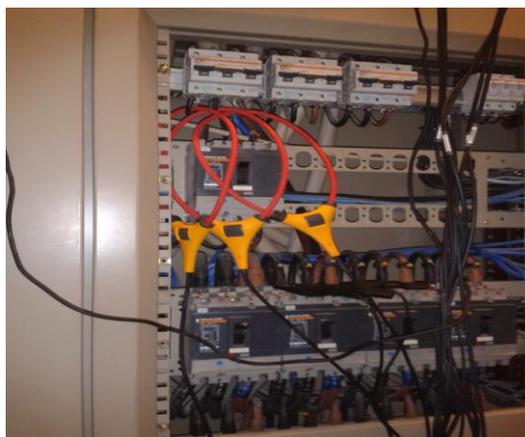


**Figura 38: Representação parcial do Diagrama de Carga obtido na última monitorização do Piso 5 da Torre R do DEEC.**

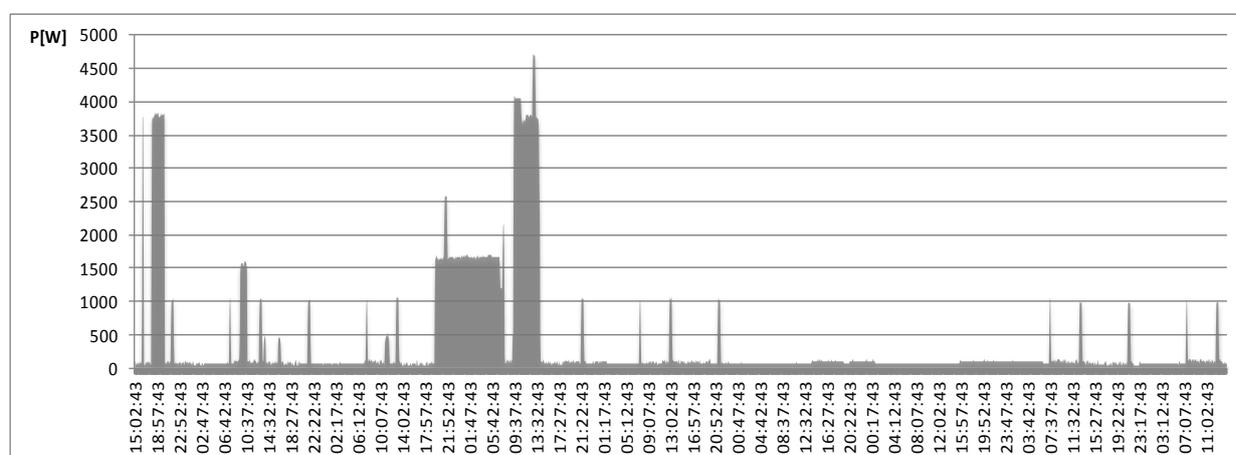
Através do gráfico anterior, onde estão as 4 curvas das correntes correspondentes às 3 fases e Neutro, percebe-se que é na fase R que mais cargas estão ligadas. A curva de corrente no Neutro é muito semelhante à da fase R, embora se denote variações, nos momentos em que a fase S e T tiveram mais solicitação, como seria de prever.

## 5.4 Monitorização da Saída para a Garagem do DEEC

Entre os dias 25 de Junho e 2 de Julho, monitorizou-se os consumos da Garagem do DEEC. Pretendeu-se avaliar se o carregamento do veículo eléctrico estaria relacionado com os consumos atípicos de Energia Eléctrica que se procurava identificar.



**Figura 39: Montagem do equipamento Fluke 1735 na saída do Quadro da Torre R para a Garagem do DEEC.**



**Figura 40: Diagrama de Carga obtido durante a monitorização da Garagem do DEEC.**

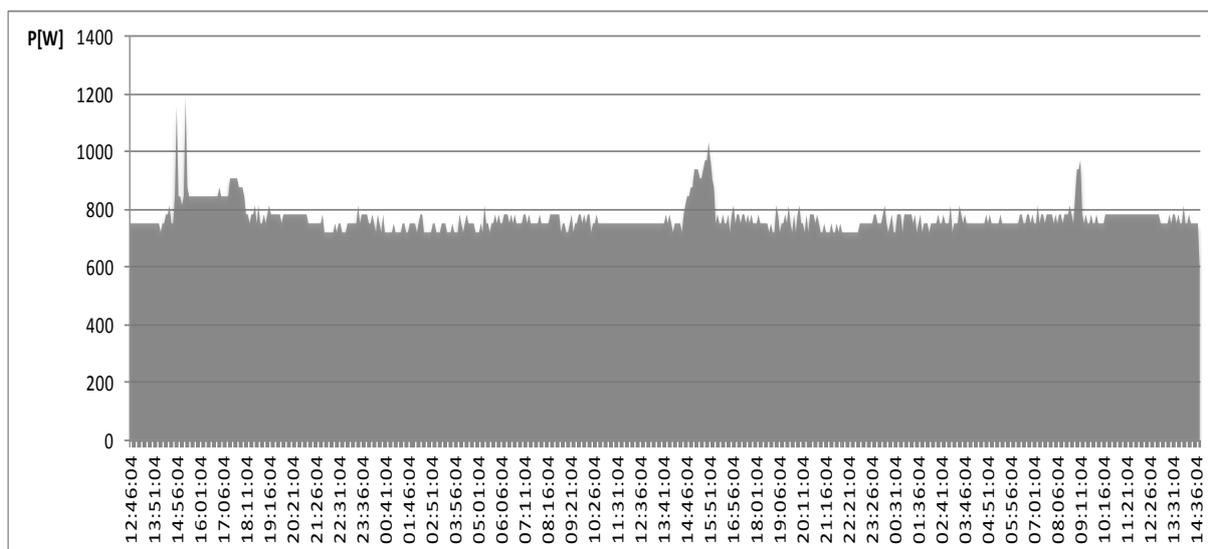
Após análise do gráfico do consumo de EA na Garagem, constata-se que não há possibilidade de associar os consumos estranhos registados na Torre R com os consumos registados na garagem.

O consumo de base da garagem é aproximadamente 63W. O pico de consumo registado durante a monitorização foi aproximadamente 4,7kW. Ocorreu entre as 9h e as 14h do dia 27. Provavelmente, este consumo poderá estar relacionado com um carregamento no veículo eléctrico.

Adicionalmente, entre as 20h do dia 26 de Junho e as 8h do dia 27, registou-se um consumo constante de cerca de 1.5kW, que poderá relacionar-se com a iluminação que, eventualmente, tenha ficado inadvertidamente ligada durante todo esse período.

## 5.5 Monitorização da Saída para o Piso 6 da Torre R

Fez-se uma breve monitorização do consumo no Piso 6 da Torre R, entre as 13h do dia 16 de Julho e as 14h51 de dia 18 de Julho. Após análise do seguinte gráfico, percebe-se que o consumo nocturno verificado neste piso em nada contribui para as variações de consumo que se registam nos períodos nocturnos, na Torre R, dada a inexistência de variações de consumo nas horas críticas.



**Figura 41: Diagrama de Carga obtido na monitorização do Piso 6 da Torre R do DEEC.**

## **6. Identificação de Medidas para Racionalização de Consumos de EA**

### **6.1 Apresentação**

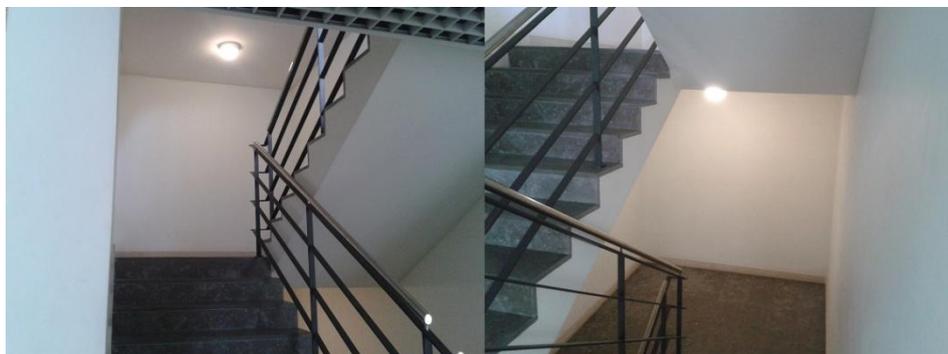
No decorrer dos trabalhos levados a cabo no âmbito da dissertação, foram sendo identificadas algumas situações de consumos supérfluos devido a inadequada desagregação de circuitos de iluminação.

Deste modo, serão seguidamente reportadas as situações e propostas para as respectivas correcções.

### **6.2 Coluna de Escadas das Torres**

Foi identificada uma situação de consumo de Energia excessivo na iluminação das escadas das Torres R, S e T, durante os períodos em que existe suficiente iluminação natural, uma vez que esta iluminação se encontra ligada ininterruptamente.

A iluminação durante o dia torna-se desnecessária nos pisos em que existe luz natural, como é o caso dos pisos 2, 3, 4, 5 e 6.



**Figura 34: Iluminação das escadas da Torre T.**

Considerando um custo estimado do kwh de cerca de 11 cêntimos, desactivando as referidas lâmpadas durante cerca de 9 horas por dia, entre as 8h e as 17h, poder-se-ia poupar cerca de 420kWh/ano, o que se traduziria em aproximadamente 46€ anuais. Este valor não é significativo, tendo em conta os custos anuais de Energia Activa, vale pela oportunidade de racionalizar um pouco mais o consumo.

### 6.3 Torre B e Corredor do LGE e dos Gabinetes do Piso 3

Durante o período nocturno, a iluminação do corredor LGE está desligada por defeito, sendo apenas ligada se necessário, através de um sensor de movimento.

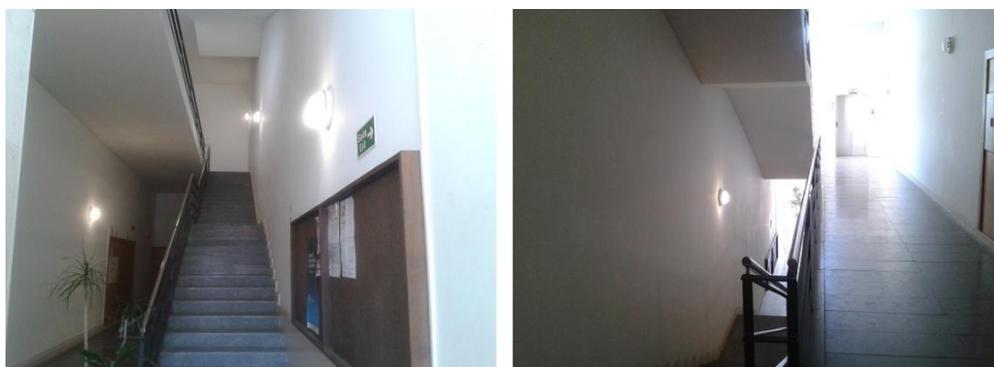
No entanto, embora esta seja uma excelente ideia, dado que a iluminação deste corredor está no mesmo circuito da iluminação do circuito de iluminação dos gabinetes do Piso 3, isto traduz-se num excesso de consumo de energia, na medida em que sendo apenas ligar 3 focos de luz (no corredor do LGE), serão ligados mais 15 focos de luz dos gabinetes, por necessidade imposta pelo circuito único.

Neste caso, a solução seria desagregar o circuito existente em dois circuitos de modo a que se tornem perfeitamente independentes a iluminação dos espaços distintos, corredor do LGE e corredor de gabinetes.



**Figura 35: Corredor de acesso ao LGE e corredor dos Gabinetes do Piso 3.**

Na zona de acesso às escadas e ao elevador da Torre B, no piso 3, bem como no piso 2, existem diversos pontos de iluminação que estão ligados 24 sobre 24 horas. A figura abaixo dá-nos conta desta situação.



**Figura 36: Iluminação do acesso às escadas e elevador no Piso 2 e 3 da Torre B.**

Estes pontos de iluminação são parcialmente desnecessários durante o dia, devido à existência de janelas que permitem passagem de iluminação natural que é capaz de suprir as necessidades.

Por oposição, o circuito de iluminação do corredor de acesso ao Arquivo Morto do DEEC (Piso 1 na Torre A) encontra-se desligado, por ser uma zona com muito pouco movimento. Para este local seria importante ponderar a instalação de um sensor de movimento, uma vez que sendo uma zona muito pouco frequentada, estaria quase sempre desligado e permitiria o acesso com iluminação sempre que fosse necessário.

Se possível, esse sensor ou outro poderia controlar o ponto de luz da escadaria que dá acesso ao arquivo, pois, mais uma vez, não é necessário ter iluminação 24 sobre 24 horas.



**Figura 37: Acesso ao Arquivo Morto do DEEC.**

## **6.4 Iluminação em Laboratórios**

Os Laboratórios de Potência e de Sistemas Eletromecânicos têm, para além do circuito de iluminação de quadro, dois circuitos de iluminação da sala com comando não completamente separado, os dois circuitos ligam em sequência um do outro da seguinte forma: primeiro é ligado o circuito da linha de luminárias mais afastada das janelas e depois é ligado o da linha junto às janelas.

Consequência deste tipo de comando de iluminação é que, por exemplo se em período noturno for necessário iluminação para um posto de trabalho junto da janela tem que se ligar toda a iluminação da sala, com o desperdício de energia associado.

Cada circuito corresponde a uma fila, tal como a seguinte montagem de imagens demonstra.



**Figura 38: Funcionamento da iluminação principal do Laboratório de Sistemas Eletromecânicos.**

Dado que ambos laboratórios estão divididos em zonas distintas de trabalho, muitas vezes com ocupação diferenciada, existe um claro desperdício de energia que poderia ser corrigido se se desagregasse mais os circuitos de iluminação geral do laboratório. Assim, propõe-se que fossem separados em pelo menos quatro circuitos autónomos, em vez dos dois actuais, juntamente com uma sensibilização dos utentes para ligarem os circuitos estritamente.

Idealmente, dividir-se-ia cada circuito de 8 luminárias em dois circuitos, um com 3 luminárias e o outro com as restantes 5 luminárias, na zona das máquinas ou em alternativa com 4 luminárias cada um.

**Tabela 8: Potência por circuito de iluminação.**

Nº luminárias	Potência por circuito [W]	Opção de ligação dos circuitos			
		Total	3/4	1/2	1/4
8	736	1472		736	
4	368	1472	1104	736	368

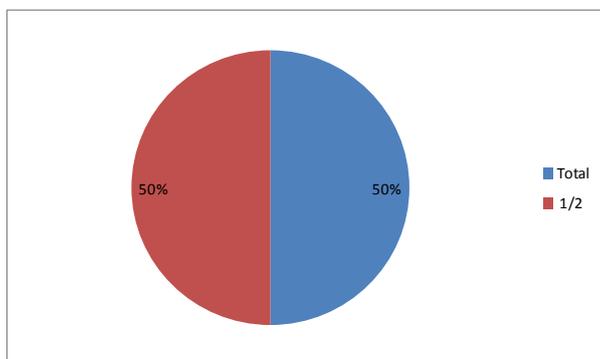
Assumindo quatro circuitos diferentes, a tabela abaixo mostra os custos anuais com iluminação numa sala assumindo uma das quatro opções de comutação da iluminação, 5 horas por dia, durante todas as semanas úteis do ano.

**Tabela 9: Energia consumida durante um ano em 4 situações diferentes.**

Opção de ligação dos circuitos	Potência [W]	Energia [kWh]	Energia [kWh] (ano)	Custo anual [€]
<b>Total</b>	1472,00	7,36	1918,86	249,45
<b>3/4</b>	1104,00	5,52	1439,14	187,09
<b>1/2</b>	736,00	3,68	959,43	124,73
<b>1/4</b>	368,00	1,84	479,71	62,36
<b>Consideração: iluminação durante 5 horas por dia, fora fins-de-semana e 0,13€/kWh</b>				

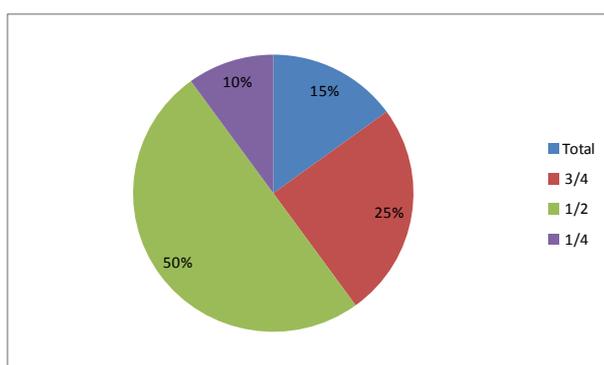
Dado que qualquer uma destas situações seria demasiado rígida e irrealista, um bom estudo comparativo e mais próximo da realidade será considerar duas situações distintas.

Uma primeira situação retrata uma aproximação ao panorama actual, tal como o gráfico abaixo indica.



**Figura 39: Distribuição do consumo que retrata o panorama actual.**

A segunda situação assume uma distribuição diferente, tal como o gráfico abaixo demonstra.



**Figura 40: Novo panorama com 4 circuitos de iluminação distintos.**

Na primeira situação o custo anual é de cerca de 187€ e na segunda situação passa a ser cerca de 168€, ou seja, há uma redução de cerca de 10%.

O LGE é mais um exemplo de sala cuja iluminação está mal adaptada à utilização real do Laboratório. Neste laboratório, apenas existem três circuitos de iluminação, um para iluminação do quadro, os restantes dois circuitos controlam cada uma das filas de luminárias.

O LGE está separado em 3 zonas de trabalho diferente, uma mesa de reunião à entrada, a zona central com mesas de trabalho e uma outra mesa de reunião e armário de arquivo ao fundo da sala.

Quando é necessário iluminar uma qualquer destas três zonas, as demais ficam igualmente iluminadas, mesmo que tal não seja necessário.



**Figura 49: Iluminação principal do Laboratório de Gestão de Energia.**

Será, ainda, importante avaliar a possibilidade de agregar as últimas luminárias de cada uma das duas filas num novo circuito, que garantirá uma iluminação mais adequada às necessidades de iluminação no LGE.

## **6.5 Corredor do Piso 2**

No corredor do Piso 2, de frente para a porta principal do edifício do DEEC existe um Televisor que funciona ininterruptamente. Nos períodos em que o DEEC não se encontra aberto ao público, não é necessário que esse mesmo televisor se encontre ligado.

Tal situação poder-se-ia resolver configuração personalizada no próprio televisor (caso possível) ou com um interruptor horário.

## 7. Conclusões e Sugestões para o Futuro

### 7.1 Conclusões

Na análise aos consumos feita com a realização desta Dissertação constatou-se que durante os anos de 2011 e 2012 o DEEC tem vindo a diminuir o consumo de Energia Elétrica face ao ano de 2010, o que em termos de eficiência energética se pode assumir como um comportamento positivo.

Contudo, esta tendência foi invertida no ano 2013, sendo que até final de Junho do presente ano o consumo de EA acumulado superou o consumo do período correspondente de 2010.

Entre 2010 e 2013 tem-se verificado uma variação na distribuição do consumo de energia Activa pelos 4 diferentes períodos horários tendo-se verificado um aumento percentual do consumo em Vazio e Super Vazio.

Relativamente às facturas de Energia Elétrica, o custo anual aumentou de ano para ano, mesmo tendo em conta que houve uma diminuição no consumo de Energia Activa em 2011 e 2012, que não chegou para colmatar o aumento do IVA de 6 para 23% e o crescente custo da energia.

Os dados de Telecontagem permitiram reforçar a ideia de que tem vindo a haver um aumento de consumo de base, no DEEC. O Factor de Vazio calculado para o ano 2012-13 dá conta desta tendência.

Os dados de Telecontagem permitiram comparar os anos de 2010 e 2012-13 com base em Diagramas de Carga gerados. Foram comparadas algumas semanas-chave. Genericamente há um aumento da potência mínima, aumento do consumo nocturno, mas por outro lado tem-se registado abaixamento da potência máxima.

Os indicadores calculados para os anos de 2010, 2011 e 2012 revelam uma tendência positiva, na medida em que o consumo de EA diminuiu face ao denominador de cada um desses indicadores. O IPCV prova que o consumo de EA no período de vazio tem vindo a crescer face aos restantes períodos, no DEEC.

O IEE, ainda que calculado de forma alternativa, por não haver desagregação de consumos relacionados com aquecimento e arrefecimento, está abaixo do valor limite de 15 kgep, pelo anexo X do RSECE, cifra-se em 13,38 kgep.

No decorrer da presente dissertação houve ainda uma necessidade de utilizar equipamentos de auditoria, na medida em que se pretendia identificar as causas de alguns consumos irregulares que ocorriam na Torre R do DEEC. Chegou-se à conclusão, após várias monitorizações que as causas se prendem com a utilização de alguns laboratórios por alunos, fora do período de aulas.

Esta situação só foi possível ser identificada graças ao sistema de monitorização de consumos que se encontra em fase de implementação, o MeWaGO. Sem este sistema, seria impossível descobrirem-se estes focos de consumo aparentemente irregulares, para posteriormente se poder monitorizar com equipamentos de auditoria de forma localizada como foi feito.

Por último, durante a realização da dissertação, identificaram-se alguns consumos excessivos de Energia Eléctrica e propuseram-se medidas que os mitigassem ou resolvessem. É certo que estas situações identificadas têm um papel reduzido em termos económicos, como foi demonstrado, contudo trata-se de boas práticas e eventual sensibilização para uma melhor utilização dos recursos.

## **7.2 Sugestões para o Futuro**

Como sugestões para o futuro, seria importante estabilizar a instalação do sistema MeWaGO e garantir a sua fiabilidade e operacionalidade tanto para a gestão técnica do edifício e sensibilização de utente, nomeadamente através dos dois monitores instalados no Bar e na Recepção.

Dadas as características do sistema monitorização, é importante interligar os contadores de água para que este consumo ser também monitorizado, bem como também ligar o contador do gás. Isto implica alterar a configuração física instalada para a recepção dos impulsos destes contadores, algo que não foi possível concluir em tempo útil para a presente dissertação.

Será pertinente, haver uma continuidade desta dissertação, na medida em que o ano de 2013 se nota uma inversão na redução de consumos e convém acompanhar essa evolução para identificar as acusas desse aumento de consumo de energia. Supõe-se que haja novos equipamentos de maior consumo, que anteriormente não estariam ou nem existiriam. Será importante confirmar se de facto existem e quantificar.

Poder-se-á, ao nível da FCTUC promover políticas de Benchmarking entre edifícios ao nível de consumos energéticos, com vista à promoção da Eficiência Energética.

## 8. Referências Bibliográficas

- [1] Gomes, Álvaro., Apontamentos da disciplina de Gestão de Energia em Edifícios e na Industria. Coimbra: DEEC – FCTUC.
- [2] Almeida, Aníbal Traça Carvalho de; Gomes, Álvaro; Patrão, Carlos; Ferreira, Fernando; Marques, Lino; Fonseca, Paula; Behnke, Rayner, Manual Técnico de Gestão de Energia. Coimbra: DEEC – FCTUC.
- [3] Departamento de engenharia Electrotécnica, DEEC [Online] <http://www.uc.pt/fctuc/deec>
- [4] Fluke, [Online] <http://www.fluke.com>
- [5] Energias de Portugal, EDP, [Online] <http://www.edp.pt>
- [6] Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, ERSE, [Online] <http://www.erse.pt>
- [7] Agência para a energia, ADENE, [Online] <http://www.adene.pt>
- [8] Streamline, [Online] <http://www.streamline.pt>
- [9] MEWAGO, [Online] <http://MeWaGO.streamline.pt/dashboard>
- [10] Galp energia, [Online] <http://www.galpenergia.com>

## Anexo A

### A.1 Apresentação do Fluke 1735 e suas Principais Características

No decorrer da presente Dissertação foi necessário recorrer a alguns equipamentos de medida e registo de dados. Deste modo foi possível obter algumas grandezas eléctricas, a analisar posteriormente.

Previamente à instalação dos equipamentos de monitorização, estudou-se quais as cargas ligadas aos Quadros Eléctricos, nos quais pretendia instalar os equipamentos.

Os equipamentos de monitorização utilizados nas auditorias energéticas, têm a capacidade de medir, calcular, estimar e registar diversas grandezas (Tensão, Corrente, Potência Activa, Potência Reactiva, Potência Aparente, Frequência, Factor Potência, THDV, THDI, etc).

Estas grandezas são posteriormente analisadas de modo a obter-se uma caracterização dos consumos globais e/ou parciais da instalação auditada.

Na presente dissertação, além de se recorrer a multímetros e contadores de impulsos, utilizou-se exhaustivamente o Fluke 1735 Three Phase Power Logger.

O modelo 1735 da Fluke é uma ferramenta de análise de Energia Eléctrica. O Fluke 1735 tem 5 modos de análise diferentes, o “meter”, o “Scope”, o “Harmonics”, “Power” e “Events”.



Figura 50: Fluke 1735.

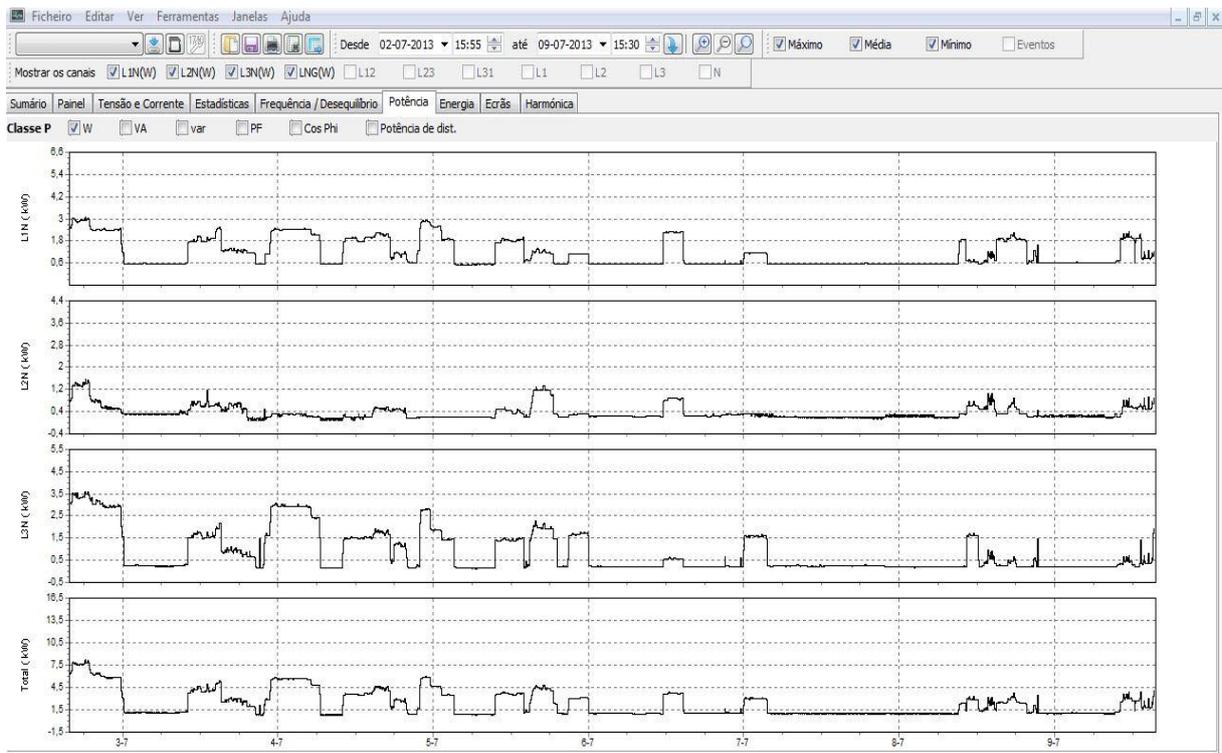
Destes 5 modos, o mais importante e utilizado no terreno, no âmbito desta tese foi o “Power”, que permite obter valores mínimos, médios e máximos de tensão, corrente, frequência, Potência Activa, Reactiva e Aparente, Factor Potência, Potência de Distorção, Cos Phi, THD V e THD A, para cada período de integração. O período de integração é definido pelo utilizador, antes de dar início à gravação dos dados.

O fluke utiliza crocodilos para ligação aos barramentos de tensão e as pinças amperimétricas são baseadas no conceito do transformador de Rogowsky, tal como a seguinte imagem documenta.



**Figura 51: Pinças de Tensão e Corrente do Fluke 1735.**

Os dados são posteriormente transferidos o computador através de conexão USB e serão analisados recorrendo ao programa PowerLog, da Fluke. Este programa tem um interface muito intuitivo com diversos separadores, sendo estes o Sumário, Painel, Tensão e Corrente, Estatísticas, Frequência/Desequilíbrio, Potência, Energia, Ecrãs e Harmonicos. Nos separadores gráficos, permite seleccionar valores mínimos, médios e máximos, além possibilitar a ocultação de fases, neutro ou total, no caso da potência e energia, de modo a poder-se maximizar os gráficos a analisar.



**Figura 52: Interface do programa Fluke PowerLog.**

Os dados gravados pelo Fluke 1735 e enviados para o Power Log poderão ainda ser gravados em formato de texto que, posteriormente, é passível de análise em ambiente Excel.

## Anexo B

### B.1 Diagramas Mensais de Carga Relativos ao Sub-Capítulo 3.5

Com preenchimento a amarelo trata-se do ano 2010 e marcado a linha preta é o ano 2012-13.

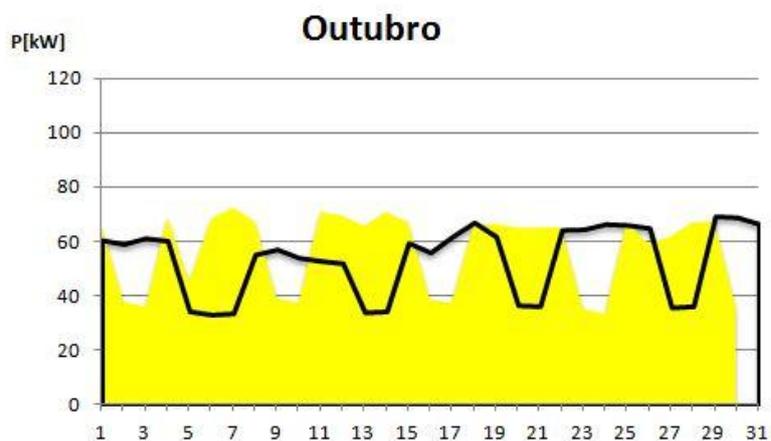


Figura 53: Diagrama Mensal de Carga de Outubro de 2010 e 2012.

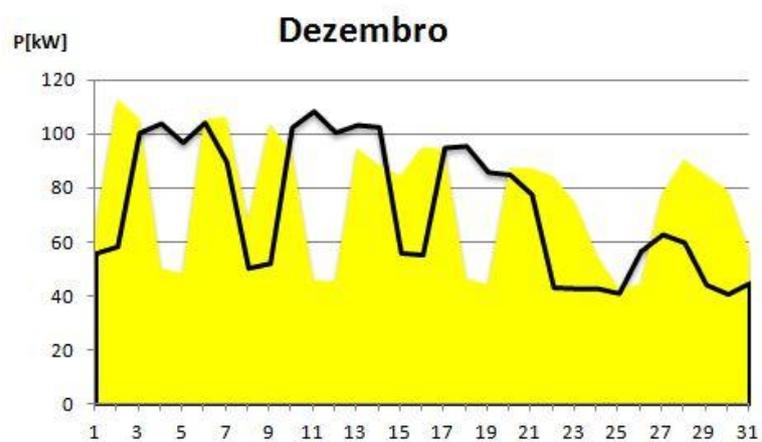


Figura 54: Diagrama Mensal de Carga de Dezembro de 2010 e 2012.

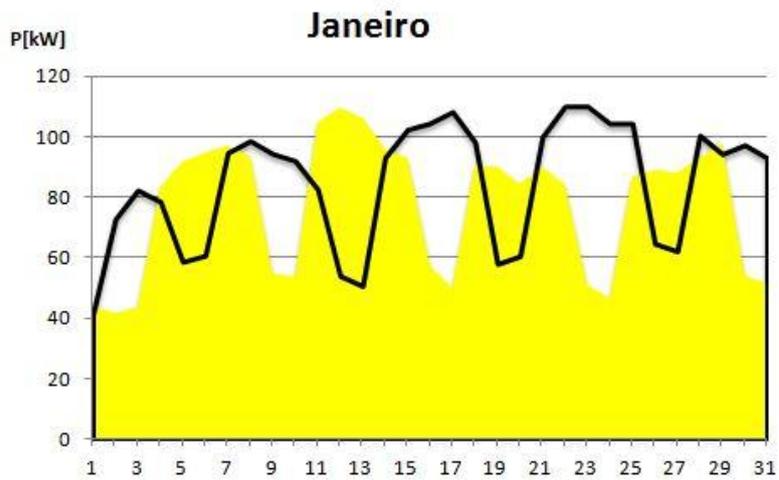


Figura 55: Diagrama Mensal de Carga de Janeiro de 2010 e 2013.

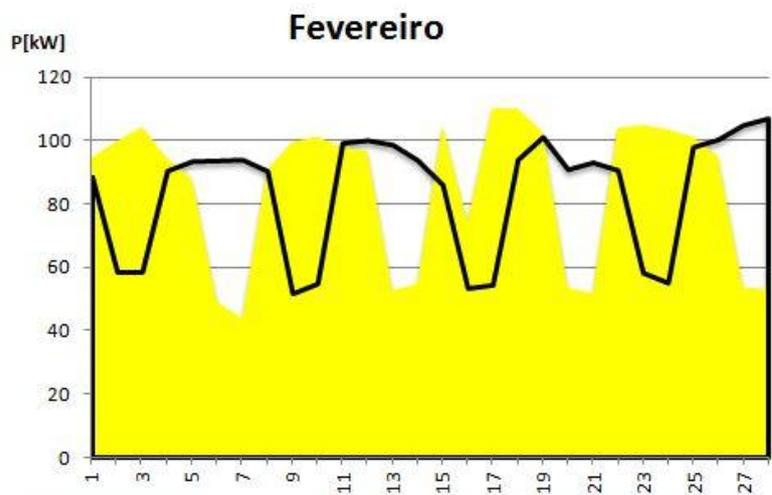


Figura 56: Diagrama Mensal de Carga de Fevereiro de 2010 e 2013.

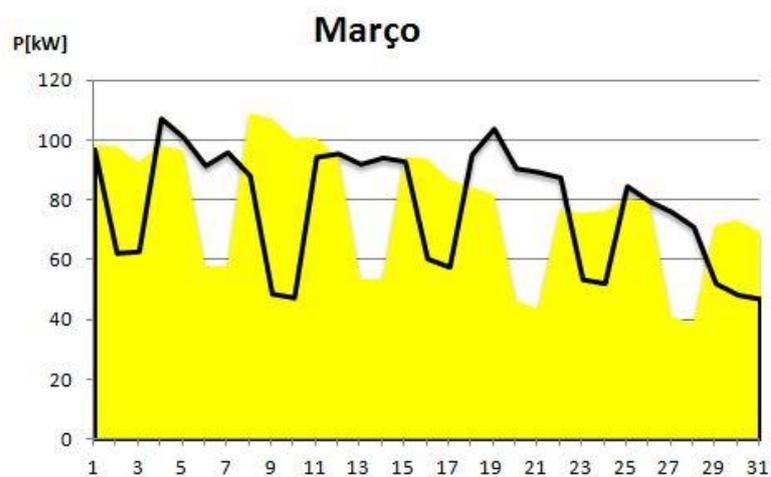


Figura 57: Diagrama Mensal de Carga de março de 2010 e 2013.

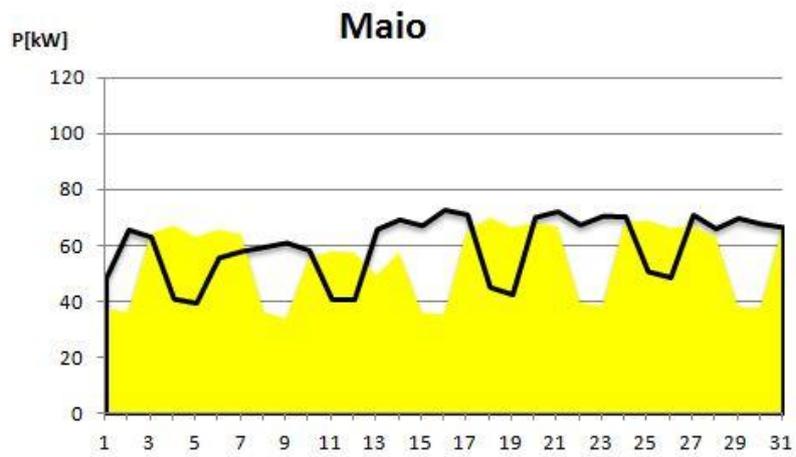


Figura 58: Diagrama Mensal de Carga de Maio de 2010 e 2013.

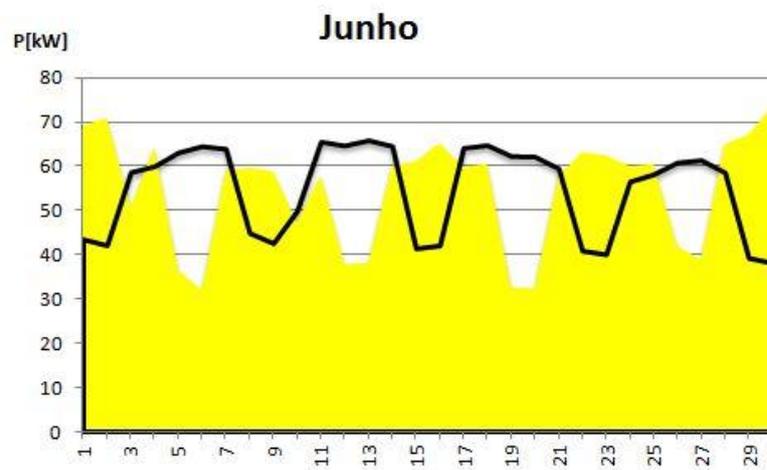


Figura 59: Diagrama Mensal de Carga de Junho de 2010 e 2013.

## Anexo C

### C.1 Diagramas Diários de Carga Relativos ao Sub-Capítulo 5.6

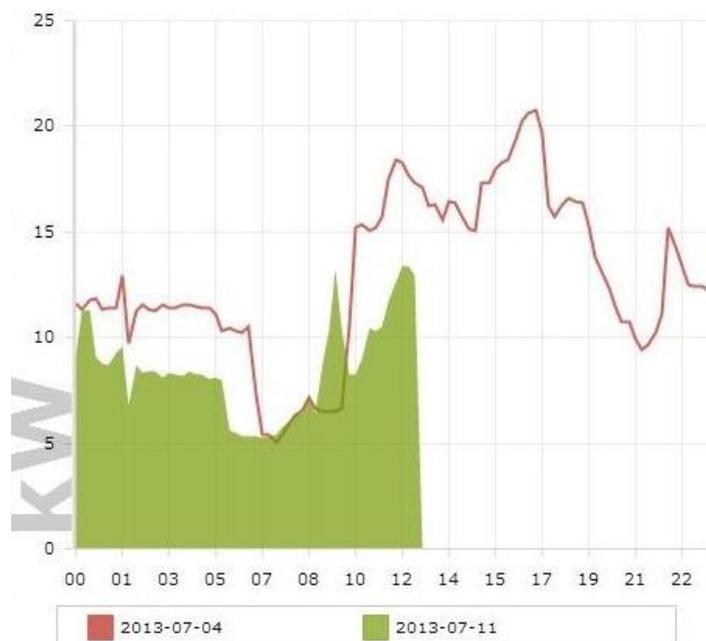


Figura 60: Diagrama Diário de Carga da Torre R de 11 de Julho de 2013.

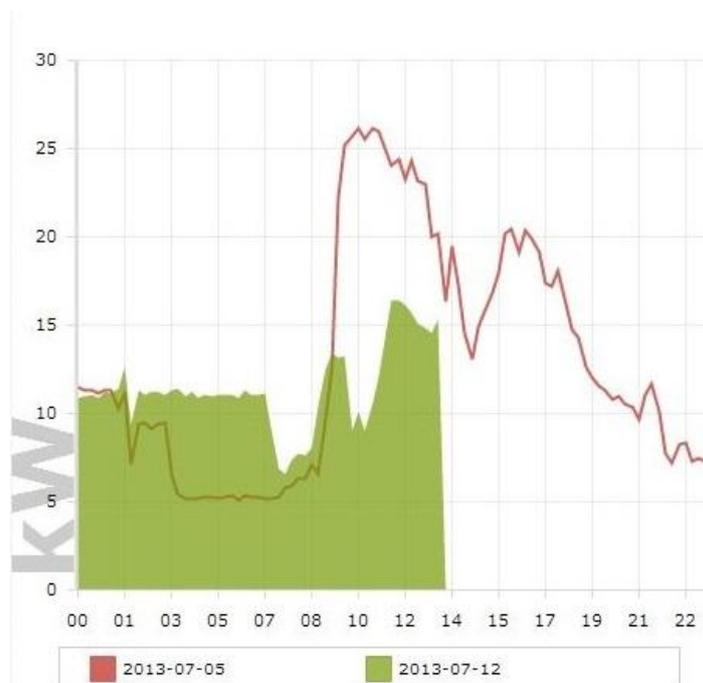
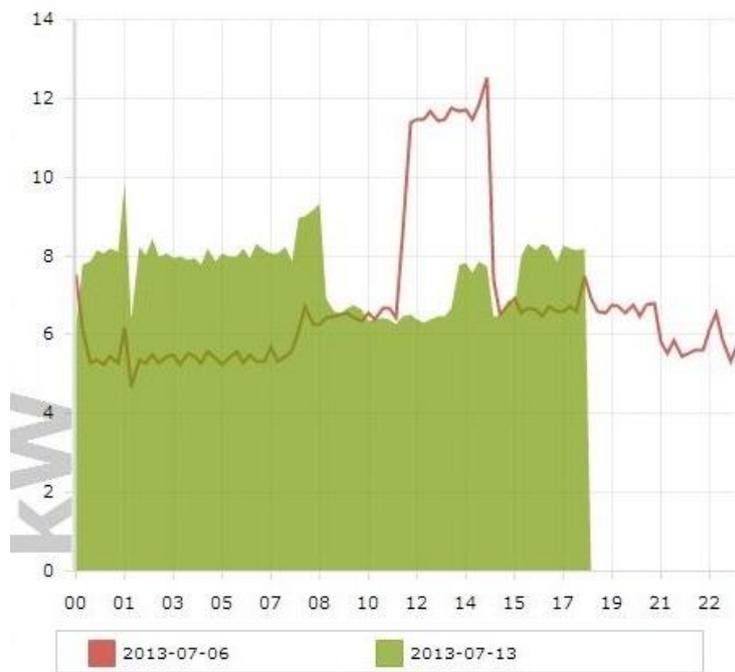
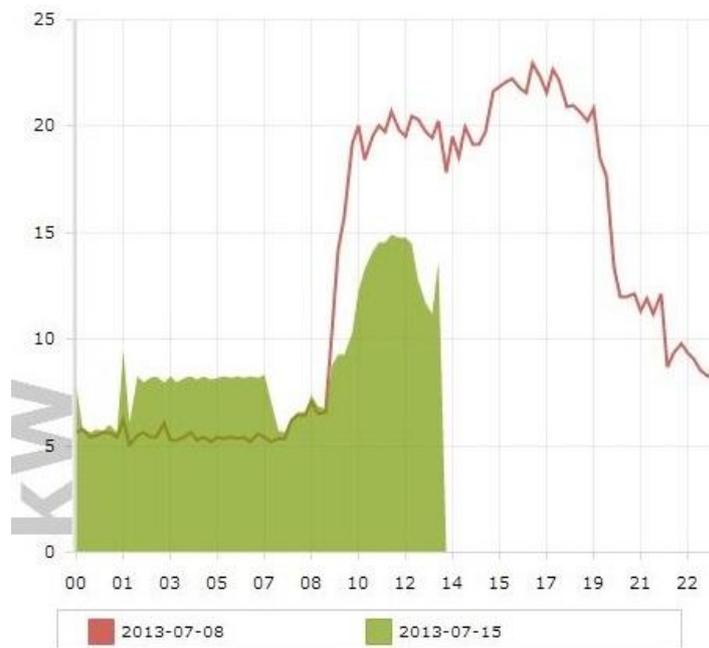


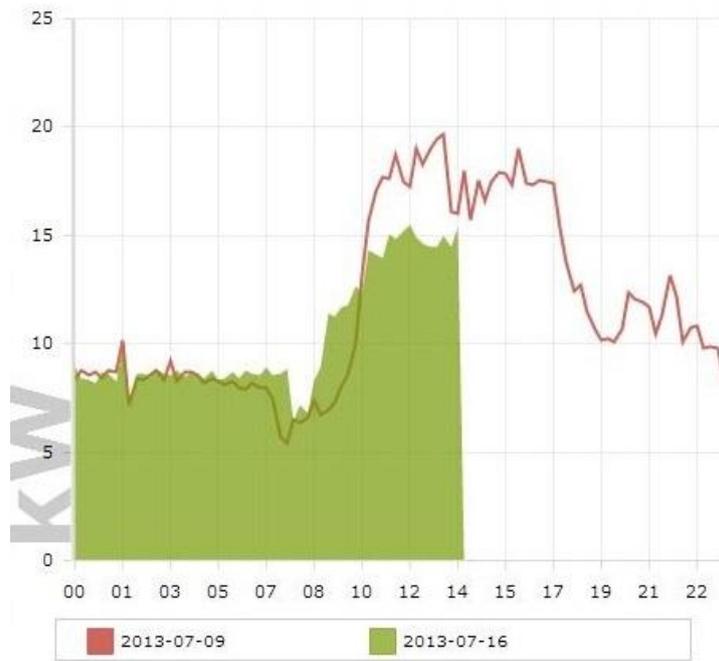
Figura 61: Diagrama Diário de Carga da Torre R de 12 de Julho de 2013.



**Figura 62: Diagrama Diário de Carga da Torre R de 13 de Julho de 2013.**



**Figura 63: Diagrama Diário de Carga da Torre R de 15 de Julho de 2013.**



**Figura 64: Diagrama Diário de Carga da Torre R de 16 de Julho de 2013.**