



Telmo Alberto Ferreira António Dias

Monitorização de consumos no Campus Universitário – Pólo II

Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Coimbra, Setembro de 2013



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



Universidade de Coimbra

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Monitorização de consumos no Campus Universitário – Pólo II

Aluno:

- Telmo Alberto Ferreira António Dias

Presidente do júri:

- Professor Doutor Jaime Batista dos Santos

Orientador:

- Professor Doutor Humberto Manuel Matos Jorge

Vogal:

- Professor Doutor Luís Alberto da Silva Cruz

Coimbra, Setembro de 2013

Agradecimentos

Primeiro quero agradecer aos meus pais e irmão por todo o apoio, carinho, esforço e sacrifícios que fizeram ao longo deste meu percurso acadêmico. Agradeço também a toda a minha família pelo apoio sempre prestado.

Agradeço ao meu orientador e Professor Doutor Humberto Jorge pelo apoio e disponibilidade, bem como por todos os conselhos, sugestões e ensinamentos úteis para a realização deste trabalho.

Agradeço também à minha namorada Márcia pelo companheirismo, amor, carinho e encorajamento demonstrado que me ajudaram durante a realização desta dissertação.

Quero também agradecer a todos os meus amigos e colegas que fizeram parte da minha vida acadêmica.

Resumo

O crescente aumento dos consumos energéticos, das emissões de gases poluentes para a atmosfera e do custo de produção de energia, são algumas das preocupações dos consumidores finais.

O crescimento tecnológico verificado nos últimos anos possibilitou o aparecimento de diversos dispositivos eletrónicos capazes de monitorizar a rede eléctrica e que se apresentam como ferramentas fundamentais para que o consumidor possa ter cada vez mais um papel ativo na gestão dos seus consumos, sobretudo quando se fala de um agregado de edifícios, como é o caso do Pólo II da FCTUC.

Procedeu-se à recolha e análise de dados, permitindo deste modo identificar desperdícios e fazer comparações entre edifícios.

O objetivo fulcral deste projeto consiste em exemplificar como a monitorização pode ajudar a compreender a utilização dos consumos, podendo assim tomar medidas para maior racionalização.

Palavras-Chave:

Energia Elétrica, Monitorização de Consumos, Telecontagem, Pólo II, Diagramas de Carga.

Abstract

The increasing energy consumption, emissions of greenhouse gases into the atmosphere and the cost of energy production, are some of the concerns of consumers.

Technological growth in recent years has enabled the emergence of various electronic devices, able to monitor the power grid and present themselves as fundamental tools for the consumer to take an increasingly active role in managing their consumption, especially when talking about a group of buildings, such as Polo II of FCTUC.

Proceeded to the gathering and analysis of data thus allowing identifying waste and making comparisons between buildings.

The goal of this project is to illustrate how monitoring can help in understanding the use of current consumption and can thus take measures to further rationalization.

Keywords:

Electrical Energy, Consumption Monitoring, Telemetry, Pólo II, Power Load Curves.

Índice

Agradecimentos	V
Resumo	VI
Abstract	VII
Índice.....	VIII
Lista de gráficos.....	X
Lista de figuras	XII
Lista de tabelas.....	XIII
1 Introdução	1
1.1 Apresentação	1
1.2 Objetivos	1
1.3 Estrutura do documento	2
2 Caracterização do objeto de estudo.....	2
2.1 Caracterização do polo II	2
2.1.1 Departamento de Engenharia Civil	3
2.1.2 Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	4
2.1.3 Departamento de Engenharia Informática	5
2.1.4 Departamento de Engenharia Mecânica	6
2.1.5 Departamento de Engenharia Química	6
2.1.6 Unidade Central Pedagógica.....	7
2.2 Consumos de polo II	8
2.2.1 Evolução do consumo anual de energia ativa dos departamentos do Pólo II.....	8
2.2.2 Desagregação do consumo anual de energia ativa dos departamentos do Pólo II.....	15
3 Análise da telecontagem	16
3.1 Diagramas de carga	16
3.1.1 Sazonalidade dos departamentos	17
3.1.2 Semanas atípicas	35
3.2 Comparações entre os departamentos	42
4 Sistema de Monitorização do Polo II	42
4.1 Hardware.....	42
Contador de energia trifásico compacto do tipo EM21 72D.....	43
Transformadores de corrente 200/5A e 150/5A	43
Porta fusíveis 3 Fases+Neutro	44
Módulos lógicos Zélio Logic.....	44
Mini computador BOXWAVE NETTOP	47

4.2 Custo do sistema de monitorização.....	47
4.3 Estrutura do sistema de monitorização.....	48
4.4 Monitorização on-line	49
4.4.1 Mewago.....	49
4.5 Aplicações da monitorização online	49
5 Conclusão	54
Bibliografia	55
Anexo A	56
Anexo B	61
Anexo C	67

Lista de gráficos

Gráfico 1 - Percentagem de variação de consumos de de energia por departamento	8
Gráfico 2 - Consumo acumulado do DEC.....	9
Gráfico 3 - Energia Ativa do DEC.....	10
Gráfico 4 - Evolução de consumos do DEEC	10
Gráfico 5 - Energia Ativa do DEEC.....	11
Gráfico 6 - Evolução de consumos do DEI	11
Gráfico 7 - Energia Ativa do DEI.....	12
Gráfico 8 - Evolução de consumos do DEM	12
Gráfico 9 - Energia Ativa do DEM	13
Gráfico 10 - Evolução de consumos do DEQ.....	13
Gráfico 11 - Energia Ativa do DEQ.....	14
Gráfico 12 - Evolução de consumos da UCP	14
Gráfico 13 - Energia Ativa da UCP	15
Gráfico 14 – Desagregação de consumos em percentagem em 2012	15
Gráfico 15 - Desagregação de consumos em kWh em 2012.....	16
Gráfico 16 - Consumos desagregados por departamento do Polo II de 2012	16
Gráfico 17 - DSC da semana de 7 a 13 de outubro do DEEC.....	18
Gráfico 18 - DSC da semana de 9 a 15 de dezembro do DEEC.....	19
Gráfico 19 - DSC da semana de 7 a 13 de outubro do DEC.....	19
Gráfico 20 - DSC da semana de 9 a 15 de dezembro do DEC.....	20
Gráfico 21 - DSC da semana de 7 a 13 de outubro do DEI.....	21
Gráfico 22 - DSC da semana de 9 a 15 de dezembro do DEI.....	21
Gráfico 23- DSC da semana de 7 a 13 de outubro do DEM	22
Gráfico 24 - DSC da semana de 9 a 15 de dezembro do DEM	23
Gráfico 25 - DSC da semana de 7 a 13 de outubro do DEQ	24
Gráfico 26 - DSC da semana de 9 a 15 de dezembro do DEQ	24
Gráfico 27 - DSC da semana de 7 a 13 de outubro da UCP.....	25
Gráfico 28 - DSC da semana de 9 a 15 de dezembro da UCP.....	26
Gráfico 29 - DSC da semana de 14 a 20 de Abril do DEEC	27
Gráfico 30 - DSC da semana de 23 a 29 de junho do DEEC.....	27
Gráfico 31 - DSC da semana de 14 a 20 de abril do DEC.....	28
Gráfico 32 - DSC da semana de 23 a 29 de junho do DEC.....	29
Gráfico 33 - DSC da semana de 14 a 20 de abril do DEI.....	30
Gráfico 34 - DSC da semana de 23 a 29 de junho do DEI.....	30
Gráfico 35 - DSC da semana de 14 a 20 de abril do DEM	31
Gráfico 36 - DSC da semana de 23 a 29 de junho DEM	32
Gráfico 37 - DSC da semana de 14 a 20 de abril do DEQ.....	33
Gráfico 38 - DSC da semana de 23 a 29 de junho do DEQ.....	33
Gráfico 39 - DSC da semana de 14 a 20 de abril da UCP.....	34
Gráfico 40 - DSC da semana de 23 a 29 de junho da UCP.....	35
Gráfico 41 - DSC da semana de 28 de outubro a 3 de novembro do DEC	36
Gráfico 42 - DSC da semana de 28 de outubro a 3 de novembro do DEI.....	36
Gráfico 43 - DSC da semana de 28 de outubro a 3 de novembro da UCP	37

Gráfico 44 - DSC da semana de 6 a 12 de janeiro do DEC.....	38
Gráfico 45 - DSC da semana de 6 a 12 de janeiro do DEI.....	38
Gráfico 46 - DSC da semana de 6 a 12 de janeiro da UCP.....	39
Gráfico 47 - DSC da semana de 3 a 10 de Maio do DEC.....	39
Gráfico 48 - DSC da semana de 12 a 18 de Maio do DEC.....	40
Gráfico 49 - DSC da semana de 3 a 10 de Maio do DEI.....	40
Gráfico 50 - DSC da semana de 12 a 18 de Maio do DEI.....	41
Gráfico 51- DSC da semana de 3 a 10 de Maio do DEM	41
Gráfico 52 - DSC da semana de 12 a 18 de Maio do DEM	42
Gráfico 53 - DDC a comparar o consumo do DEQ com o DEC no dia 28 de maio	52
Gráfico 54 - DDC a comparar os consumos dos vários edifícios do Pólo II no dia 28 de maio	52
Gráfico 55 - DDC do consumo acumulado dos edifícios do Pólo II	53
Gráfico 56 - DSC a compara os consumos do DEQ com o DEC na semana de 26 de maio a 1 de junho	53
Gráfico 57 - DSC da semana de 28 de outubro a 3 de novembro do DEEC.....	56
Gráfico 58 - DSC da semana de 28 de outubro a 3 de novembro do DEM	56
Gráfico 59 - DSC da semana de 28 de outubro a 3 de novembro do DEQ.....	56
Gráfico 60 - DSC da semana de 6 a 12 de janeiro do DEEC.....	57
Gráfico 61 - DSC da semana de 6 a 12 de janeiro do DEM	57
Gráfico 62 - DSC da semana de 6 a 12 de janeiro do DEQ.....	57
Gráfico 63 - DSC da semana de 3 a 10 de Maio do DEEC.....	58
Gráfico 64 - DSC da semana de 12 a 18 de Maio do DEEC.....	58
Gráfico 65 - DSC da semana de 3 a 10 de Maio do DEQ.....	58
Gráfico 66 - DSC da semana de 12 a 18 de Maio do DEQ.....	59
Gráfico 67 - DSC da semana de 3 a 10 de Maio do UCP	59
Gráfico 68 - DSC da semana de 12 a 18 de Maio da UCP.....	60
Gráfico 69 - Gráfico 68 - DSC da semana de 26 de maio a 1 de junho.....	67
Gráfico 70 - DSC da semana de 26 de maio a 1 de junho	67
Gráfico 71 - DSC da semana de 26 de maio a 1 de junho	68
Gráfico 72 - DSC da semana de 26 de maio a 1 de junho	68

Lista de figuras

Figura 1- Campus Universitário Polo II FCTUC	3
Figura 2 - Vista geral do DEC	3
Figura 3 - Vista geral do DEEC.....	4
Figura 4 - Vista geral do DEI.....	5
Figura 5 - Vista geral do DEM	6
Figura 6 - Vista geral do DEQ.....	7
Figura 7 - Vista geral do UCP	7
Figura 8 - Contador de energia trifasico	43
Figura 9 - Transformador de corrente aberto	43
Figura 10 - Porta fusíveis de 3 fases mais neutro	44
Figura 11 - Zélio Logic SR3B102BD	44
Figura 12 - Zélio Logic SR3B261BD	45
Figura 13 - Módulo extensão ETHERNET SR3NET01BD	46
Figura 14 - Módulo ABL7RM24025.....	46
Figura 15 - Mini computador BOXWAVE NETTOP	47
Figura 16 - Consumos instantâneos do DEEC	49
Figura 17 - DDC do DEEC	50
Figura 18 - DDC a comparar o dia 3-09-2013 com o dia 27-08-2013.....	51
Figura 19 - DSC a comparar uma semana com a anterior	51

Lista de tabelas

Tabela 1 - FC, FV e UP do DEEC na semana de 7 a 13 de outubro	18
Tabela 2 - FC, FV e UP do DEEC na semana de 9 a 15 de dezembro	19
Tabela 3 - FC, FV e UP do DEC na semana de 7 a 13 de outubro	20
Tabela 4 - FC, FV e UP do DEC na semana de 9 a 15 de dezembro	20
Tabela 5 - FC, FV e UP do DEI na semana de 7 a 13 de outubro	21
Tabela 6 - FC, FV e UP do DEI na semana de 9 a 15 de dezembro	22
Tabela 7 - FC, FV e UP do DEM na semana de 7 a 13 de outubro	22
Tabela 8 - FC, FV e UP do DEM na semana de 9 a 15 de dezembro.....	23
Tabela 9 - FC, FV e UP do DEQ na semana de 7 a 13 de outubro	24
Tabela 10 - FC, FV e UP do DEQ na semana de 9 a 15 de dezembro	25
Tabela 11 - FC, FV e UP da UCP na semana de 7 a 13 de outubro	25
Tabela 12 - FC, FV e UP da UCP na semana de 9 a 15 de dezembro	26
Tabela 13 - FC, FV e UP do DEEC na semana de 14 a 20 de abril	27
Tabela 14 - FC, FV e UP do DEEC na semana de 23 a 29 de junho	28
Tabela 15 - FC, FV e UP do DEC na semana de 14 a 20 de abril	28
Tabela 16 - FC, FV e UP do DEC na semana de 23 a 29 de junho	29
Tabela 17 - FC, FV e UP do DEI na semana de 14 a 20 de abril	30
Tabela 18 - FC, FV e UP do DEI na semana de 23 a 29 de junho	31
Tabela 19 - FC, FV e UP do DEM na semana de 14 a 20 de abril.....	31
Tabela 20 - FC, FV e UP do DEM na semana de 23 a 29 de junho	32
Tabela 21 - FC, FV e UP do DEQ na semana de 14 a 20 de abril	33
Tabela 22 - FC, FV e UP do DEQ na semana de 23 a 29 de junho	34
Tabela 23 - FC, FV e UP da UCP na semana de 14 a 20 de abril	34
Tabela 24 - FC, FV e UP da UCP na semana de 23 a 29 de junho	35
Tabela 25 - Custo dos equipamentos do sistema de monitorização	47

1 Introdução

1.1 Apresentação

Nos últimos anos o consumo de energia elétrica nos edifícios de serviços, têm sido alvo de uma crescente atenção. Isto deve-se ao facto de cada vez mais haver a preocupação da emissão de CO₂ na geração de eletricidade e ao aumento do preço energia elétrica.

Uma das soluções que estimulam a utilização racional de energia em edifícios é a instalação de sistemas de monitorização de consumos de energia, permitindo aos consumidores conhecer o modo como fazem os seus consumos energéticos, ou seja, saber quando, onde e quanto se consome. Deste modo, o consumidor ao ter acesso a informação detalhada sobre o seu consumo de energia poderá tomar decisões que o levem a obter uma melhor utilização racional da energia, reduzindo deste modo os seus consumos.

A presente Dissertação incide na monitorização, caracterização e análise do consumo de Energia Elétrica dos vários edifícios do polo II pertencentes à FCTUC.

A monitorização de edifícios advém da necessidade de controlar os consumos energéticos nos mesmos. Deste modo é possível caracterizar os focos de consumo e intervir com vista a uma maior racionalização, ao mesmo tempo sensibilizar os utentes no uso da energia elétrica.

O desenvolvimento deste trabalho teve como etapa inicial a recolha dos dados e informação de todos os edifícios em análise, efetuando-se posteriormente o tratamento dos mesmos. Todo o trabalho de tratamento de dados foi realizado no LGE, com a supervisão do Professor Doutor Humberto Manuel Matos Jorge.

1.2 Objetivos

Um objetivo desta dissertação incidiu na análise da evolução do consumo de energia elétrica dos vários departamentos do Polo II, nomeadamente o Departamento de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Departamento de Engenharia Informática, Departamento de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Química e Unidade Central Pedagógica. Para isto foi necessário proceder à recolha, organização e análise das faturas dos consumos de energia elétrica e dos dados de consumo de quarto em quarto de hora obtidos através de telecontagem relativos aos edifícios em estudo.

O principal objetivo é dar a conhecer a importância da monitorização de consumos e aplicações de gestão e sensibilização tanto para o gestor como para os utilizadores. Do ponto de vista da gestão do edifício, é disponibilizado dados de quando e onde a energia elétrica é consumida, de modo ao gestor do edifício poder efetuar medidas com o propósito de baixar o

consumo e a fatura de energia e, do ponto de vista do utilizador, sensibilizá-lo para um uso mais racional de energia, contribuindo assim para um menor impacto ambiental do funcionamento do edifício.

1.3 Estrutura do documento

O presente documento encontra-se dividido em cinco capítulos. O primeiro capítulo corresponde à introdução bem como aos objetivos da dissertação e estrutura da mesma.

No segundo capítulo faz-se uma breve descrição dos edifícios constituintes do Polo II e faz-se a análise de faturas dos mesmos sendo assim possível examinar a evolução dos consumos ao longo dos 4 anos em análise.

No terceiro capítulo analisa-se os dados de consumo de telecontagem com a representação de diagramas de carga diários e semanais, com o propósito de ver como o consumo evoluiu ao longo do dia e sazonalmente com a comparação dos diagramas semanais várias semanas distintas durante o período do último ano letivo.

No quarto capítulo descreve-se o sistema de monitorização em instalação nos departamentos constituintes do Polo II bem como a descrição dos equipamentos adquiridos e seus custos. Por último descreve-se o software *MeWaGo* no qual foram desenvolvidas especificações funcionais que utilizam os dados recolhidos pelo sistema de monitorização.

2 Caracterização do objeto de estudo

2.1 Caracterização do polo II

O Pólo II localiza-se junto ao rio Mondego em Coimbra. Pela imagem 1 identifica-se os vários departamentos que constituem o Pólo II, sendo eles: Departamento de Engenharia Eletrotécnica (1), Departamento de Engenharia Informática (2), Unidade Central Pedagógica (3), Departamento de Engenharia Química (4), Departamento de Engenharia Civil (5) e Departamento de Engenharia Mecânica (6).

Desde setembro de 2012 que os contratos de fornecimento de energia elétrica de todos os edifícios em análise são com a EDP Comercial.

Segue-se uma caracterização dos diferentes edifícios.



Figura 1- Campus Universitário Polo II FCTUC

2.1.1 Departamento de Engenharia Civil



Figura 2 - Vista geral do DEC

O Departamento de Engenharia Civil é dividido em 4 pisos, sendo o *piso 1* constituído pelos arrumos, o *piso 2* é formado pelos serviços administrativos, a secção de textos, a sala de informática, os órgãos de gestão, a ACIV – Associação para Desenvolvimento de Engenharia Civil, alguns anfiteatros, a sala de reuniões e de convívio. No *piso 3* encontra-se o auditório Laginha Serafim, vários anfiteatros, a biblioteca/sala de estudo, diversos laboratórios dos quais fazem parte o laboratório de Estruturas, o de Mecânica Estrutural, o de Construções e o de Urbanização, Transporte e Vias de Comunicação. Encontra-se também neste mesmo piso o gabinete de apoio informático e as oficinas. No *piso 4* estão localizadas as salas de aulas, o laboratório de Geotecnia, o laboratório de Hidráulica e a sala de conferência.

O DEC tem uma potência aparente instalada de 800 kVA e uma potência ativa contratada que variou entre 372kW e 424 kW entre os anos de 2009 a 2013.

O DEC tem uma área total de 20662 m², sendo o maior edifício do Pólo II, é frequentado por cerca de 1500 alunos, tanto de Engenharia Civil e de Engenharia do Ambiente, 80 docentes e 16 funcionários.

2.1.2 Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores



Figura 3 - Vista geral do DEEC

O DEEC instalou-se no Pólo II no início do ano letivo de 1996-1997. O edifício é constituído pelas torres A, B, R, S e T, tendo cada uma destas torres 8 pisos (-1 garagem até ao piso 7 coberturas). A torre A é constituída por 4 anfiteatros. A torre B é maioritariamente ocupado pelo bar, pela biblioteca e pela sala de leitura. A torre R é constituída por vários laboratórios didáticos como o de Automação e Energia, o CAD/CAE, Máquinas Elétricas, Eletrónica de Potência, Sistemas Digitais. Para além dos laboratórios didáticos, esta torre também é constituída por vários laboratórios de investigação e desenvolvimento, dos quais fazem parte o de Compatibilidade Eletromagnética e o de Sistemas Eletromecânicos.

A torre S é composta por laboratórios didáticos, nomeadamente o laboratório de Controlo, Híper Frequências, Instrumentação e Medidas, Processamento de Sinal, Projetos de Telecomunicações, Sistemas de Redes, Computadores e Telecomunicações e Eletrotecnia e Circuitos. Esta torre é igualmente formada por vários laboratórios de I&D, designadamente os de Comunicações Óticas, o de Processamento de Voz, Robótica, Produção Automática, Sistemas Eletrónicos e o de Sistemas Embebidos.

A torre *T* é construída essencialmente por salas de aulas, mas desta também fazem parte os laboratórios de I&D de Análise de Sistemas, Gestão de Energia, Energia e Ambiente, Materiais e Ultrassons e o de Simulação de Teletráfego.

Para além disso, do DEEC também fazem parte o Instituto de Telecomunicações (IT) e o Instituto de Sistemas e Robótica (ISR), os quais estão distribuídos por várias zonas do edifício.

O DEEC tem uma área de 17613 m² sendo frequentado por cerca de 740 alunos, 43 docentes e 9 funcionários.

O DEEC tem uma potência aparente requisitada e instalada de 630 kVA e uma potência ativa contratada de 292,95 kW.

2.1.3 Departamento de Engenharia Informática



Figura 4 - Vista geral do DEI

O DEI é constituído pelos blocos *A, B, C, E, G* e *F* os quais tem diversos pisos..

No *bloco A* encontram-se o Bar/refeitório, a biblioteca e a secretaria. O *bloco B* é constituído por anfiteatros. No *bloco C* está localizado o Núcleo de Estudantes de Informática (NEI), as salas de convívio e exposições, o laboratório de Gestão e de Investigação e diversas salas de aulas. O *bloco D* é constituído por salas de computadores, sala de mestrado, salas de aula e pelo laboratório de Investigação. O *bloco E* é formado por mais salas de aula e o *bloco F* é um espaço de convívio e salas de estudo.

O DEI tem uma potência aparente requisitada e instalada de 800 kVA e uma potência ativa contratada de 372 kW.

O DEI tem uma área de 11890m² e é frequentado por 69 docentes, 9 funcionários e 966 alunos.

2.1.4 Departamento de Engenharia Mecânica



Figura 5 - Vista geral do DEM

O DEM foi construído em duas fases, a primeira fase em 1994 e a segunda fase foi construída dois anos mais tarde.

Este departamento é formado por zonas administrativas, reprografia, salas de aula, vários anfiteatros e laboratórios, salas de reuniões, bar/restaurante e gabinetes.

O DEM tem uma potência aparente requisitada e instalada de 400 kVA e uma potência ativa contratada de 186 kW.

O DEM tem uma área total de 11565m² e é frequentado por 55 docentes, 13 funcionários e 677 alunos.

2.1.5 Departamento de Engenharia Química



Figura 6 - Vista geral do DEQ

O DEQ está instalado no Pólo II da Universidade de Coimbra desde 1999, ocupando um moderno edifício de cinco andares, com uma vasta área que compreende salas de aula, anfiteatros e laboratórios pedagógicos, de investigação e informáticos, para além de infraestruturas de apoio como amplos espaços de biblioteca, bar, reprografia, gabinetes e salas de estudo e de reunião.

O DEQ tem uma potência aparente requisitada e instalada de 630 kVA e uma potência ativa contratada de 292,95 kW.

O DEQ tem uma área de 12144m² e é frequentado por 25 docentes, 9 funcionários e 232 alunos.

2.1.6 Unidade Central Pedagógica



Figura 7 - Vista geral do UCP

A construção da UCP foi concluída em junho de 2004, tem uma área de cerca de 10510m² e é frequentada por alunos de todos os departamentos, não só para ter aulas nos diversos anfiteatros mas também para tratarem de assuntos académicos.

A UCP é constituída por 4 blocos: A, B, C e D. O bloco A alberga anfiteatros, sala de leitura, serviços académicos, o bloco B é constituído por um anfiteatro e vários gabinetes. O bloco C é ocupado por anfiteatros, vários gabinetes, laboratórios/salas de aulas e o bloco D é um dos maiores e mais modernos auditórios da cidade de Coimbra.

2.2 Consumos de polo II

Para a análise anual dos consumos do polo II foram tratados dados das faturas de 2009 a 2012 e o primeiro semestre de 2013. O gráfico 1 seguinte mostra a evolução do consumo de energia ativa desde o ano 2009 até o ano 2012.

O gráfico 1 em baixo representa o consumo dos vários anos em análise referido ao ano de referência, sendo este o ano 2009, numa base 100, ou seja o consumo do ano de referência é igual a 100 e se o consumo dos anos seguintes forem superiores ao do ano de referência, será superior a 100.

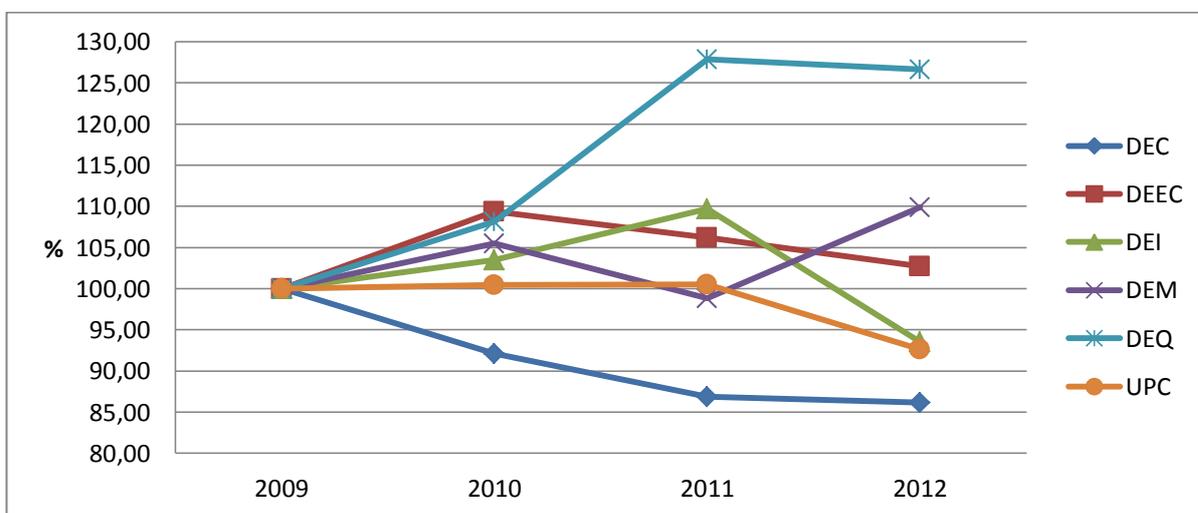


Gráfico 1 - Percentagem de variação de consumos de de energia por departamento

Pelo gráfico 1 identifica-se que o DEC é o departamento em que o consumo mais tem diminuído desde 2009 até ao ano 2012, contrariamente o DEQ é o que mais tem aumentado o consumo de energia no mesmo período, com um aumento significativo no ano de 2011.

2.2.1 Evolução do consumo anual de energia ativa dos departamentos do Pólo II

Como já mencionado anteriormente o DEC foi o departamento onde o consumo de energia ativa tem vindo a diminuir ao longo dos anos com regularidade.

Pode verificar-se que o consumo acumulado no final do ano de 2010 diminuiu significativamente em relação ao ano anterior 2009. O mesmo aconteceu no ano de 2011 em relação ao ano de 2010 apesar de a diferença não ser grande.

No ano de 2012 o consumo acumulado ao longo do ano tem sido sempre ligeiramente superior ao ano de 2011, só mesmo no último mês, dezembro, é que o consumo do ano 2012 fica ligeiramente, 5kWh, abaixo do consumo do ano de 2011.

Para o ano de 2013 foram analisados os primeiros cinco meses, de janeiro a maio, tendo este ano um menor consumo acumulado no final do mês de maio relativamente ao ano de 2012.

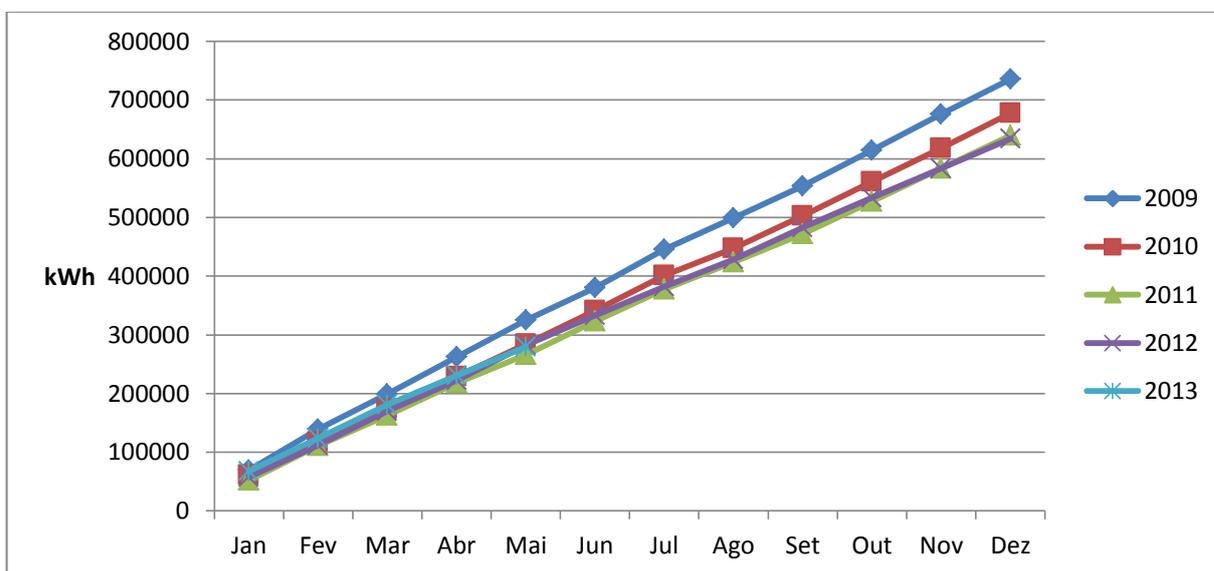


Gráfico 2 - Consumo acumulado do DEC

Pelo gráfico 3 é possível verificar a diferença de consumos dos meses dos diferentes anos. Verificamos que em 2010 o consumo mensal é inferior relativamente aos meses do ano de 2009, exceto Junho e Setembro, justificando-se assim a diferença significativa do consumo acumulado no final do ano verificado no gráfico 2. No caso do ano de 2011, a diferença do consumo acumulado é menor devido a haver 4 meses em que o consumo é maior em relação aos mesmos meses de 2010, sendo eles fevereiro, Abril, Junho e Agosto. No ano de 2012, tal como no ano de 2011, houve quatro meses onde o consumo foi maior relativamente ao ano anterior, mas a diferença entre estes meses é significativamente grande relativamente aos restantes, sendo por isto que o consumo acumulado no final do ano é ligeiramente inferior ao ano de 2011. No ano de 2013 o consumo mensal dos meses janeiro e fevereiro é maior em relação ao ano 2012. Isto não se verifica nos restantes meses, março a maio, em análise do ano de 2013.

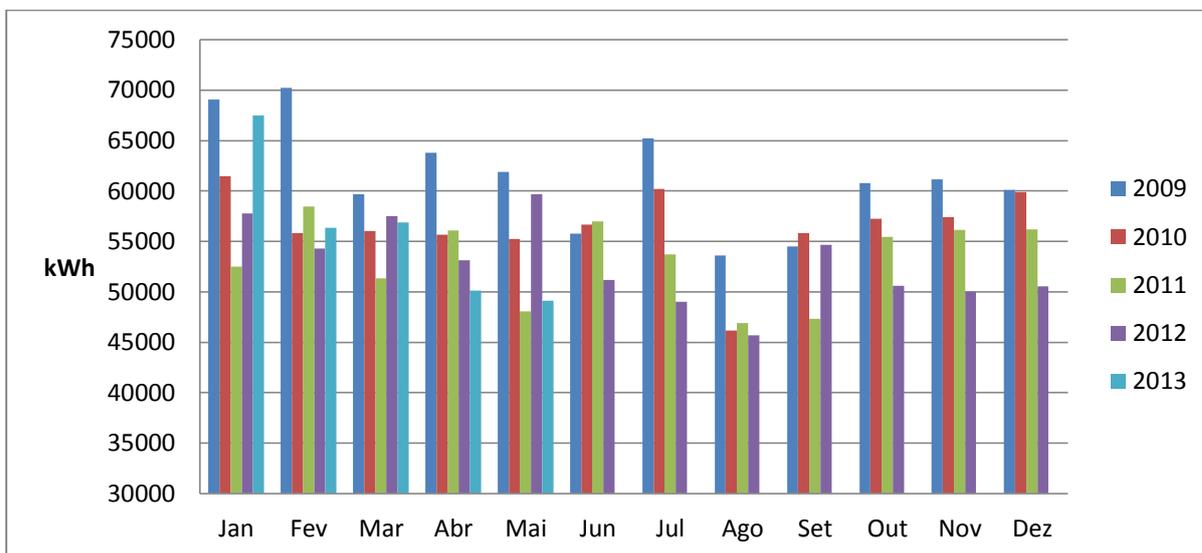


Gráfico 3 - Energia Ativa do DEEC

Em relação ao DEEC houve um aumento de consumo acumulado do ano 2009 para o ano 2010, diminuindo sucessivamente até ao ano 2012 voltando a aumentar no ano 2013, ficando acima dos últimos anos como podemos ver no gráfico 4.

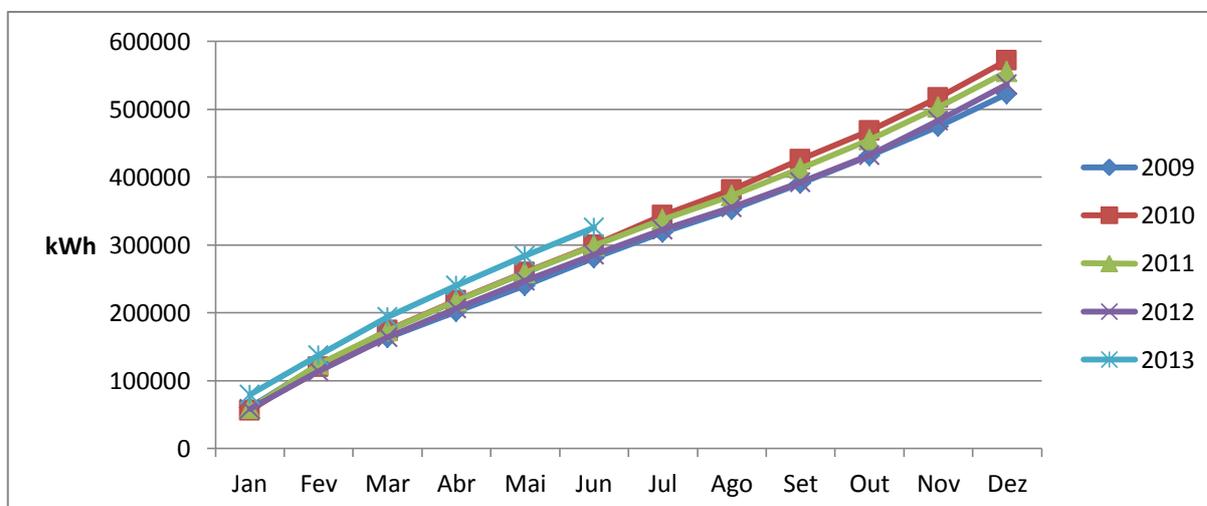


Gráfico 4 - Evolução de consumos do DEEC

Nos meses do ano de 2009 para os meses do ano de 2010 houve um aumento de consumo de energia, mas nos anos seguintes, até 2012, o consumo tem vindo a decrescer. No entanto o consumo no ano de 2013 aumentou, tendo sido registados os maiores consumos mensais, à exceção de Fevereiro, comparativamente aos anos anteriores em análise.

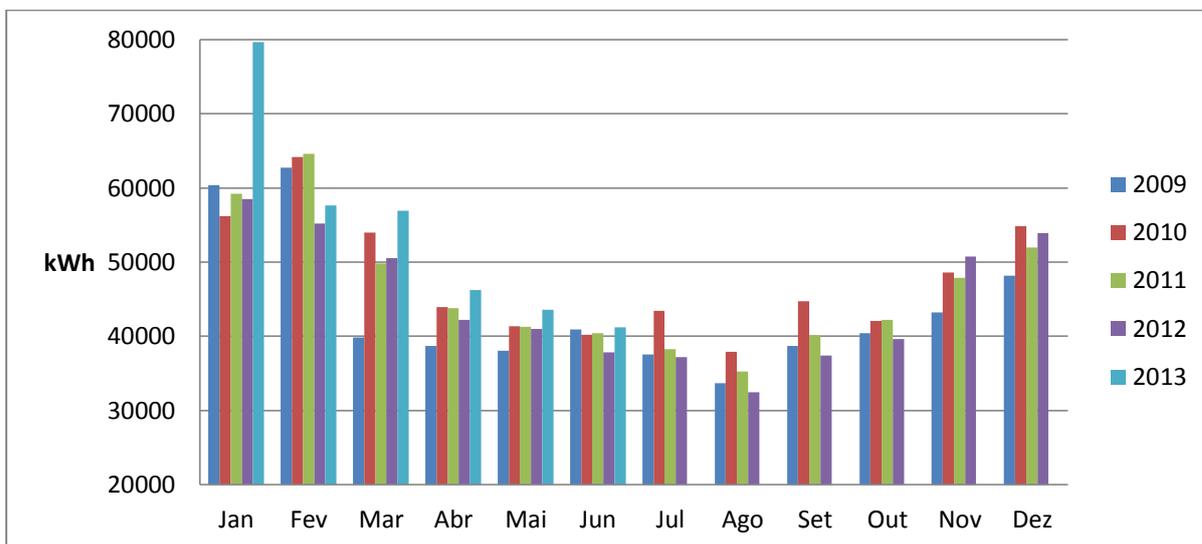


Gráfico 5 - Energia Ativa do DEEC

No caso do DEI, o consumo acumulado aumentou desde o ano 2009 até ao ano 2011 tendo diminuído bastante no ano 2012 e ligeiramente no ano 2013, tendo mesmo ficado abaixo do ano 2009.

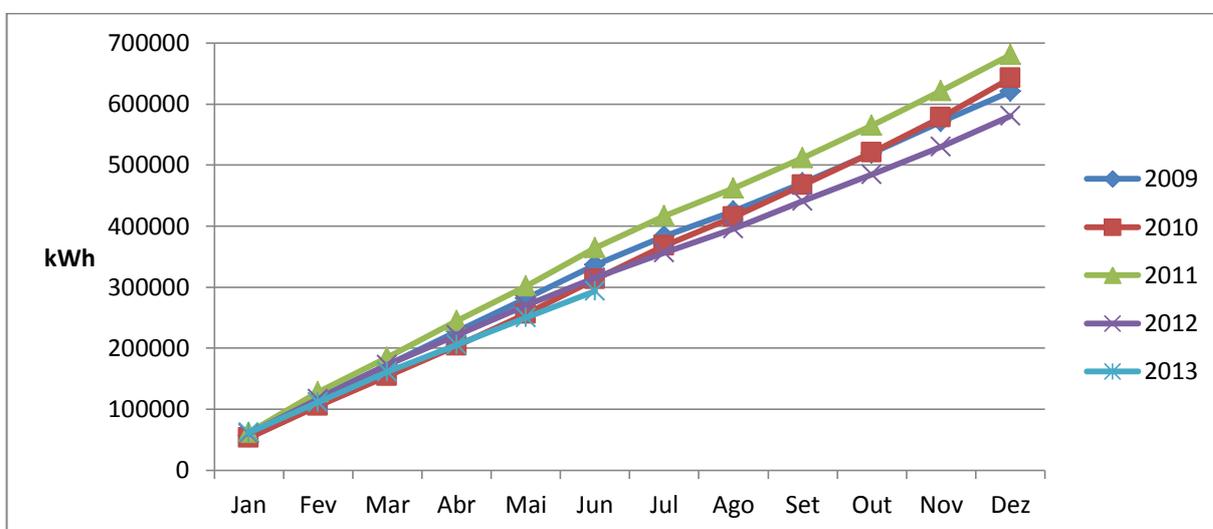


Gráfico 6 - Evolução de consumos do DEI

Pelo gráfico 7 é possível ver que de janeiro a maio do ano 2010 o consumo foi menor que no ano 2009. De junho a dezembro o consumo mensal é maior no ano 2010 relativamente ao ano 2009.

No ano de 2011 o consumo mensal é significativamente maior de janeiro a junho e menor de julho a dezembro, comparativamente ao ano de 2010.

No ano de 2012, a partir de Março, houve um decréscimo acentuado de consumo em relação ao ano de 2011 tendo diminuído, à exceção do mês de Janeiro, ainda mais durante o ano 2013.

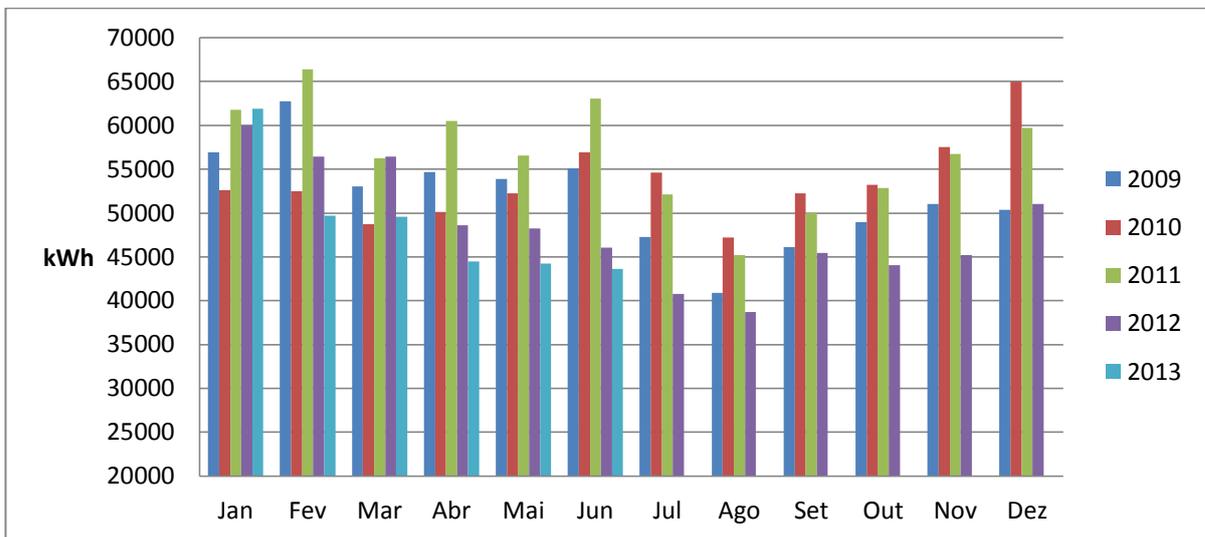


Gráfico 7 - Energia Ativa do DEI

Pelo gráfico 8, pertencente ao DEM, é visível o aumento do consumo acumulado no ano 2010 relativamente ao ano 2009, e a diminuição que houve no consumo do ano 2010 para o 2011.

No ano de 2012 o consumo acumulado aumentou muito a partir do mês de setembro, aumentando mais no ano 2013.

A diferença do consumo registado em 2013 comparativamente ao ano 2012 deve-se a um erro no sistema de contagem visto que o funcionamento do departamento em questão não sofreu alterações nem foram instaladas cargas que expliquem tal aumento de consumo de energia.

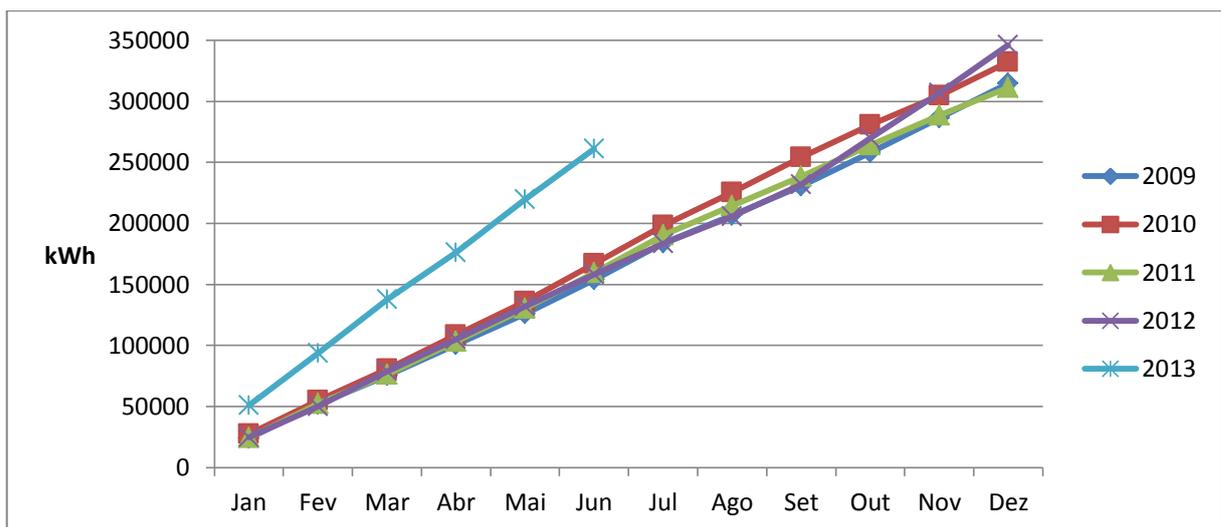


Gráfico 8 - Evolução de consumos do DEM

No gráfico 9 verificamos que o aumento de consumo anormal começa no mês de Outubro do ano de 2012, tendo sido neste mesmo mês que foi alterado o sistema de contagem, da rede de média tensão para baixa tensão, há a possibilidade de ter ocorrido um erro na programação do TI ou TT.

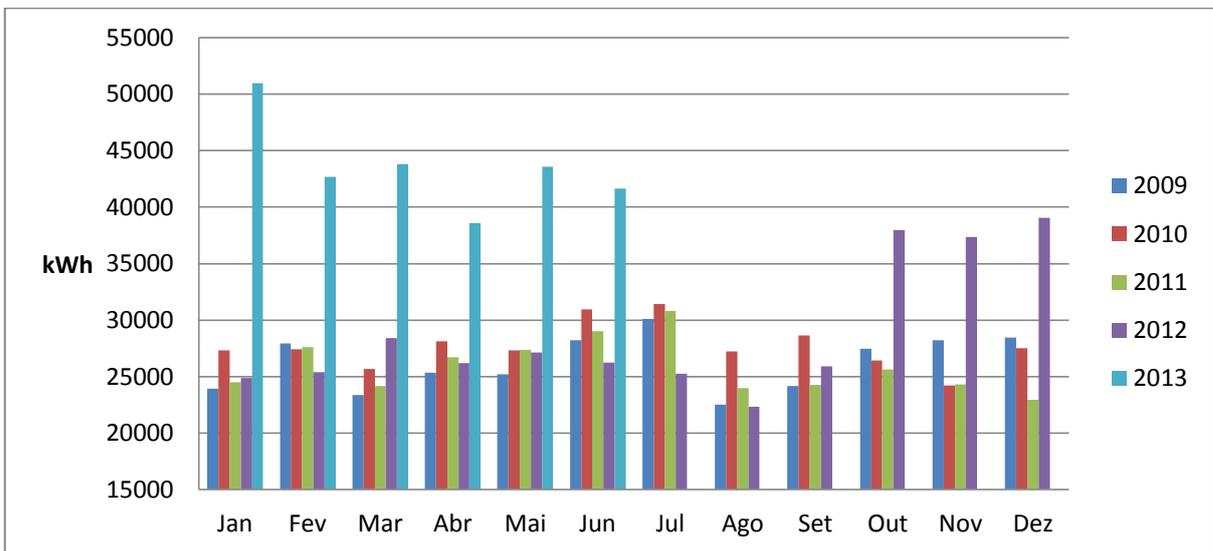


Gráfico 9 - Energia Ativa do DEM

Como foi dito no início do subcapítulo, o consumo do DEQ aumentou bastante de 2009 para 2011. Durante o ano de 2012 o consumo manteve-se ligeiramente superior ao de 2011, diminuindo ligeiramente no final do ano de 2012 e também em 2013.

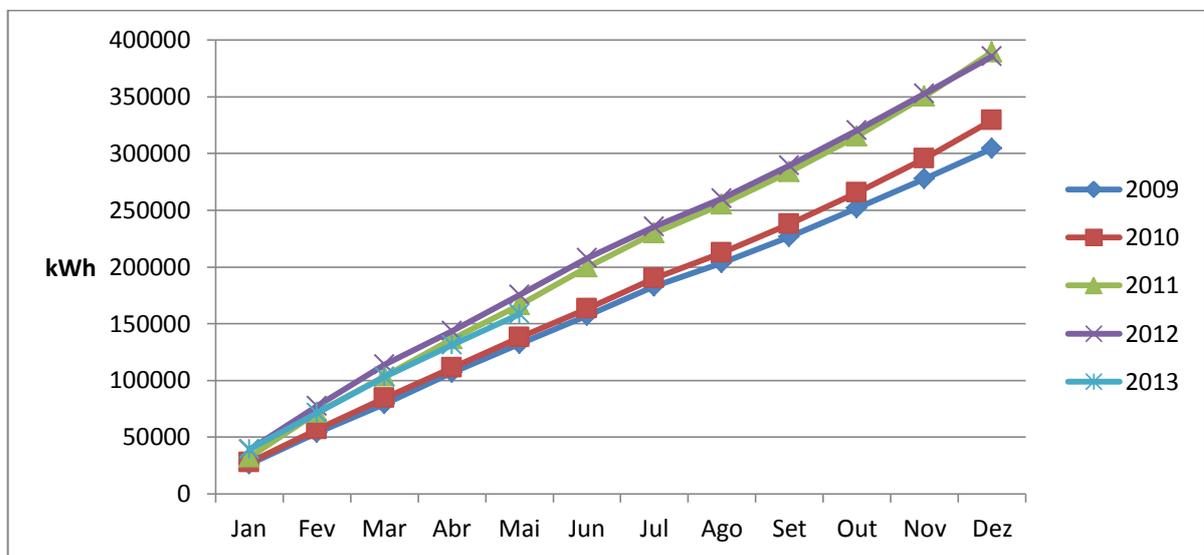


Gráfico 10 - Evolução de consumos do DEQ

Pelo gráfico 11 pode-se verificar o aumento de consumo mensal do ano de 2010 para 2011. No início do ano seguinte, ano 2012, o consumo mensal de energia foi superior ao ano de 2011, mas a partir de Março o consumo diminuiu, tendo esta diminuição continuado durante o ano 2013.

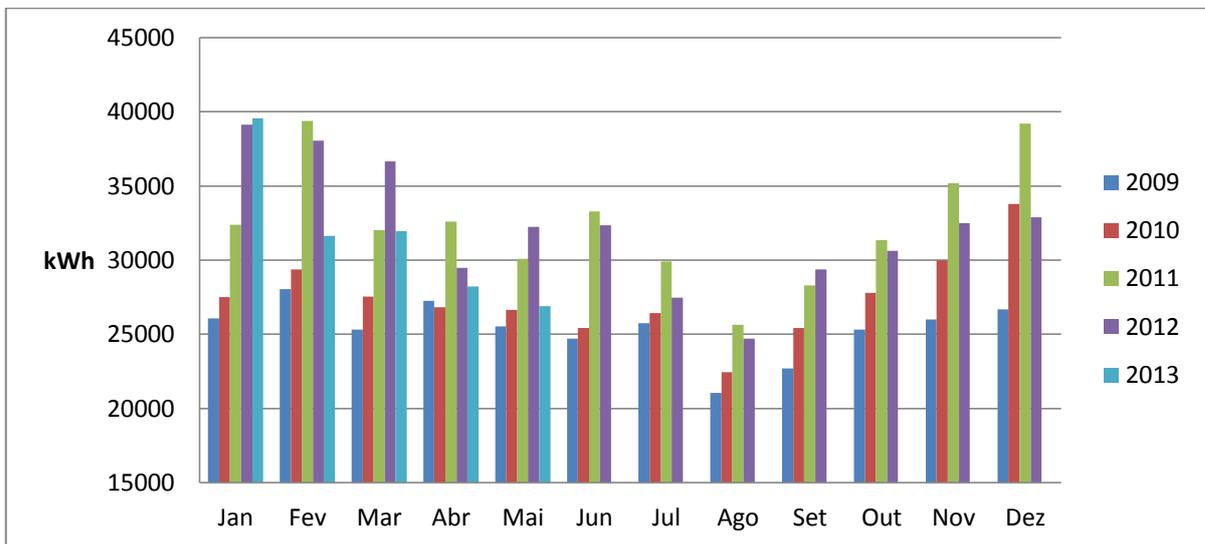


Gráfico 11 - Energia Ativa do DEQ

Em relação a UCP o consumo de energia ativa acumulado tem sido constante ao longo dos anos em análise, havendo uma ligeira redução no ano 2012 e mantendo-se nos cinco primeiros meses de 2013.

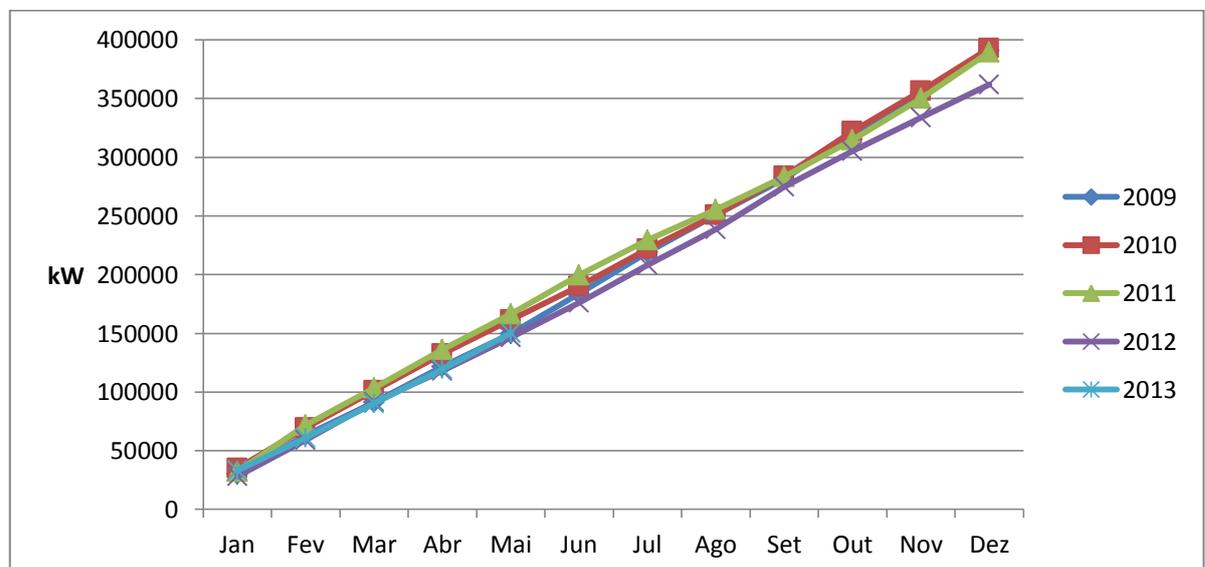


Gráfico 12 - Evolução de consumos da UCP

No gráfico 13 verifica-se que o consumo não é tao constante como o consumo acumulado anual, à exceção de Maio e Outubro, o valor de consumo nos restantes meses, em comparação com os diferentes anos, têm valores distintos.

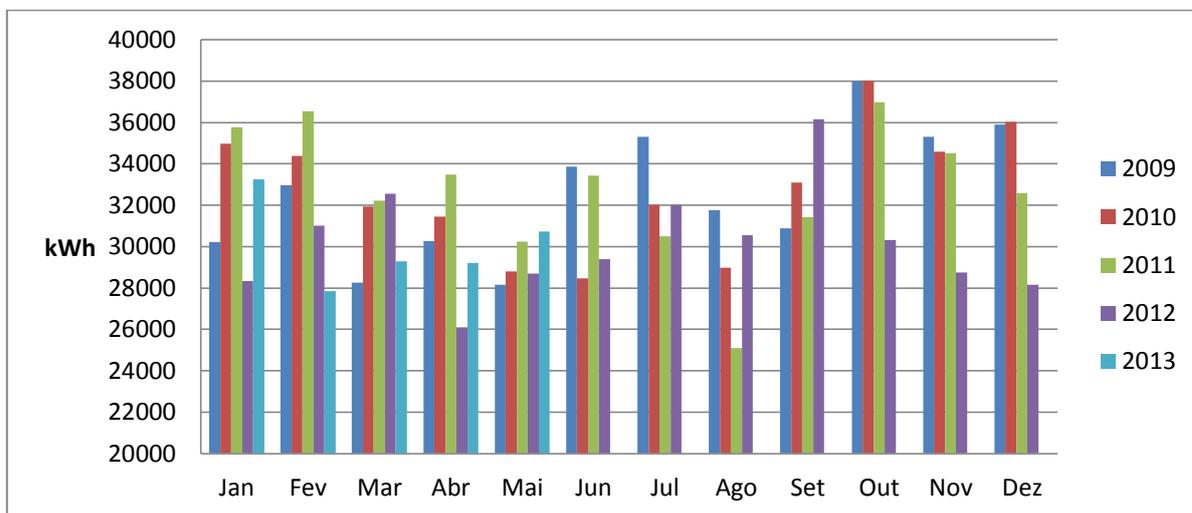


Gráfico 13 - Energia Ativa da UCP

2.2.2 Desagregação do consumo anual de energia ativa dos departamentos do Pólo II

Em termos de desagregação de consumos, vamos analisar o ano 2012 dos departamentos que constituem o Polo II da FCTUC através do gráfico 14.

Entre os departamentos, o DEI e o DEM são os que têm mais consumo em horas de super vazio, o que significa que a base dos respetivos DSC destes é maior. Isto significa que o consumo durante a noite é maior devendo-se ao facto de terem mais iluminação e equipamentos informáticos ligados.

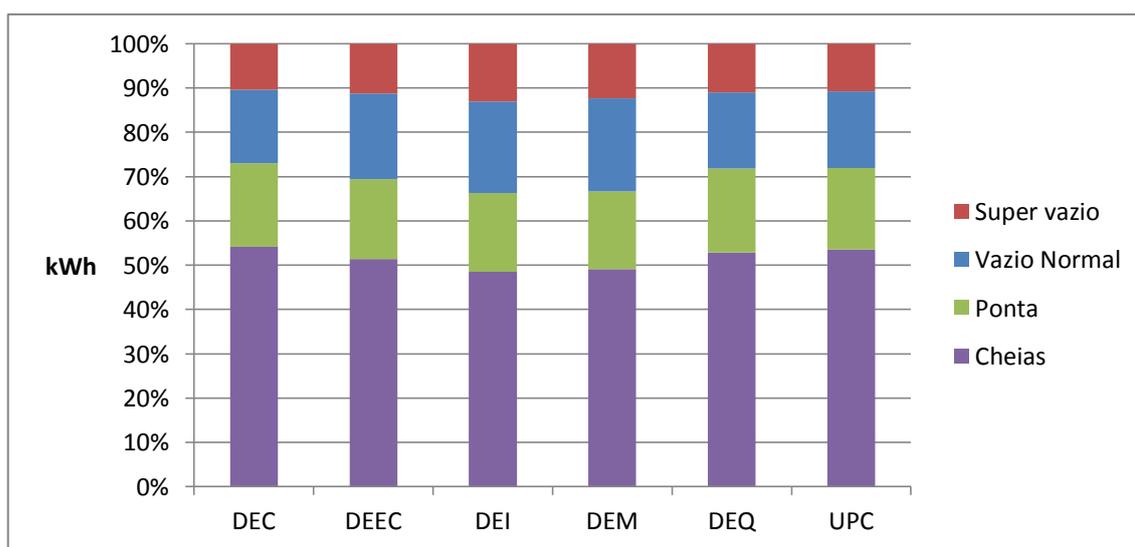


Gráfico 14 - Desagregação de consumos em percentagem em 2012

Pelo gráfico 15 é possível verificar o consumo anual desagregado dos diferentes edifícios. É visível que o consumo, no período de horas cheias, do DEC (343kWh) é ligeiramente inferior ao consumo total do DEM (346kWh).

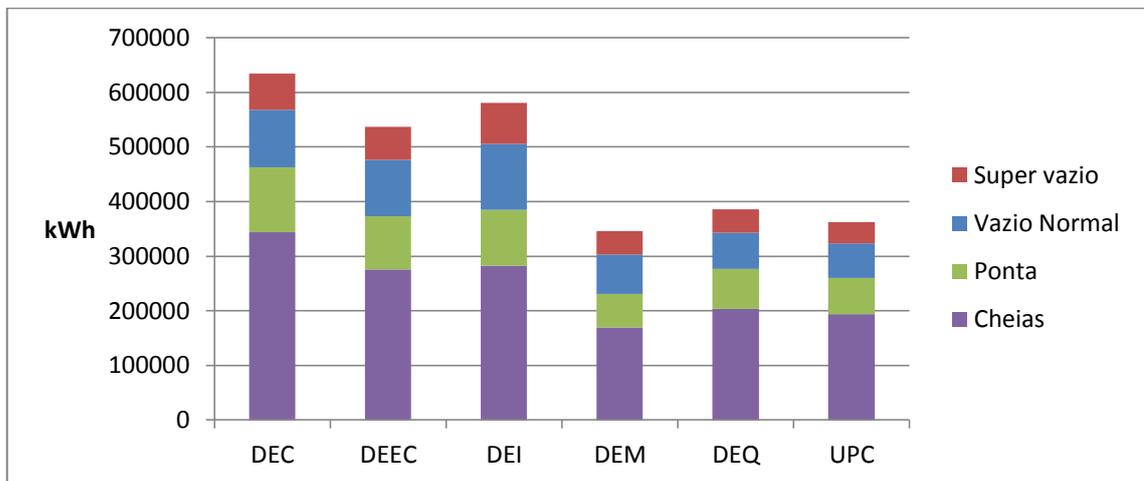


Gráfico 15 - Desagregação de consumos em kWh em 2012

De seguida temos o gráfico 16 que demonstra a contribuição de cada um dos departamentos, em percentagem, no consumo do Polo II da FCTUC.

De notar que o consumo do DEC é quase o dobro do consumo do DEM e a soma de consumos de dois departamentos entre o DEC, DEI e DEEC equivale ou supera a soma dos consumos do DEM, DEQ e UCP

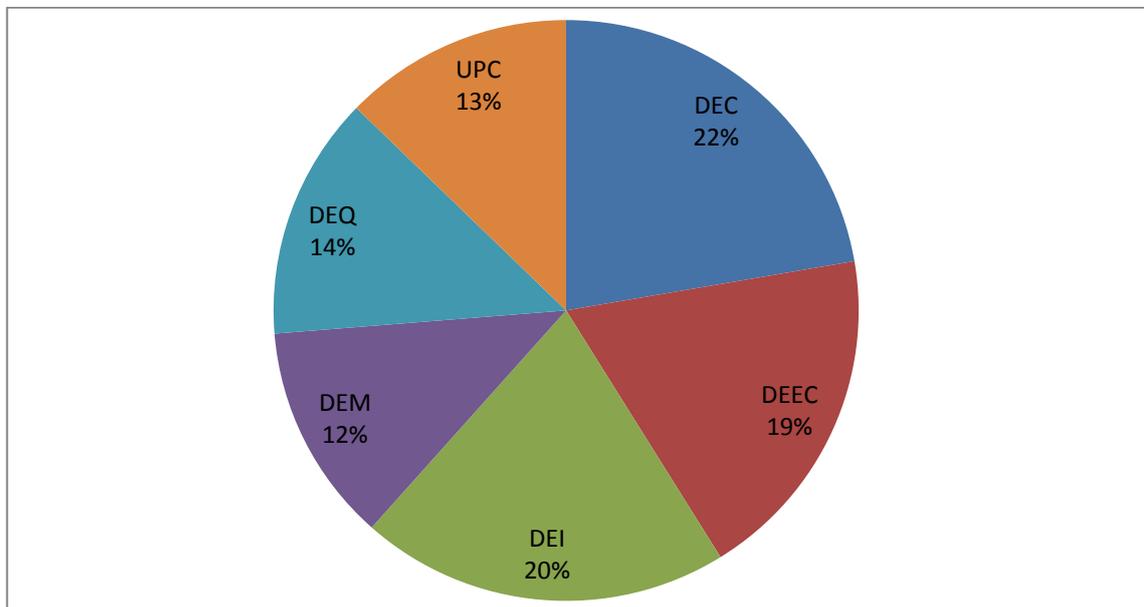


Gráfico 16 - Consumos desagregados por departamento do Polo II de 2012

3 Análise da telecontagem

3.1 Diagramas de carga

Um Diagrama de Carga (DC) representa a potência utilizada por determinada carga ou conjunto de cargas ao longo de um período de tempo. Um DC é um meio rápido de analisar a forma como a potência pedida à rede por uma carga varia em termos de amplitude ao longo do tempo.

Permite analisar as variações de consumo ao longo do dia e em dias diferentes, como feriados e fins de semana.

Neste capítulo vão ser apresentados Diagramas Diários de Carga (DDC) e Diagramas Semanais de Carga (DSC), para análise dos dados de telecontagem do ano 2012/2013. Os DSC nesta dissertação começam no domingo e acabam no sábado.

São também calculados e apresentados certos índices como o fator de carga, fator vazio e utilização da ponta. O fator de carga (FC) indica o quociente entre a potência média e a potência máxima do diagrama considerado e está compreendido entre 0 e 1. Um baixo FC significa que o DC é mais irregular e que a instalação apresenta picos de potência elevados.

$$FC = \frac{P_{\text{méd}}}{P_{\text{máx}}}$$

O fator de vazio (FV) indica o quociente entre a potência mínima do diagrama e a potência máxima

$$FV = \frac{P_{\text{mín}}}{P_{\text{máx}}}$$

A utilização da ponta (UP) em horas, representa o número de horas que levaria a consumir a mesma energia (E) se fosse à potência máxima.

$$UP = \frac{E}{P_{\text{máx}}}$$

Valores baixos de UP indicam diagramas de carga irregulares, pois se estiverem a consumir à potência máxima esgotam rapidamente a energia consumida no intervalo considerado.

3.1.1 Sazonalidade dos departamentos

Para analisar os consumos em termos de sazonalidade vai-se focar a análise de sete dias (uma semana) de cada estação do ano, e fazer a comparação entre as semanas de diferentes estações do ano de modo a verificar como os consumos evoluem de uma estação para outra.

No mês de outubro analisou-se a semana de 7 a 13 onde a temperatura mínima foi de 15° e a máxima de 24°. Para o mês de dezembro analisou-se a semana de 9 a 15 em que se registou uma temperatura mínima de 5° e máxima de 15°.

Em relação ao DEEC pelo gráfico 17 e gráfico 18 é possível ver a diferença de consumo entre uma semana típica de outubro, em que a temperatura ambiental é amena, e uma semana de Dezembro com a temperatura ambiente mais rigorosa.

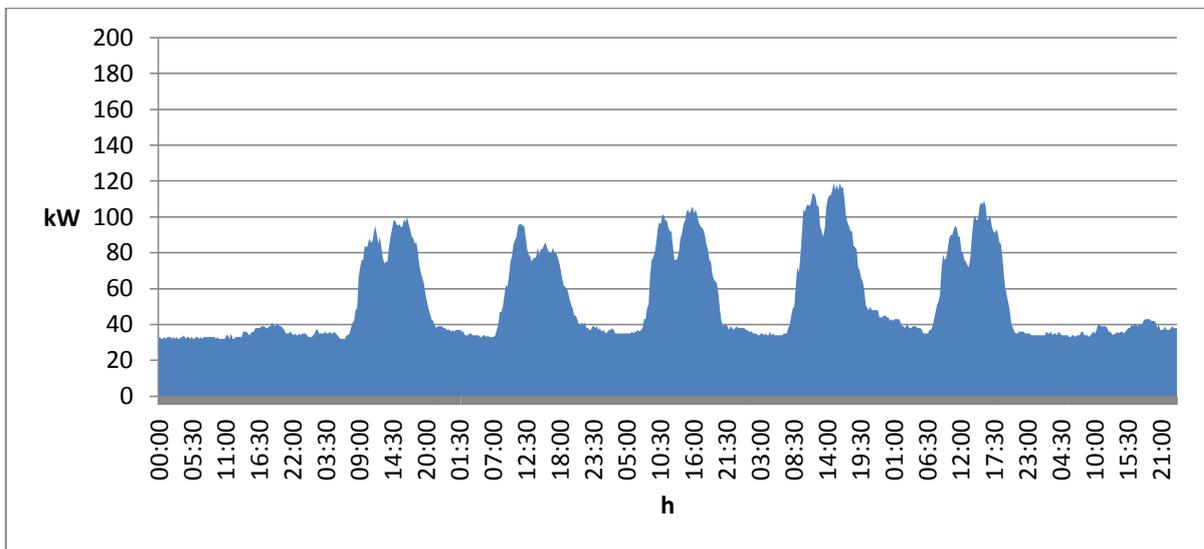


Gráfico 17 - DSC da semana de 7 a 13 de outubro do DEEC

Tabela 1 - FC, FV e UP do DEEC na semana de 7 a 13 de outubro

DEEC 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
7 a 13 de Out	31	744	8143,5	105	32	48,47	77,56	0,46	0,30

É bem visível que o consumo na semana de Dezembro é bem maior durante o dia do que na semana de Outubro. Em Dezembro durante as horas de funcionamento normal, a potência superou em mais de 50kW em relação a semana de Outubro, isto deve-se ao facto de com as baixas temperaturas os utilizadores do departamento utilizem equipamentos de aquecimento elétrico. Outro aspeto a ter em atenção é o aumento de consumo de energia durante a noite o que significa que além de pessoas utilizarem o departamento para trabalho e estudo, vários equipamentos de aquecimento ficam ligados durante a noite.

De notar que no domingo e no sábado existe consumo extra, isto deve-se ao facto do departamento ser utilizado por utentes nestes mesmos dias.

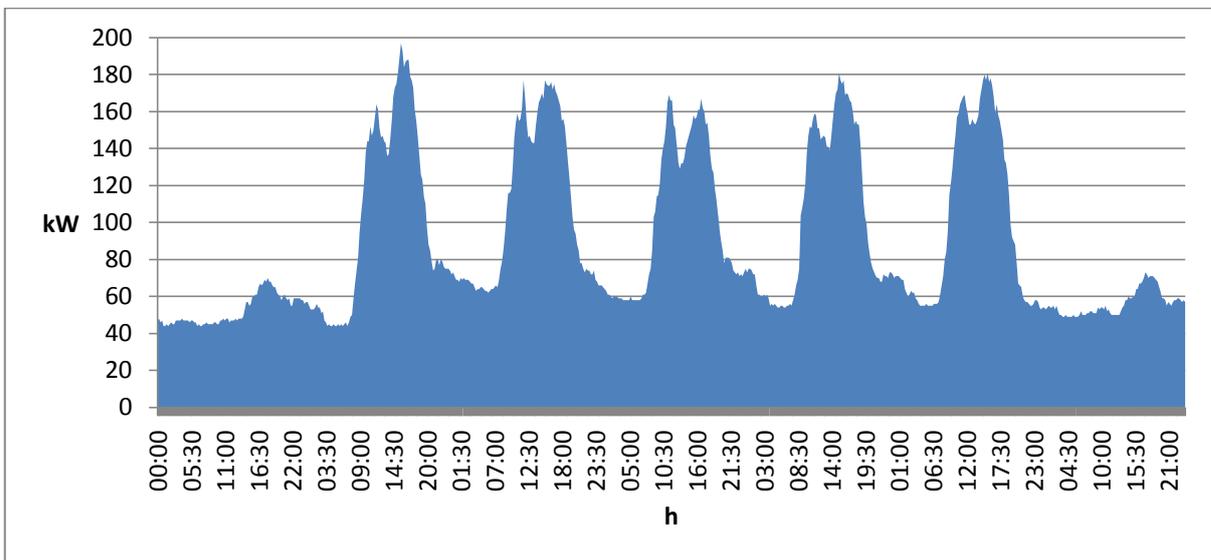


Gráfico 18 - DSC da semana de 9 a 15 de dezembro do DEEC

Tabela 2 - FC, FV e UP do DEEC na semana de 9 a 15 de dezembro

DEEC 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
9 a 15 de Dez	31	744	15018,75	197	44	89,40	76,24	0,45	0,22

Contrariamente no DEEC, o fator de sazonalidade de inverno influencia pouco o DEC como se pode ver pelos gráficos 19 e 20.

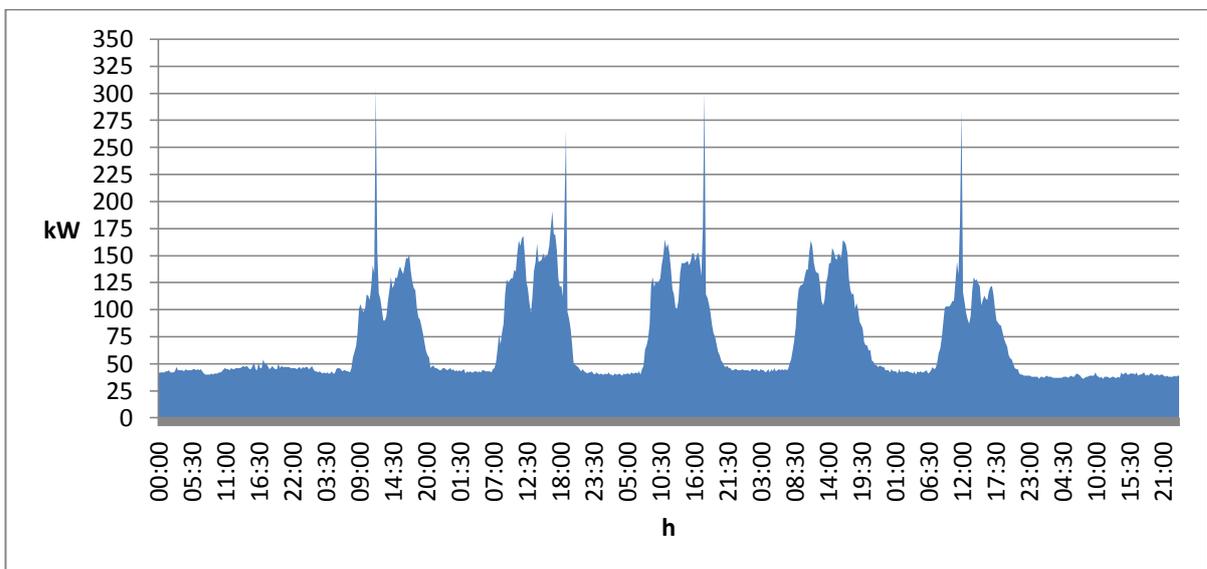


Gráfico 19 - DSC da semana de 7 a 13 de outubro do DEC

Tabela 3 - FC, FV e UP do DEC na semana de 7 a 13 de outubro

DEC 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
7 a 13 de Out	31	744	12035	306	36	71,64	39,33	0,23	0,12

Relativamente às horas de vazio, o consumo registado no sábado na semana em análise do mês de Dezembro isto deve-se a equipamentos deixados ligados e por pessoas a frequentar o estabelecimento ao fim de semana.

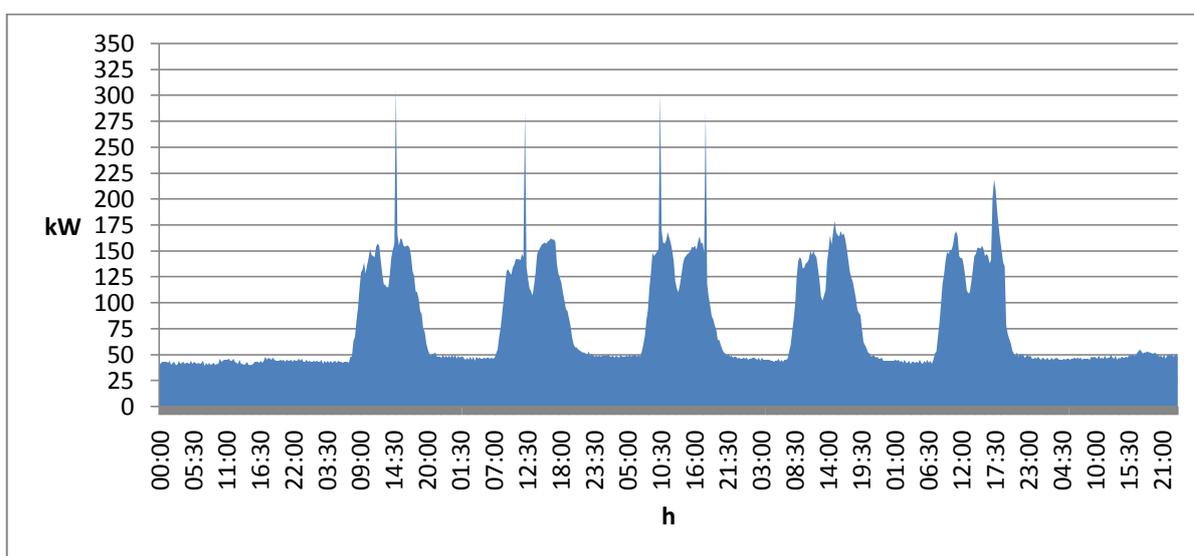


Gráfico 20 - DSC da semana de 9 a 15 de dezembro do DEC

Tabela 4 - FC, FV e UP do DEC na semana de 9 a 15 de dezembro

DEC 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
9 a 15 de Dez	31	744	13148,75	307	39	78,27	42,83	0,25	0,13

Os picos no consumo obtidos no DEC tanto na semana em análise de Outubro e Dezembro como nas restantes semanas analisadas nesta dissertação devem-se ao facto da utilização de um forno de alta potência para teste de materiais.

Tal como no caso do DEEC, também o DEI teve um aumento bastante significativo no consumo em Dezembro relativamente a Outubro. Durante as horas de funcionamento normal a potência pedida a rede superou em quase 40kW no mês de Dezembro.

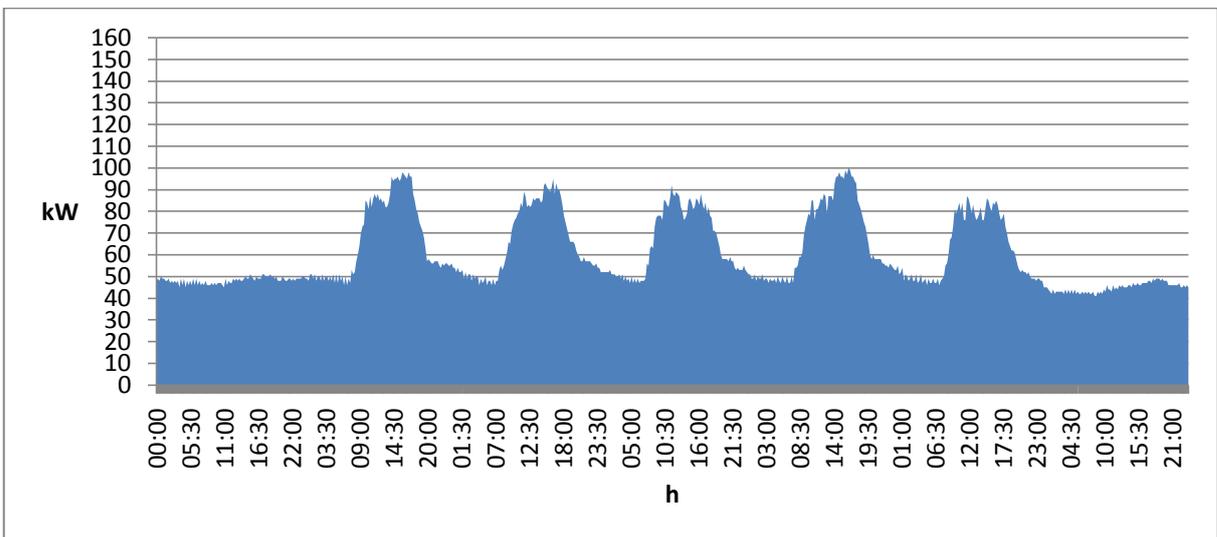


Gráfico 21 - DSC da semana de 7 a 13 de outubro do DEI

Tabela 5 - FC, FV e UP do DEI na semana de 7 a 13 de outubro

DEI 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
7 a 13 de Out	31	744	10104,75	100	41	60,15	101,05	0,60	0,41

Em Dezembro o consumo de vazio aumentou bastante o que revela uma carga base muito elevada, isto indica que permaneceram equipamentos extra ligados e vários utentes do edifício permaneceram no departamento em questão para local de estudo ou de trabalho visto ser uma semana de final de aulas em que existem frequência e trabalhos para entregar.

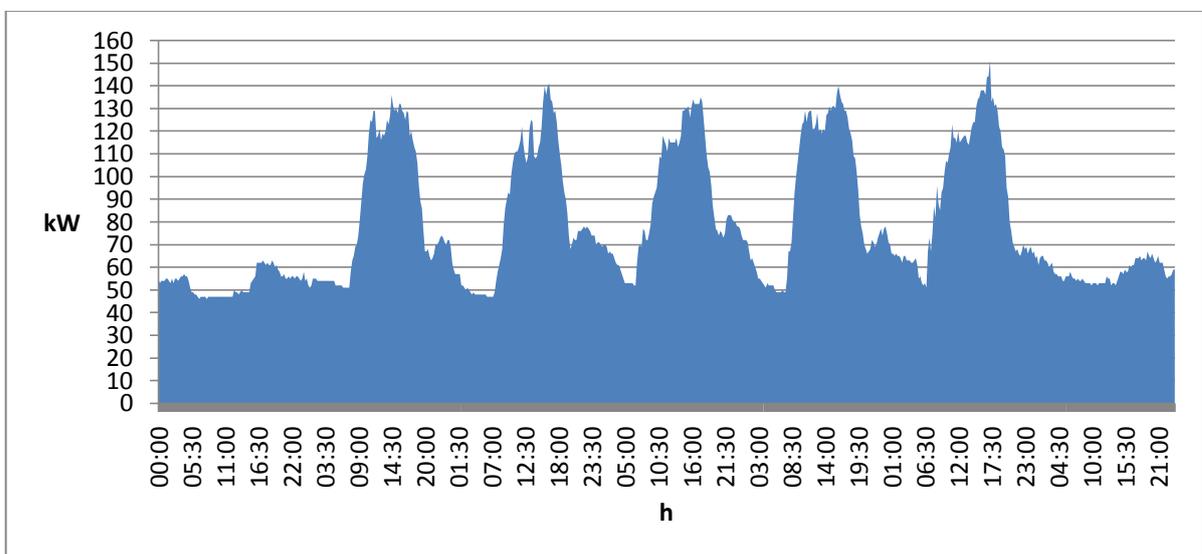


Gráfico 22 - DSC da semana de 9 a 15 de dezembro do DEI

Tabela 6 - FC, FV e UP do DEI na semana de 9 a 15 de dezembro

DEI 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
9 a 15 de Dez	31	744	13233,5	151	46	78,77	87,64	0,52	0,30

Pelo gráfico 23 é bem visível que o consumo durante a noite a partir de segunda-feira é maior relativamente ao domingo, mostrando que foram deixados equipamentos ligados durante a noite. Estes podem ter sido deixados ligados para recolher dados ou simplesmente por esquecimento.

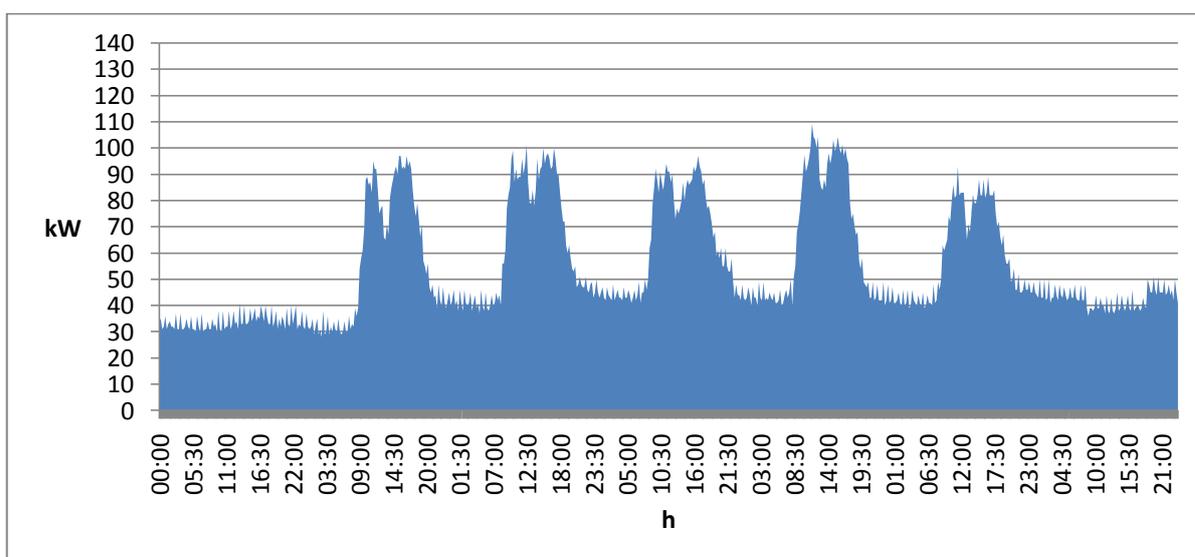


Gráfico 23- DSC da semana de 7 a 13 de outubro do DEM

Tabela 7 - FC, FV e UP do DEM na semana de 7 a 13 de outubro

DEM 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
7 a 13 de Out	31	744	9213,339	109,268	27,952	54,84	84,32	0,50	0,26

Relativamente ao mês de Dezembro, o consumo de energia durante o horário laboral é significativamente maior. Sendo o DEM um departamento em que o sistema de aquecimento utiliza gás, o aumento de consumo registado na semana de dezembro pode-nos indicar ter havido um complemento do aquecimento com uso de equipamento elétrico, outra possibilidade é o uso de

equipamentos para obtenção de resultados para trabalhos contribuindo assim para o aumento de consumo de energia.

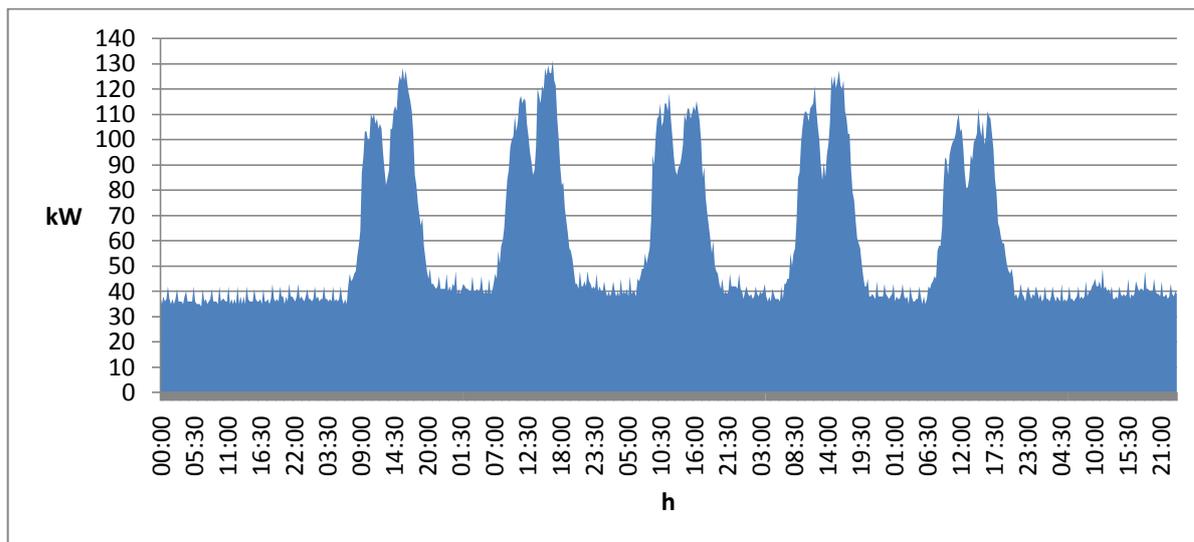


Gráfico 24 - DSC da semana de 9 a 15 de dezembro do DEM

Tabela 8 - FC, FV e UP do DEM na semana de 9 a 15 de dezembro

DEM 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
9 a 15 de Dez	31	744	9908,769	131,336	33,957	58,98	75,45	0,45	0,26

No DEQ, tal como no DEEC e DEI, o consumo durante o dia aumentou muito na semana em análise do mês de Dezembro em relação a semana do mês de Outubro. O aumento da potência pedida a rede variou entre os 20kW e os 40kW.

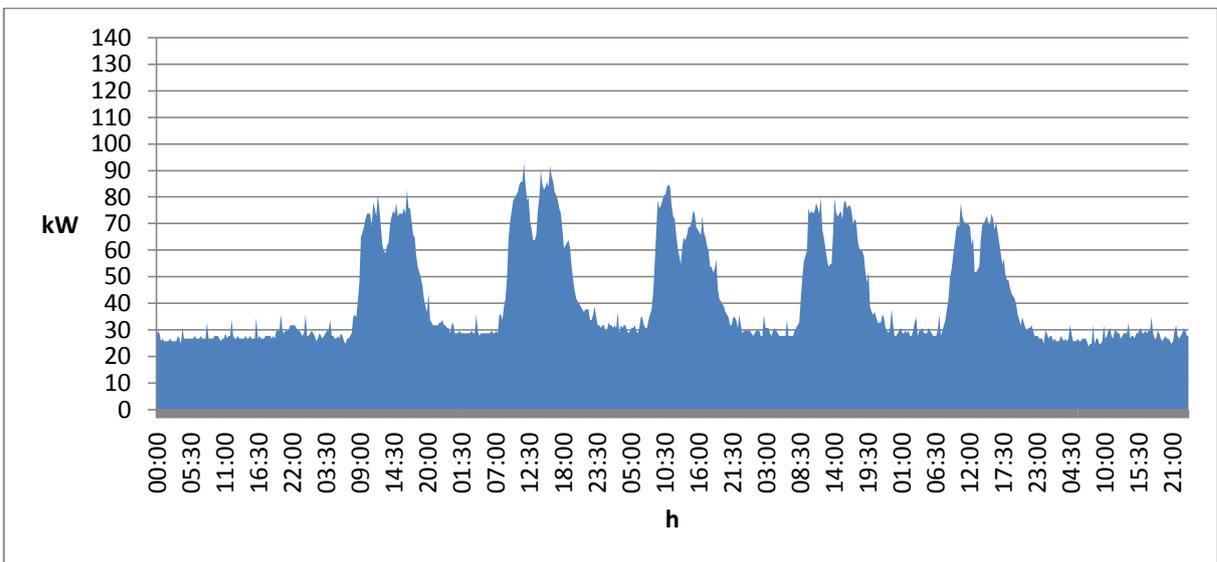


Gráfico 25 - DSC da semana de 7 a 13 de outubro do DEQ

Tabela 9 - FC, FV e UP do DEQ na semana de 7 a 13 de outubro

DEQ 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
7 a 13 de Out	31	744	7070,611	92,755	23,707	42,09	76,23	0,45	0,26

Houve também um aumento de consumo de energia consistente durante o período noturno entre a segunda-feira e quinta-feira, isto pode dever-se ao facto de ter havido equipamentos ligados durante a noite tanto para recolha de dados ou por esquecimento.

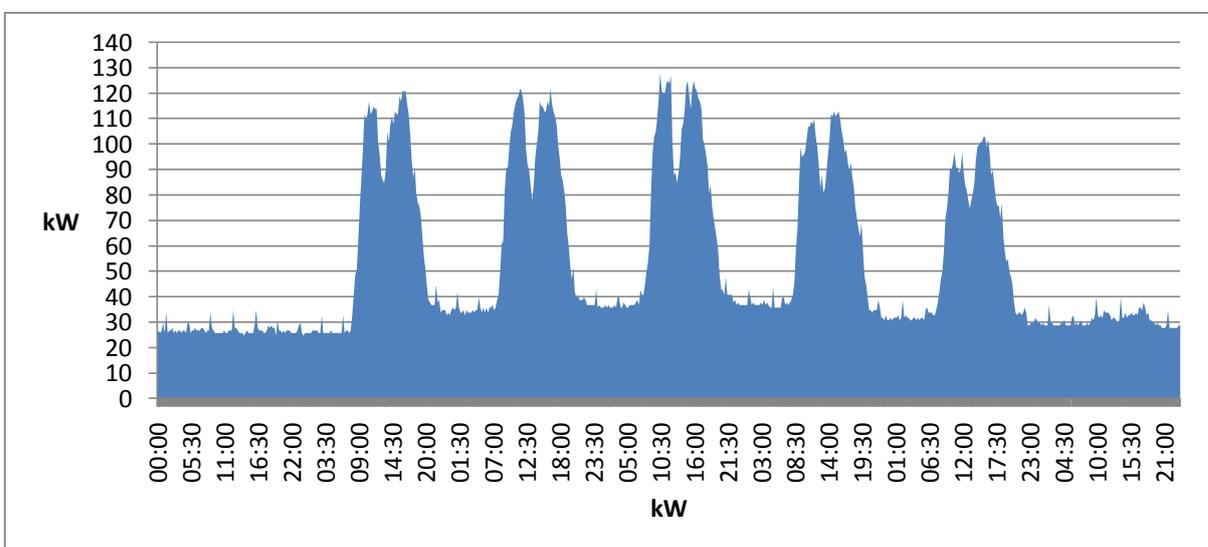


Gráfico 26 - DSC da semana de 9 a 15 de dezembro do DEQ

Tabela 10 - FC, FV e UP do DEQ na semana de 9 a 15 de dezembro

DEQ 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
9 a 15 de Dez	31	744	9032,98525	127,779	24,707	53,77	70,69	0,42	0,19

A UCP ao contrário dos departamentos mencionados anteriormente, o consumo é maior no mês de Outubro que no mês de Dezembro.

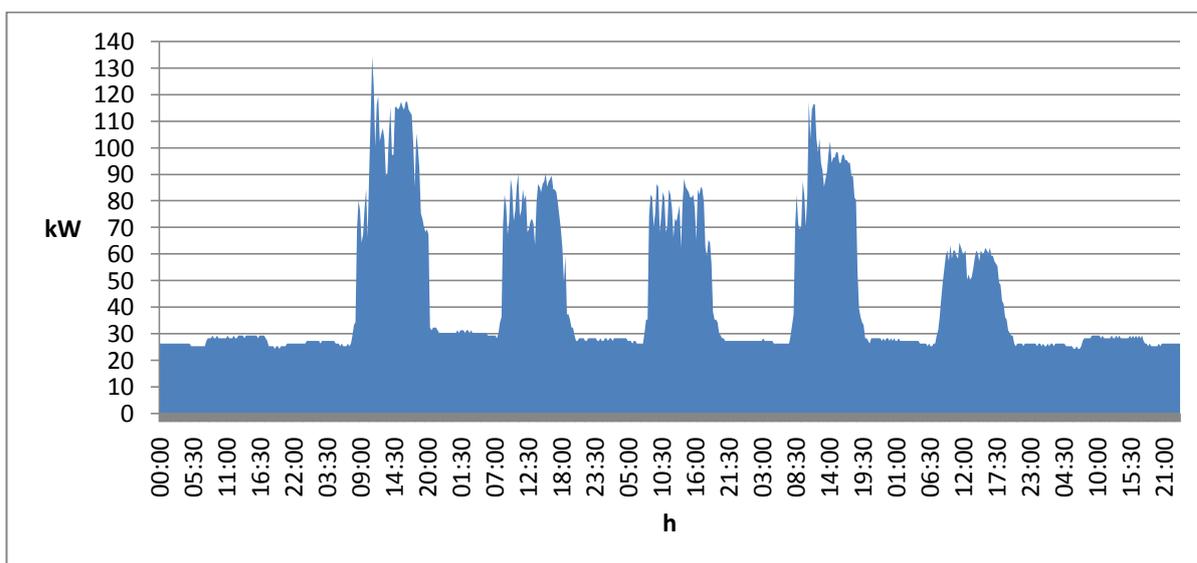


Gráfico 27 - DSC da semana de 7 a 13 de outubro da UCP

Tabela 11 - FC, FV e UP da UCP na semana de 7 a 13 de outubro

UCP 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
7 a 13 de Out	31	744	7534,01075	134,344	24,267	44,85	56,08	0,33	0,18

Isto deve-se ao fato de a UCP ter estado em desinstalação de serviço, deste modo em dezembro com menos serviços em funcionamento o consumo de energia foi menor.

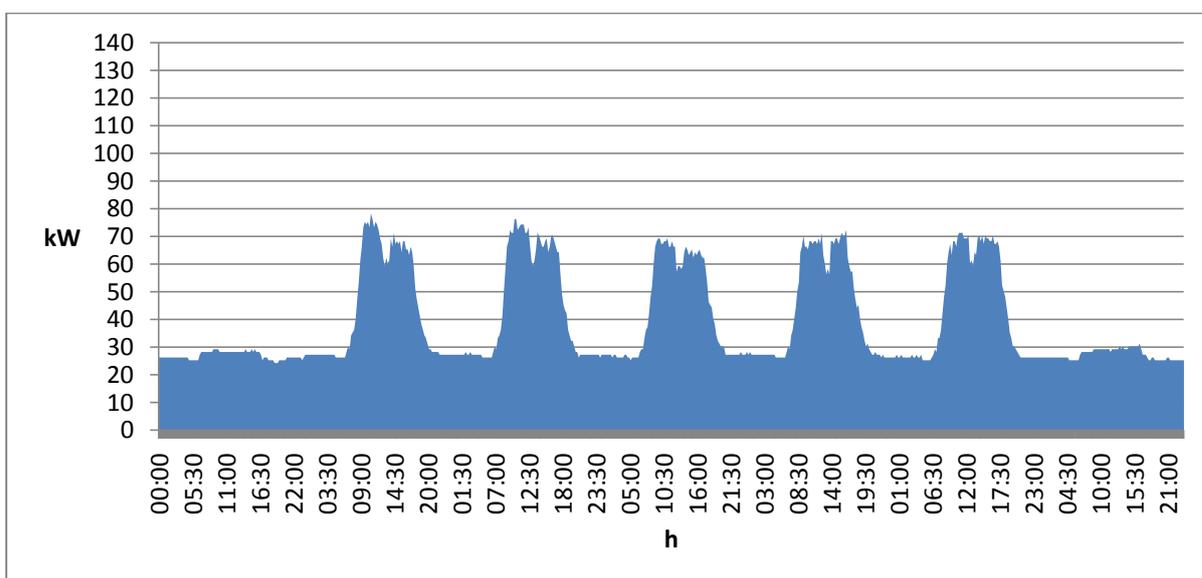


Gráfico 28 - DSC da semana de 9 a 15 de dezembro da UCP

Tabela 12 - FC, FV e UP da UCP na semana de 9 a 15 de dezembro

UCP 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
9 a 15 de Dez	31	744	6821,27425	94,316	21,265	40,60	72,32	0,43	0,23

De seguida vamos analisar os consumos dos departamentos do polo II de uma semana de abril, sendo este mês da estação de primavera em que foi registado uma temperatura mínima de 12° e máxima de 23°, e uma semana de junho da estação de verão com temperatura mínima 15° e máxima de 35°.

Pelo gráfico 29, pertencente ao DEEC, é visível a diferença de consumo, em que a semana de abril em análise, tal como a semana de Outubro analisada anteriormente, é uma semana onde a temperatura ambiente é amena, ou seja, o consumo com equipamentos de aquecimento e de ar condicionado não é muito grande.

Em comparação com o mês de Outubro o consumo do mês de abril é ligeiramente maior durante o dia e significativamente maior durante a noite e durante o fim de semana. Isto deve-se ao facto de haver uma maior utilização do departamento por parte dos estudantes e também por haver mais equipamentos ligados durante noite e no fim de semana para recolha de dados para teses de mestrado.

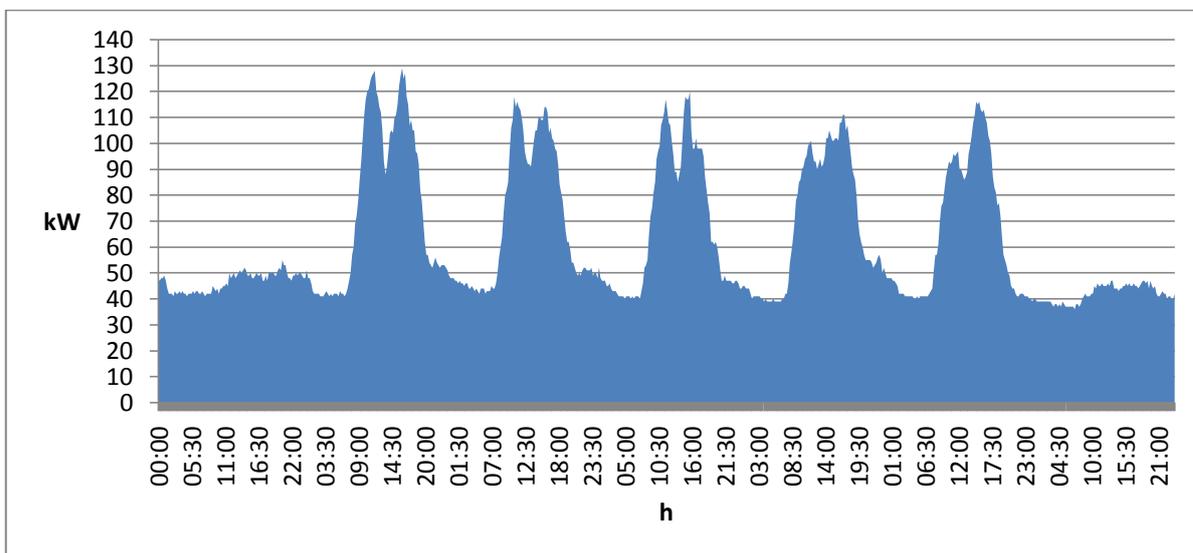


Gráfico 29 - DSC da semana de 14 a 20 de Abril do DEEC

Tabela 13 - FC, FV e UP do DEEC na semana de 14 a 20 de abril

DEEC 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
14 a 20 de Abr	30	720	10491,75	129	36	62,45	81,33	0,48	0,28

O menor consumo registado na semana em análise no mês de Junho deve-se ao facto de ser uma época de exames e o departamento não ser frequentado por tantos alunos e não haver aulas teóricas e praticas como numa semana típica. No entanto, apesar de ser uma semana atípica, a potência pedida à rede durante o dia ainda ficou acima dos 80kW.

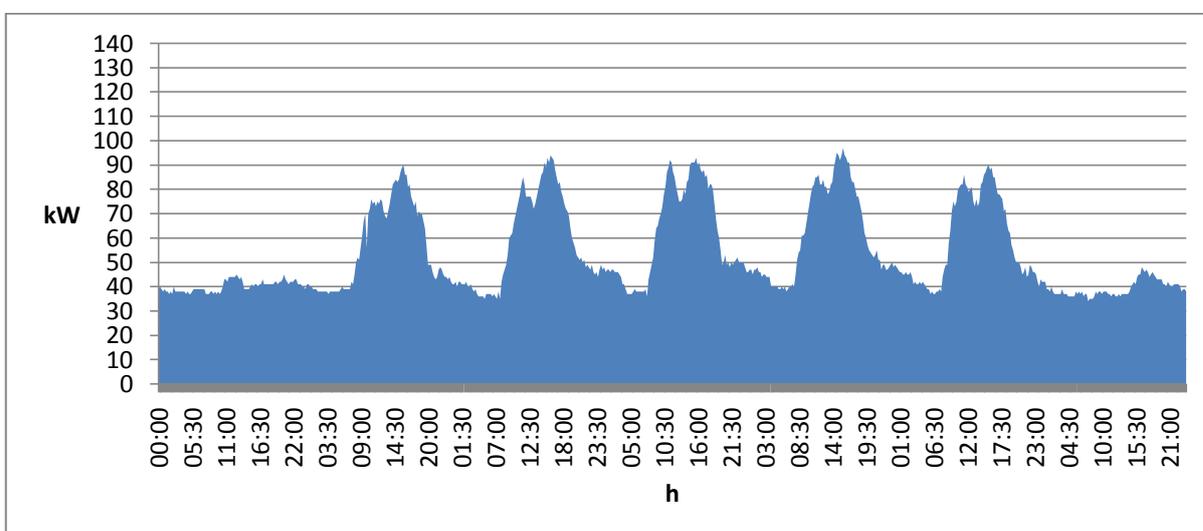


Gráfico 30 - DSC da semana de 23 a 29 de junho do DEEC

Tabela 14 - FC, FV e UP do DEEC na semana de 23 a29 de junho

DEEC 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
23 a 29 de Jun	30	720	9011,75	97	34	53,64	92,90	0,55	0,35

Em relação ao DEC, o consumo durante o dia na semana de Abril, especialmente sexta-feira, é ligeiramente inferior aos dados obtidos na semana analisada anteriormente no mês de Outubro. O contrário acontece ao consumo durante a noite, que na semana de Abril o consumo é significativamente maior, chegando quase aos 50kWh.

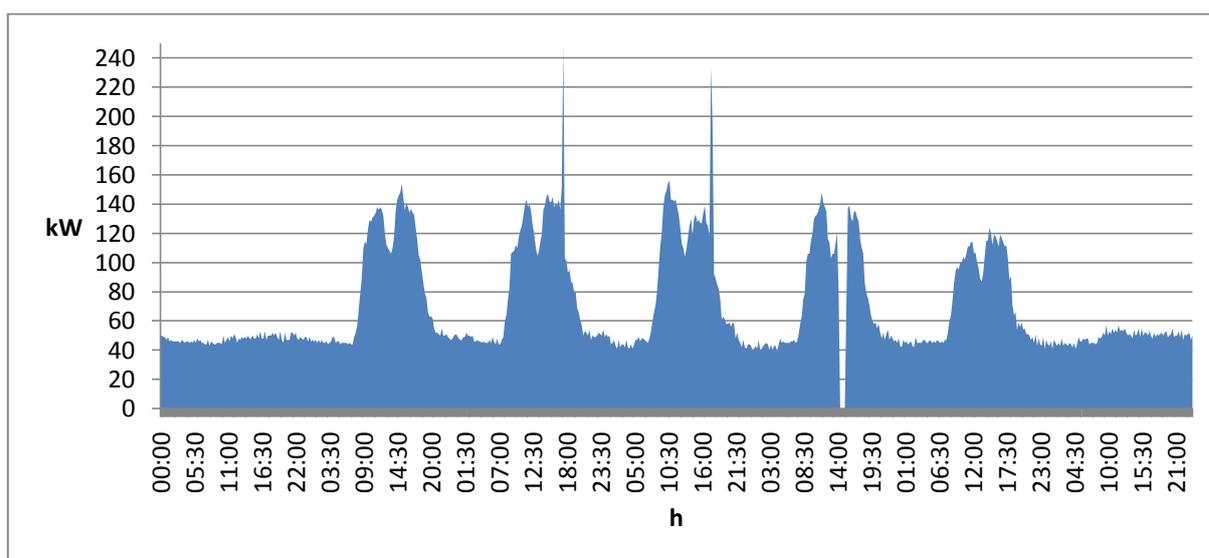


Gráfico 31 - DSC da semana de 14 a 20 de abril do DEC

Tabela 15 - FC, FV e UP do DEC na semana de 14 a 20 de abril

DEC 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
14 a 20 de Abr	28	672	11784,25	248	0	70,14	47,52	0,28	0,00

Na semana do mês de Junho é bem visível que o consumo de segunda-feira e terça-feira é bastante inferior aos respetivos dias da semana de Abril, como seria de esperar visto que Junho é um mês de exames, em que tanto as aulas teóricas e praticas acabaram e nem todos os alunos frequentam o departamento com a mesma regularidade que num mês típico de aulas.

Em relação à quarta-feira, quinta-feira e sexta-feira o consumo não só aumentou como ultrapassou os mesmos dias da semana de Abril, isto poderá ser consumo com a climatização.

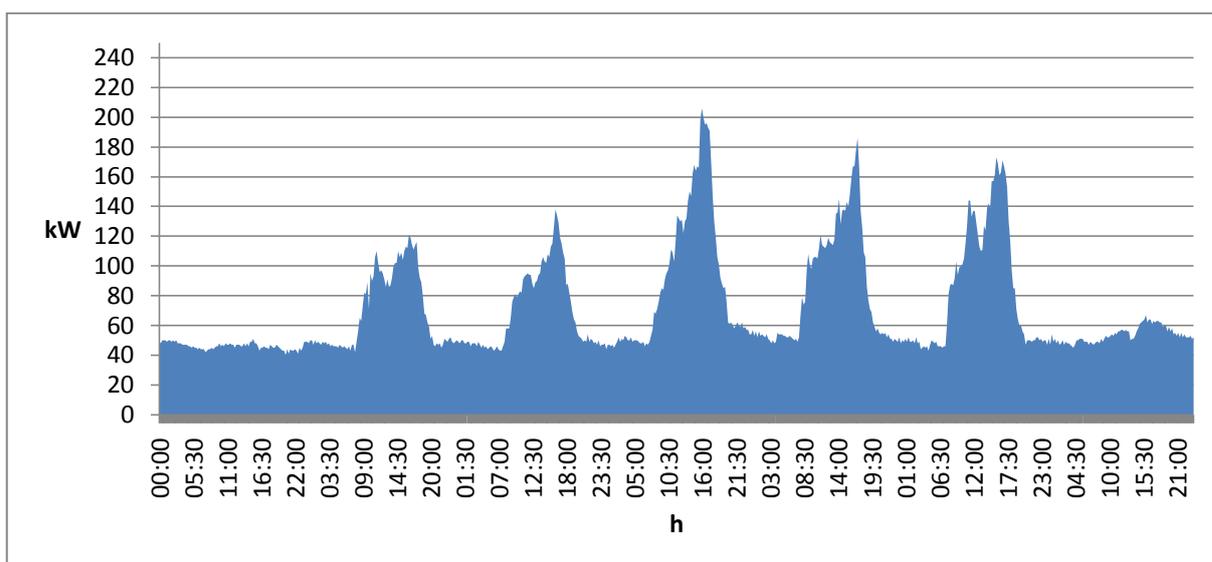


Gráfico 32 - DSC da semana de 23 a 29 de junho do DEC

Tabela 16 - FC, FV e UP do DEC na semana de 23 a 29 de junho

DEC 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
23 a 29 de Jun	30	720	11969,5	206	40	71,25	58,10	0,35	0,19

A potência do DEI durante o dia na semana de Abril, em comparação com a semana de Outubro aumentou ligeiramente, especialmente segunda-feira e sexta-feira chegando mesmo ao patamar de 100kW.

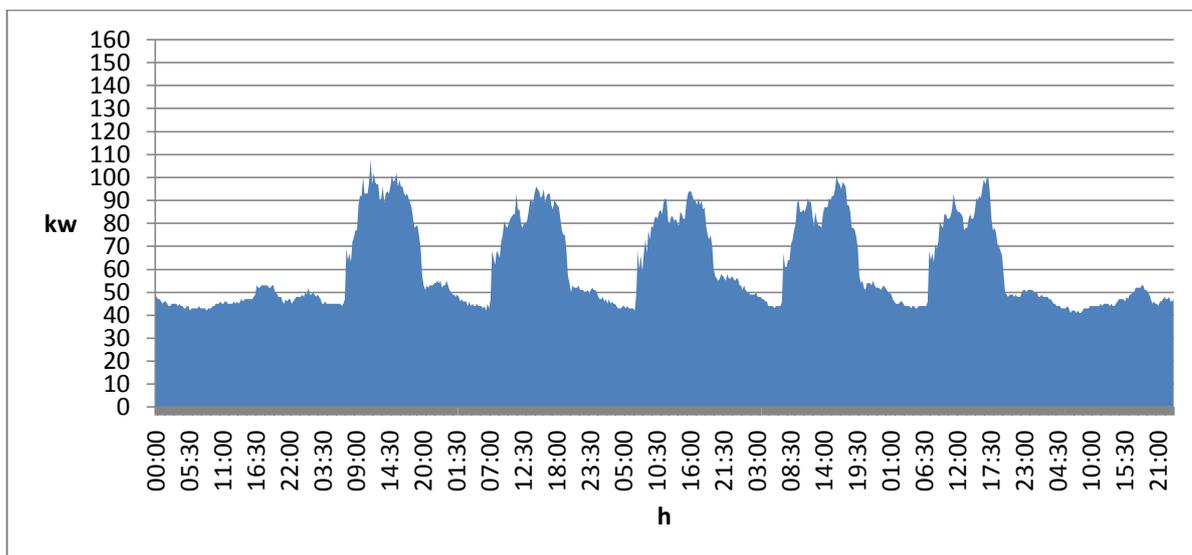


Gráfico 33 - DSC da semana de 14 a 20 de abril do DEI

Tabela 17 - FC, FV e UP do DEI na semana de 14 a 20 de abril

DEI 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
14 a 20 de Abr	28	672	10244,5	108	41	60,98	94,86	0,56	0,38

O consumo diário na semana do mês de Junho diminuiu relativamente ao mês de Abril o que seria de esperar, mas ficando ligeiramente acima do consumo diário efetuado na semana do mês de Outubro. Durante a noite o consumo da semana do mês de Junho aumentou ligeiramente face a semana de Abril.

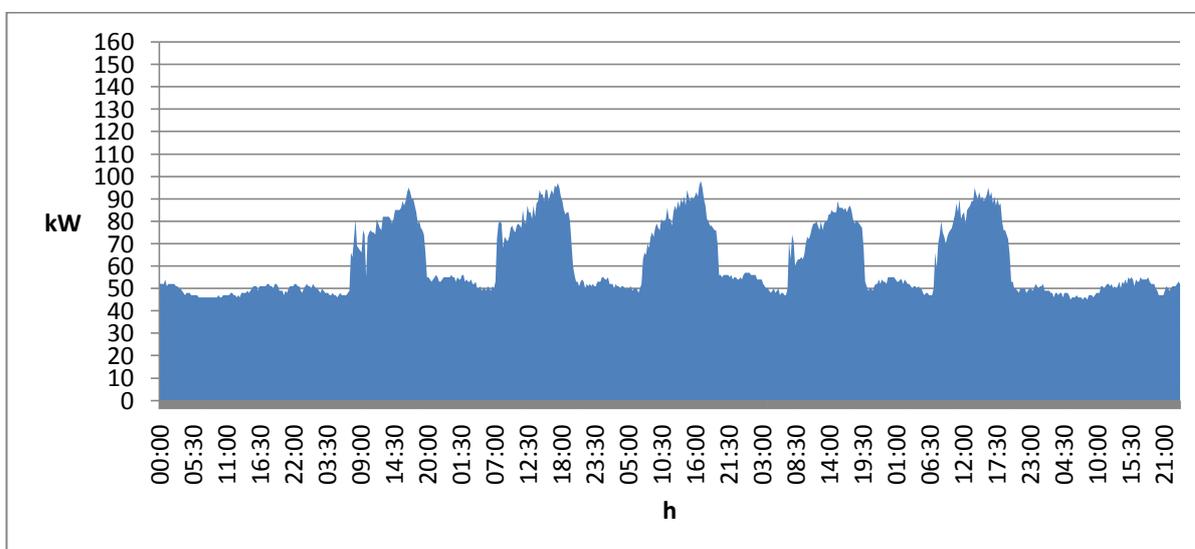


Gráfico 34 - DSC da semana de 23 a 29 de junho do DEI

Tabela 18 - FC, FV e UP do DEI na semana de 23 a 29 de junho

DEI 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
23 a 29 de Jun	30	720	10402	98	45	61,92	106,14	0,63	0,46

Como se pode ver pelo gráfico 35 pertencente ao DEM é bem visível o aumento de consumo durante o período de funcionamento laboral comparado com o mesmo período da semana de Outubro analisado anteriormente. Este aumento pode dever-se ao facto de os utilizadores do departamento ligarem equipamentos de climatização visto que este departamento foi equipado com este tipo de equipamento neste mesmo ano.

É de salientar que apesar do aumento do consumo em horário laboral o consumo em horas de vazio diminuiu ligeiramente relativamente a semana analisada no mês de Outubro

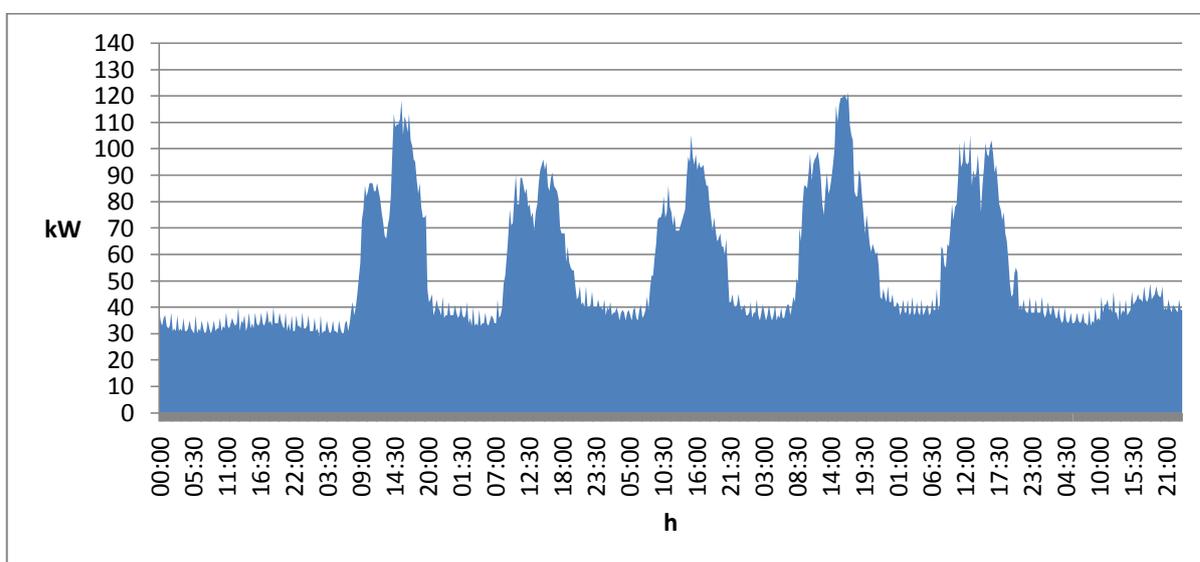


Gráfico 35 - DSC da semana de 14 a 20 de abril do DEM

Tabela 19 - FC, FV e UP do DEM na semana de 14 a 20 de abril

DEM 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
14 a 20 de Abr	28	672	9063,50975	121,305	28,953	53,95	74,72	0,44	0,24

Como seria de esperar o consumo durante o dia na semana do mês de Junho diminuiu face a semana previamente analisada, ficando próxima do consumo da semana analisada no mês de

Outubro. Visto que a semana em análise do mês de Junho é uma semana atípica sendo menos frequentada pelos estudantes é seguro dizer que este consumo deve-se também aos equipamentos de ar condicionado devido as temperaturas que se fazem sentir durante este mês.

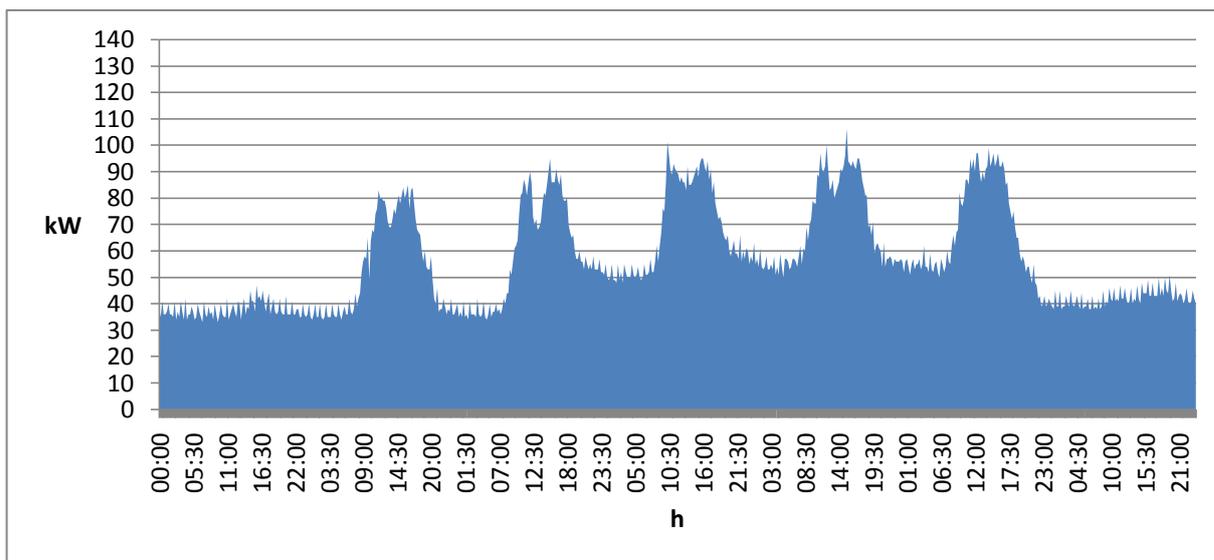


Gráfico 36 - DSC da semana de 23 a 29 de junho DEM

Tabela 20 - FC, FV e UP do DEM na semana de 23 a 29 de junho

DEM 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
23 a 29 de Jun	30	720	9517,99025	106,258	32,956	56,65	89,57	0,53	0,31

O consumo do DEQ na semana do mês de Abril, de um modo geral é ligeiramente menor em relação a semana do mês de Outubro, analisado anteriormente. No entanto de quarta-feira para quinta-feira da semana do mês de abril, o consumo em horas de vazio é significativamente maior apesar de o consumo em horas de vazio em geral ter diminuído.

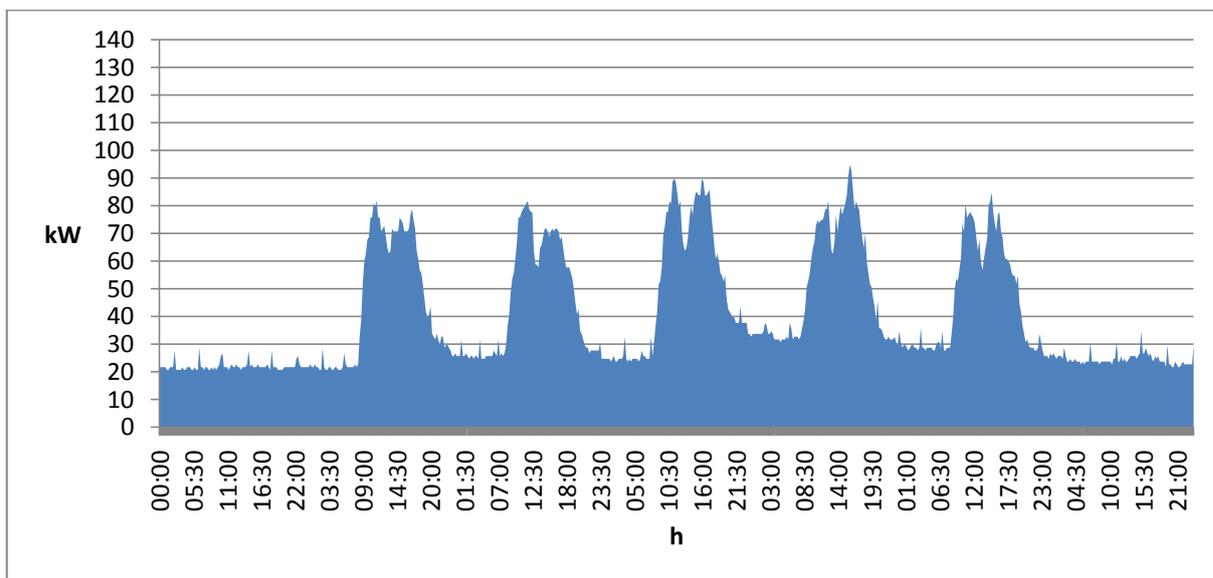


Gráfico 37 - DSC da semana de 14 a 20 de abril do DEQ

Tabela 21 - FC, FV e UP do DEQ na semana de 14 a 20 de abril

DEQ 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
14 a 20 de Abr	28	672	6817,4275	94,756	20,704	40,58	71,95	0,43	0,22

Pelo gráfico 38 é possível verificar que o consumo é ligeiramente inferior em relação a semana em análise no gráfico 37. Contudo o consumo fica muito além do esperado, visto que a semana em análise é uma semana de exames no final da época normal. Sendo esta uma semana na qual parte dos alunos não frequenta o departamento, o consumo extra, tal como nos departamentos anteriormente analisados, dever-se há ao facto da utilização de equipamentos de ar condicionado.

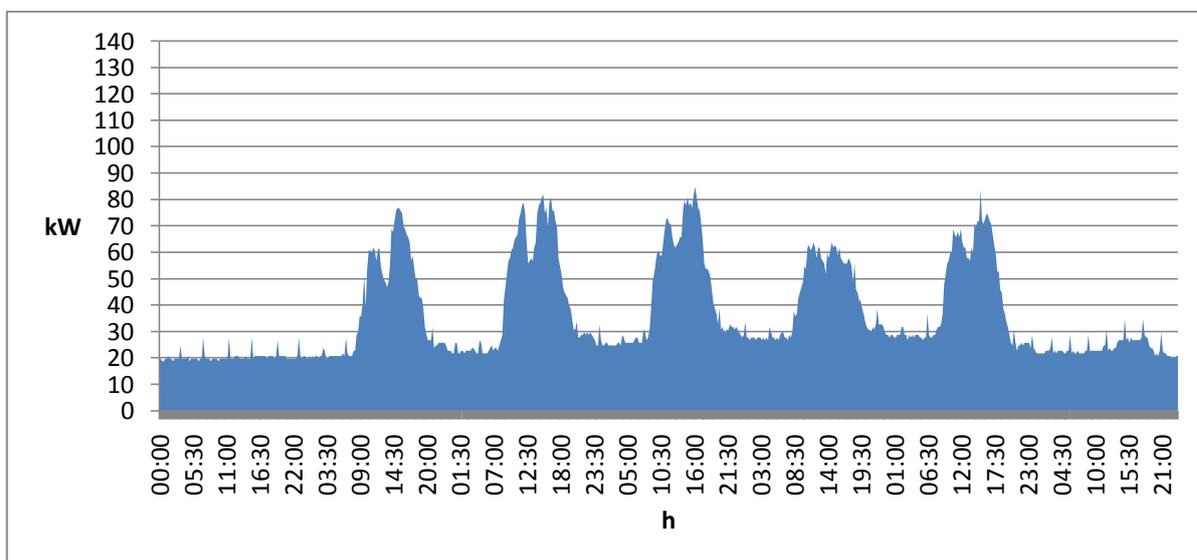


Gráfico 38 - DSC da semana de 23 a 29 de junho do DEQ

Tabela 22 - FC, FV e UP do DEQ na semana de 23 a 29 de junho

DEQ 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
23 a 29 de Jun	30	720	6099,2475	84,749	18,703	36,31	71,97	0,43	0,22

Em relação a UCP o consumo semanal do mês de Abril é bastante inferior ao consumo registado na semana do mês de Outubro, isto pode dever-se ao facto de o equipamento nos serviços académicos ser menos utilizado devido à menor afluência de estudante nesta data. O aumento de consumo registado no fim-de-semana deve-se ao fato de alguns dos equipamentos se ligarem e desligarem automaticamente a uma determinada hora, não estando a fazer diferença entre fim-de-semana e dia útil de funcionamento.

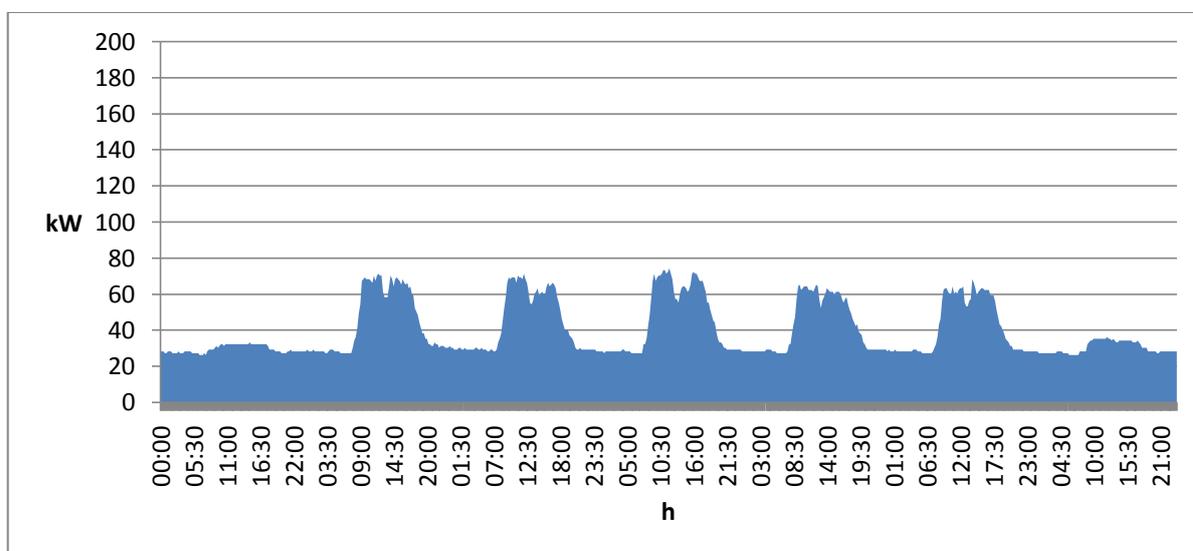


Gráfico 39 - DSC da semana de 14 a 20 de abril da UCP

Tabela 23 - FC, FV e UP da UCP na semana de 14 a 20 de abril

UCP 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
14 a 20 de Abr	28	672	6684,17425	74,302	26,268	39,79	89,96	0,54	0,35

Devido ao modo como a UCP foi concebida é um edifício que tem muita exposição ao sol, isto implica que nos meses mais quentes, como o mês de junho, as temperaturas no interior sejam muito altas, tendo que usar equipamentos de climatização para diminuir a temperatura o que

provoca um aumento de consumo, sendo este o facto dos picos de consumo registados na semana em análise. Os picos registados na noite de quinta para sexta e no sábado devem-se a cargas que se ligam automaticamente.

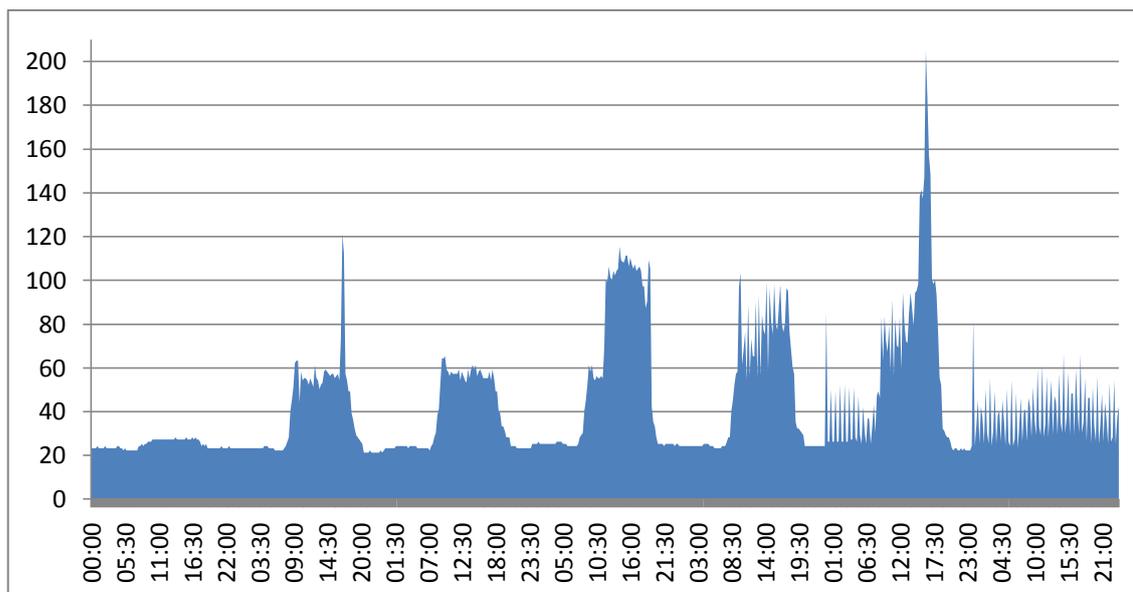


Gráfico 40 - DSC da semana de 23 a 29 de junho da UCP

Tabela 24 - FC, FV e UP da UCP na semana de 23 a 29 de junho

UCP 2012/2013	nº dias	horas	Consumo kWh	Max kW	Min kW	Pmed [kW]	Utilização ponta	Factor Carga	Factor vazio
23 a 29 de Jun	30	720	7208,4215	204,822	21,265	42,91	35,19	0,21	0,10

Com os DSC analisados anteriormente verificamos que a sazonalidade impõe comportamentos de consumo diferentes entre os departamentos. A sazonalidade de Inverno nota-se mais nos edifícios do DEEC, DEI e DEQ. Por outro lado a sazonalidade de Verão faz-se sentir mais nos departamentos DEC, DEM e UCP.

3.1.2 Semanas atípicas

Foram também analisadas algumas semanas atípicas, quem contêm um ou mais dias em que os utentes dos departamentos não frequentem os mesmos devido a feriados ou por não haver aulas.

Na semana que contém o feriado 1 de Novembro, que ocorreu numa quinta-feira, pode-se ver as consequências no consumo de eletricidade que este feriado originou no dia a seguir, sexta-feira dia 2 de Novembro.

Os DSC neste subcapítulo, tal como no anterior começam no domingo e acabam no sábado.

No caso do DEC o consumo na sexta-feira, tal como no DEEC, é inferior relativamente aos restantes dias da semana. Relativamente ao feriado é possível verificar que houve um ligeiro consumo de energia acima do consumo em horas de vazio, embora este consumo não se compare com o verificado na situação anterior, indica que houve pessoas a frequentar o departamento ou pode ter sido equipamentos a ligar automaticamente.

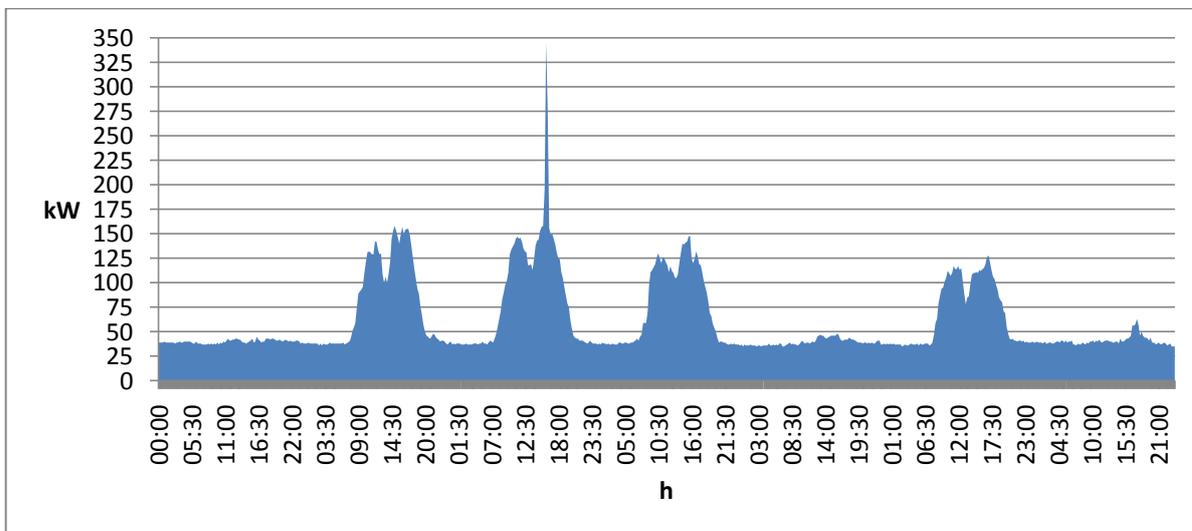


Gráfico 41 - DSC da semana de 28 de outubro a 3 de novembro do DEC

Pelo DSC em baixo (gráfico 42), vemos que o consumo na quarta-feira e na sexta-feira diminuiu ligeiramente em comparação com segunda-feira e terça-feira, isto pode dever-se ao facto dos alunos terem aproveitado o feriado e terem ido para casa, no caso de serem pessoas de fora. Apesar de quinta-feira ser feriado, o consumo durante o dia é ligeiramente superior ao consumo durante a noite, isto mostra que apesar de ser feriado houve pessoas a ir ao departamento para trabalhar ou estudar.

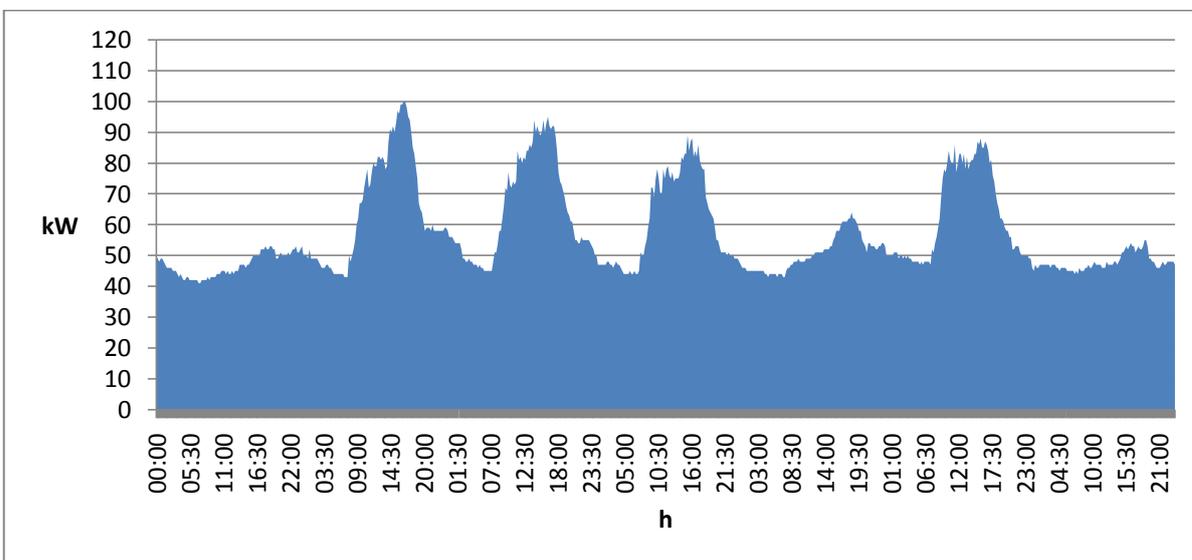


Gráfico 42 - DSC da semana de 28 de outubro a 3 de novembro do DEI

No caso da UCP verificamos que o feriado não interfere com o normal funcionamento do departamento, isto deve-se ao facto do funcionamento deste edifício não depender tanto de estudantes. No entanto tanto no feriado como no fim de semana existem consumos anormais, tal como já foi mencionado antes, isto deve-se ao facto de equipamentos neste edifício ligarem e desligarem automaticamente não fazendo distinção entre dias úteis, feriados e fim de semana.

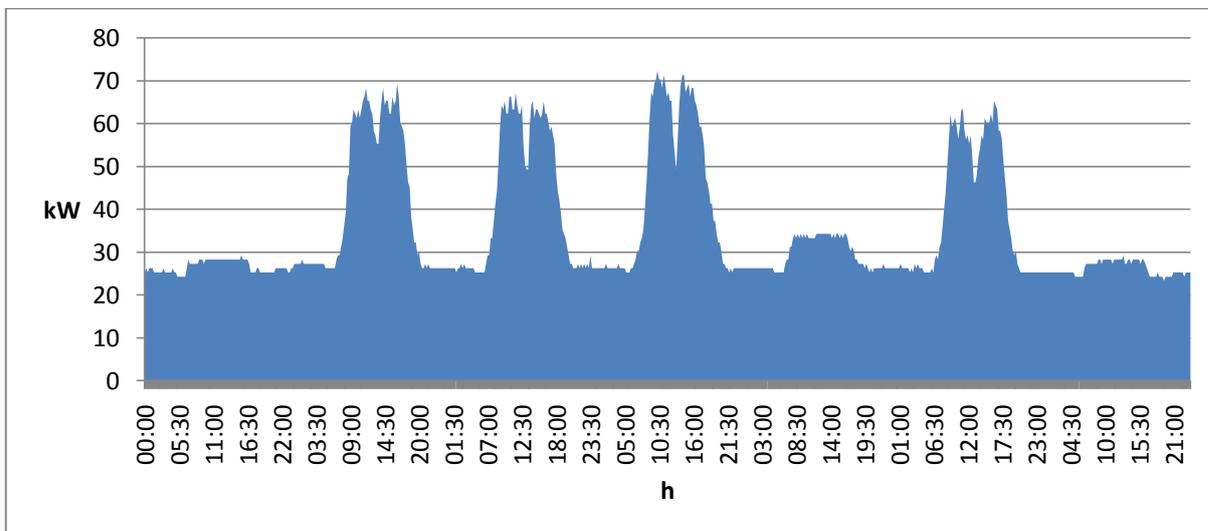


Gráfico 43 - DSC da semana de 28 de outubro a 3 de novembro da UCP

A forma dos DSC correspondentes aos departamentos DEEC, DEM e DEQ é muito parecida à forma dos DSC do DEC e do DEI, sendo assim os DSC encontram-se no anexo A.

De seguida vamos analisar os diagramas semanais de carga da 2ª semana de Janeiro de 2013, do dia 6 a 12 de janeiro em que esteve uma temperatura mínima de 4° e máxima de 15° , sendo esta uma semana de exames no inverno em que os departamentos não são frequentados por tantos alunos como numa semana típica de aulas.

Pelo gráfico 44 do DEC verificamos que o consumo aumentou ligeiramente em relação ao mês de Dezembro, tendo-o mesmo ultrapassado na quinta-feira. Isto deve-se ao fato de neste dia ter havido exames e ser véspera de outros exames, houve um aumento de pessoas a frequentar o departamento e consequentemente um aumento de consumo em equipamentos de aquecimento devido a ser um mês de temperaturas baixas.

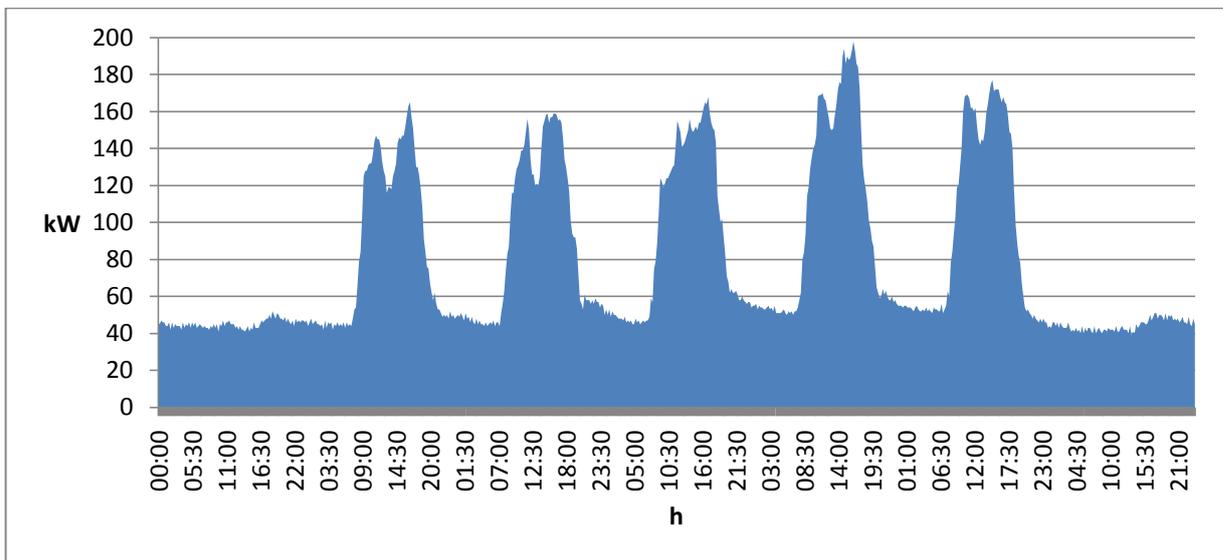


Gráfico 44 - DSC da semana de 6 a 12 de janeiro do DEC

Pelo gráfico 45 vê-se que o consumo decai sucessivamente de segunda-feira para sexta-feira, isto indica que os estudantes frequentaram menos o departamento no final da semana, isto deve-se ao facto de ter havido menos exames no final da semana. Este consumo deve-se também ao facto da utilização de equipamentos de aquecimento elétrico.

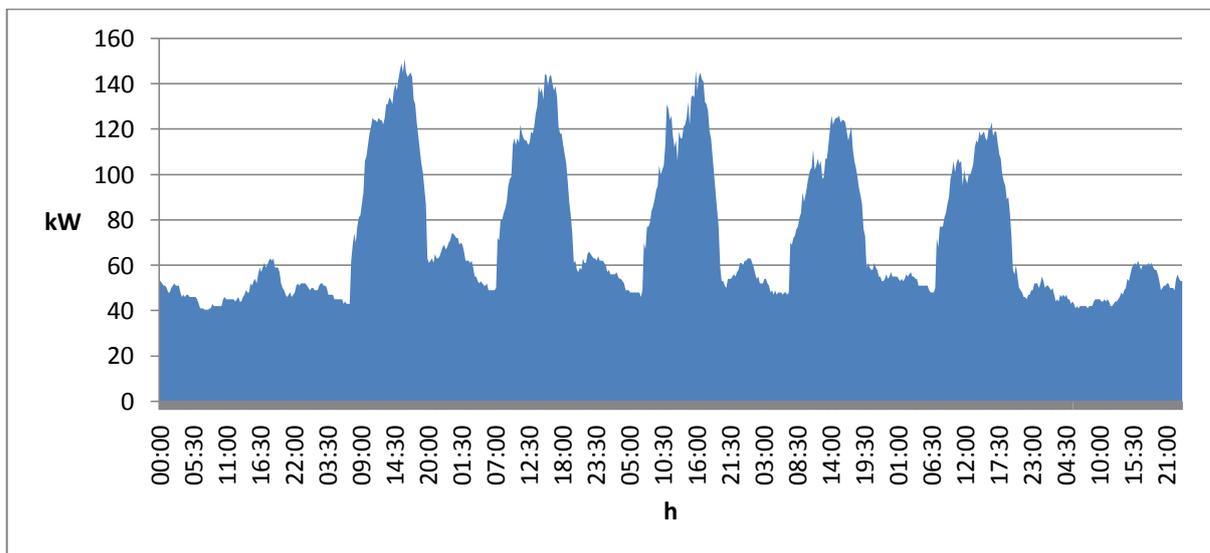


Gráfico 45 - DSC da semana de 6 a 12 de janeiro do DEI

Em relação à UCP o consumo nas horas laborais aumentou ligeiramente na semana de Janeiro em análise em relação a semana de Dezembro previamente analisada. Porém o consumo em horas de vazio diminuiu. Sendo um departamento onde não há aulas durante a época de exames este aumento de consumo deve-se a uma maior utilização de equipamento por parte dos funcionários.

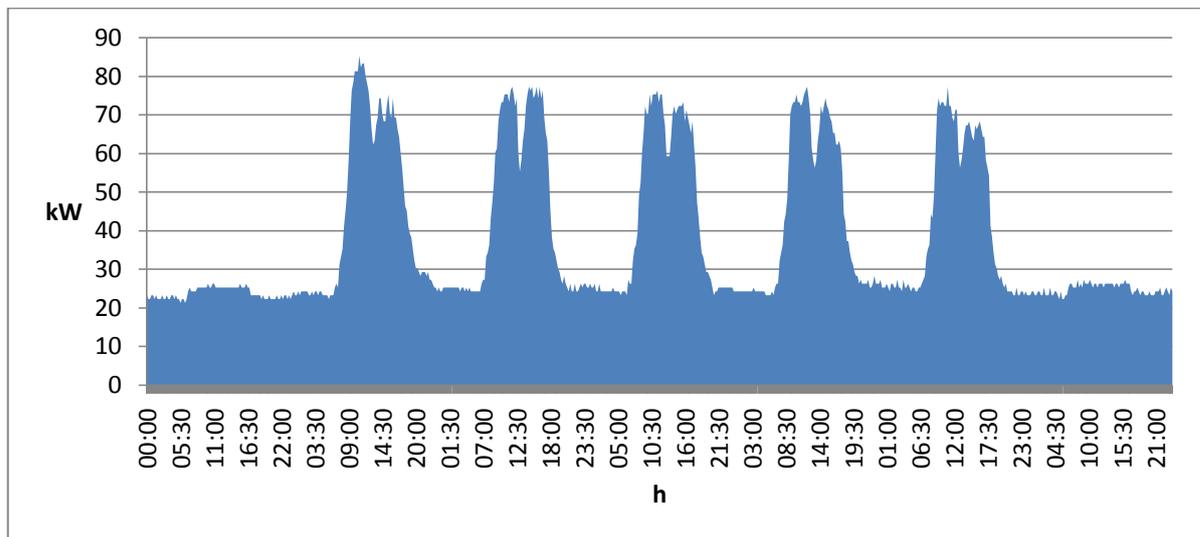


Gráfico 46 - DSC da semana de 6 a 12 de janeiro da UCP

Os gráficos correspondentes aos departamentos DEEC, DEM e DEQ encontram-se no anexo A.

Por último vamos analisar a semana da queima das fitas, sendo esta uma semana sem aulas no Polo II.

A potência na semana da queima das fitas no DEC, comparando com a semana seguinte, diminuiu entre 20kW a 40kW durante o dia devido à menor utilização por parte dos alunos. Contudo este consumo ficou muito acima do consumo efetuado durante as horas de vazio e o forno de alta potência para testes de materiais foi utilizado várias vezes mostrando que o departamento foi utilizado para trabalhar ou estudar por um grande número de pessoas.

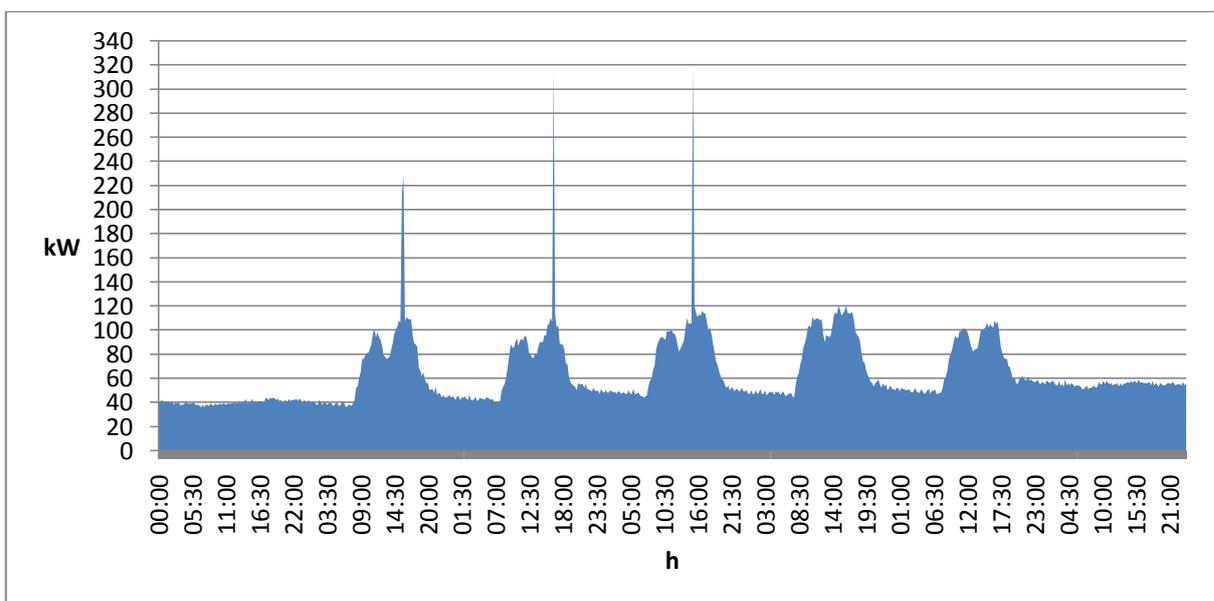


Gráfico 47 - DSC da semana de 3 a 10 de Maio do DEC

Na semana a seguir a queima verificamos que a potência volta a aumentar, chegando a um consumo de 140kW, indicando o normal funcionamento do departamento. O consumo durante a noite aumenta significativamente.

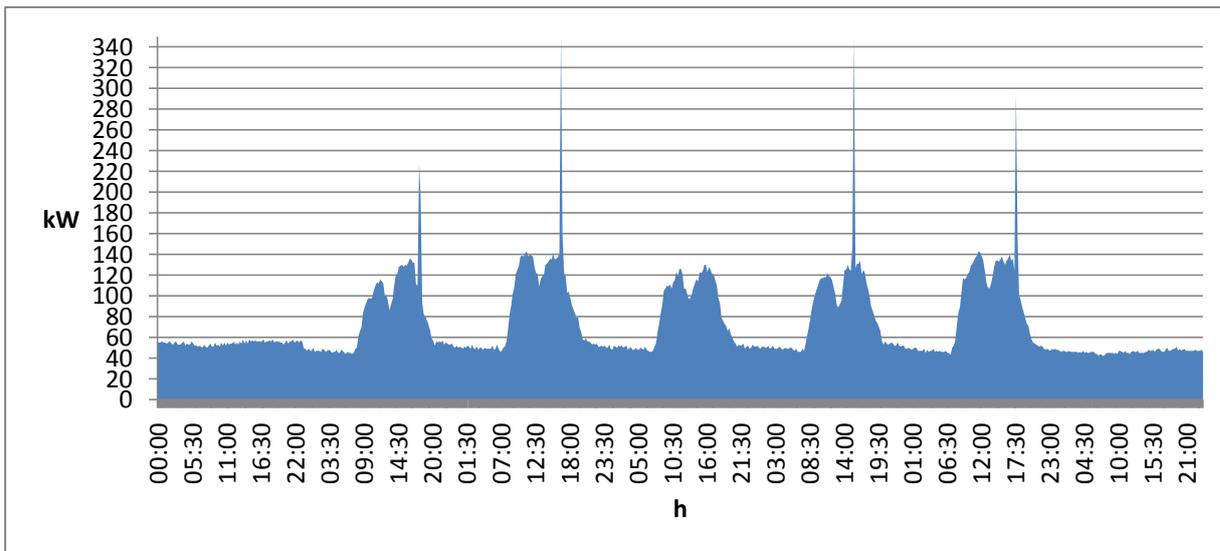


Gráfico 48 - DSC da semana de 12 a 18 de Maio do DEC

O DEI na semana da queima das fitas teve um menor consumo de energia, tal como aconteceu no DEC.

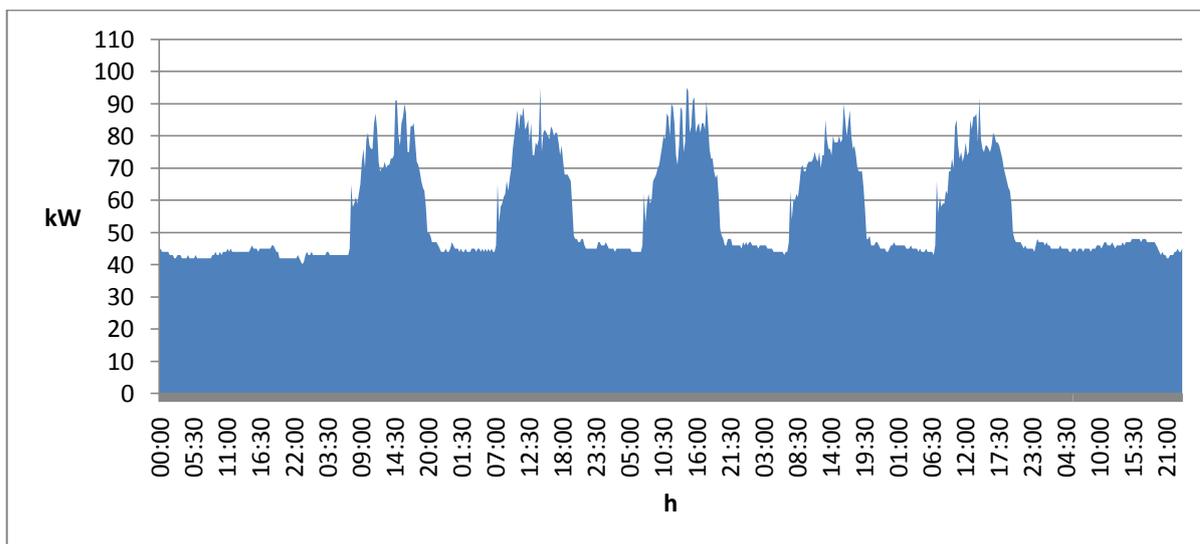


Gráfico 49 - DSC da semana de 3 a 10 de Maio do DEI

Pelo gráfico 50 correspondente a semana a seguir a queima das fitas, verificamos que o consumo das 20:00h à 0:00 aumenta, isto dever-se ao facto de os alunos nesta altura permanecerem no departamento a estudar para eventuais frequências e para realizar trabalhos.

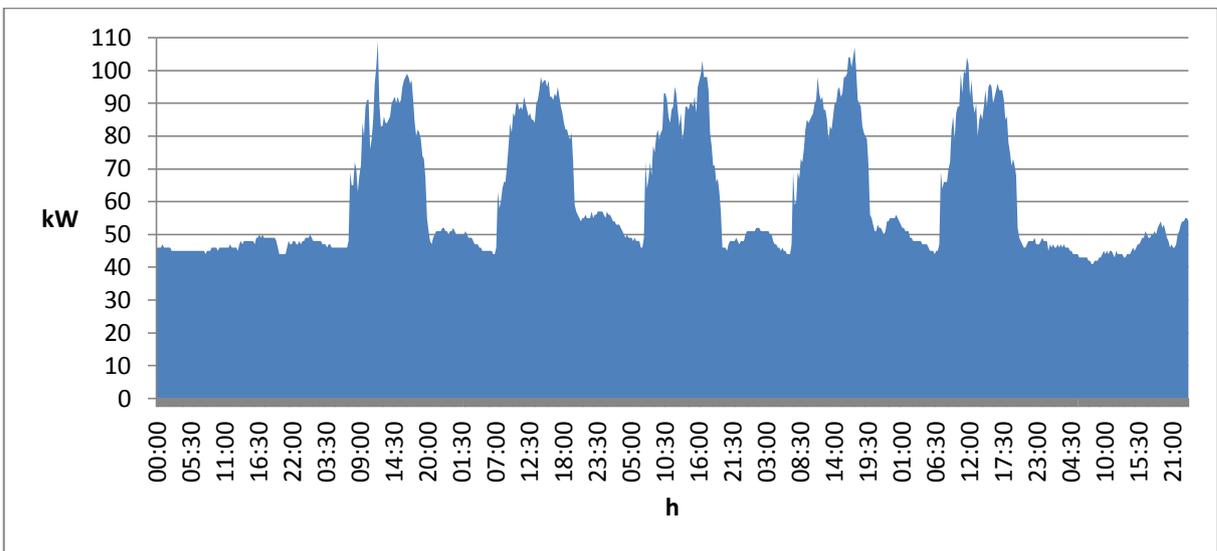


Gráfico 50 - DSC da semana de 12 a 18 de Maio do DEI

O DEM, ao contrário dos restantes departamentos, o consumo de energia na semana da queima das fitas é ligeiramente inferior ao consumo verificado na semana a seguir a queima.

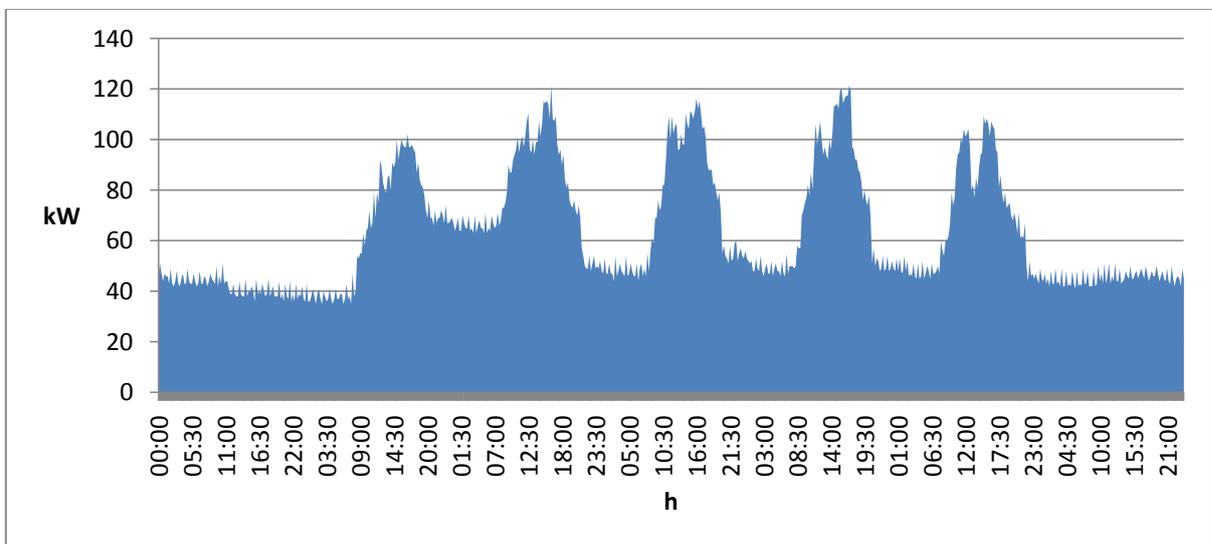


Gráfico 51- DSC da semana de 3 a 10 de Maio do DEM

Houve também um aumento nas horas de vazio, isto dever-se ao facto de vários equipamentos permanecerem ligados durante a noite por esquecimento ou para recolha de dados para dissertações visto ser um data de final de semestre.

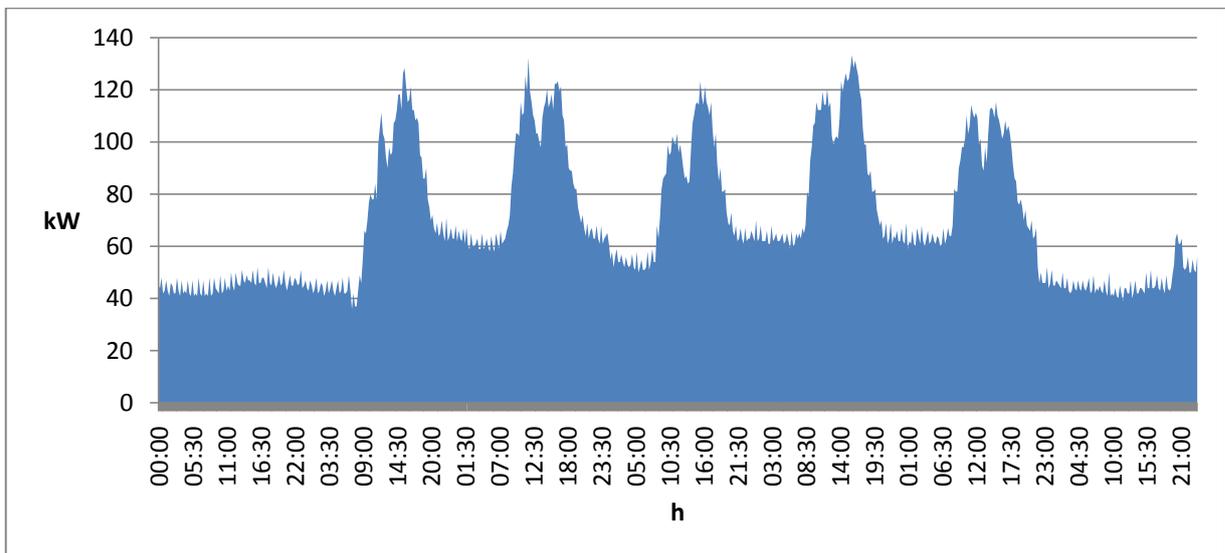


Gráfico 52 - DSC da semana de 12 a 18 de Maio do DEM

3.2 Comparações entre os departamentos

Os edifícios do Polo II da FCTUC por serem edifícios de serviços sendo o funcionamento igual em todos, a forma dos diagramas de carga são idênticos. A diferença reside no maior ou menor consumo de energia isto devido tanto à quantidade de equipamentos utilizados por cada departamento como a quantidade de pessoas que os frequenta.

Pelos gráficos do subcapítulo anterior fica bem definido que o DEC e o DEEC são os departamentos onde o consumo durante o dia atinge valores mais elevados. Em relação aos departamentos com consumos mais baixos durante o dia são eles o DEQ e UCP, sendo estes mesmos departamentos com os valores mais baixos de consumo de energia nas horas de vazio.

4 Sistema de Monitorização do Polo II

4.1 Hardware

Para o sistema de monitorização do Polo II foram adquiridos vários equipamentos, como por exemplo contadores EM21-72D, transformadores de corrente, concentradores Zélio Logic e mini computadores.

Contador de energia trifásico compacto do tipo EM21 72D



Figura 8 - Contador de energia trifásico

Contador de energia trifásico com display LCD frontal removível. Este aparelho é adequado tanto para medir energia ativa como energia reativa.

Medições de correntes são feitas indiretamente por meio de transformadores de correntes externos e medições de tensão são realizadas diretamente quando instalado em Baixa Tensão, como é o caso do sistema de monitorização.

O EM21-72D é fornecido, como padrão, com uma saída de pulsos para a retransmissão de energia ativa. Além disso, uma porta de comunicação RS485 2 fios está disponível como opção.

Folha de dados deste produto no Anexo B.

Transformadores de corrente 200/5A e 150/5A

Um transformador de corrente é um dispositivo que reproduz a corrente que circula no enrolamento primário no seu circuito secundário mantendo a sua posição vetorial numa proporção adequada.

A utilização do transformador de corrente, normalmente em aplicações de alta potência, isola o circuito primário do circuito secundário, fornecendo correntes suficientemente reduzidas de forma a permitir a sua proteção, controlo e medida.

Devido aos contadores serem de ligação indireta, é necessário transformadores para baixarem o nível de corrente para valores entre 0 a 5A.



Figura 9 - Transformador de corrente aberto

Transformadores de correntes abertos são transformadores com sistema de abertura rápida (permitem a colocação dos mesmos sem necessidade de interromper os circuitos) com razões de transformação e dimensões adequadas para qualquer instalação.

Porta fusíveis 3 Fases+Neutro



Figura 10 - Porta fusíveis de 3 fases mais neutro

Faz proteção há alimentação trifásica do contador

Módulos lógicos Zélio Logic



Figura 11 - Zélio Logic SR3B102BD

Este módulo lógico da Schneider, SR3B102BD, tem 6 entradas e 4 saídas. Os módulos lógicos Zélio Logic modulares podem receber expansões de entradas/saídas de 6, 10 ou 14 E/S.

A programação do Zélio Logic SR3B102BD pode ser feita através do teclado do módulo lógico, usando linguagem Ladder, ou através do computador com o software 'Zélio Soft' em que a programação pode ser realizada em linguagem Ladder ou em linguagem de diagrama de blocos (FBD).

Este concentrador permite ligar vários contadores e enviar a informação por estes recolhidos através de uma área local para onde se pretende armazenar estes mesmos dados.

A folha de dados deste produto no Anexo B.



Figura 12 - Zélio Logic SR3B261BD

Os relés inteligentes compactos da Schneider do modelo SR3B261BD têm 16 entradas e 10 saídas. Os módulos lógicos Zélio Logic modulares podem receber expansões de entradas/saídas de 6, 10 ou 14 E/S.

A programação destes concentradores pode ser realizada de maneira autónoma, utilizando o teclado do módulo lógico (linguagem Ladder) ou no computador usando o *software* 'Zélio Soft', onde a programação pode ser realizada em linguagem de contactos (Ladder) ou em linguagem de diagrama de blocos de funções (FBD).

Este concentrador permite as mesmas funções que o modelo anterior (figura 12) mas tem mais entradas.



Figura 13 - Módulo extensão ETHERNET SR3NET01BD

O módulo de comunicação SR3NET01BD usa o protocolo Ethernet com uma porta de comunicação 10/100BASE-T, tem uma saída RJ45 para a ligação à rede Ethernet e dois leds, um de estado de ligação (STS) e outro de comunicação (LK/ACT 10/100). A configuração é efetuada através do *software* 'Zélio Soft' onde são definidos 6 parâmetros essenciais: o tipo de endereçamento (estático ou dinâmico), endereço IP, a máscara da sub-rede, endereço do *gateway*, endereço de reserva e *time-out*. Este módulo permite receber (J1XT1 e J4XT1) e enviar (O1XT1 e O4XT1) 4 *words* de dados de 16 bits cada.

O módulo Ethernet, apesar de mais caro, compensa pela sua fácil integração nas redes de dados normalmente existentes em grandes edifícios, evitando a utilização de *gateways* auxiliares para conversão de protocolo Modbus RTU em Modbus TCP.



Figura 14 - Módulo ABL7RM24025

O componente ABL7RM24025 da Schneider é a fonte de alimentação para os concentradores da mesma marca, nomeadamente o modelo SR3B102BD e SR3B262BD usados na monitorização dos departamentos do Polo II. Tem uma tensão de entrada de 100V a 240V ac disponibilizando uma tensão á saída de 24V e uma corrente máxima de 2.5A.

Mini computador BOXWAVE NETTOP



Figura 15 - Mini computador BOXWAVE NETTOP

De modo a receber os dados dos concentradores, guardar e enviar os dados para a base de dados é usado o computador BOXWAVE NETTOP nT535.

Este computador de pequena dimensão tem uma eficiência energética dos processadores que quando necessário aumenta a performance do sistema para tarefas mais pesadas e diminuindo o consumo quando é necessária menos potência resultando assim em 70% menos energia consumida que um computador tradicional, fazendo deste computador uma boa escolha para a tarefa designada.

4.2 Custo do sistema de monitorização

Tabela 25 - Custo dos equipamentos do sistema de monitorização

Material	Quantidade	Preço Unitário €	Valor total €
Contador trifásico compacto	15	190	2850
Transformador 200/5 A	12	13,120	157,44

Transformador 150/5 A	12	13,120	157,44
Porta Fusível 3P+N	5	18,404	92,02
Fusível ZRO 2 A	15	0,640	9,60
PC BOXWAVE NETTOP	2	227	454
TI aberto 250/5	6	75,38	452,31
TI aberto 300/5	4	111,94	447,76
MOD LOG 10 E-S ST 24VCC	1	71,67	71,67
ZELIO LOG 26 E-S ST 24 VCC	1	122,78	122,78
MODULO EXTENSAO ETHERNET	1	85,31	85,31
ALIM MODUL 100- 240V 24VCC 2,5A	1	59,99	59,99

O total de custo do material adquirido para o sistema de monitorização do Pólo II, com IVA a 23% e desconto, foi de 4557€ euros.

4.3 Estrutura do sistema de monitorização

O projeto do sistema de monitorização do Polo II encontra-se ainda na sua fase inicial. De momento o edifício do DEEC é aquele que está em fase mais adiantada, tenho neste momento 6 pontos com medição de consumo e já tem disponível uma aplicação web onde se pode consultar o valor das monitorizações feitas.

A estrutura do sistema de monitorização dos restantes departamentos do Polo II, à semelhança do sistema já instalado no DEEC, consiste em colocar contadores em pontos onde se pretende monitorizar os consumos, estes contadores enviam a informação recolhida de consumo em trem de impulsos para um módulo lógico SR3. Este por sua vez através do módulo de interface Ethernet envia a informação para um computador local para recolha e armazenamento local de dados. Este computador é acedido pela aplicação da base de dados instalada em servidor para enviar de seguida a informação de consumo para a base de dados central. Aplicações web serão desenvolvidas para aceder aos dados de consumo para análise detalhada, execução de relatórios de apoio à gestão do edifício e produção de informação de disseminação para sensibilização dos utentes.

O sistema de monitorização ao estar estruturado deste modo assegura uma boa fiabilidade, com reduzida probabilidade de perda de dados, visto que a ligação do módulo lógico Zélio ao computador local é uma ligação através da rede de área local (LAN) onde raramente acontece falhas. Se o envio de dados do computador local para a base de dados falhar por perda de ligação

com a base de dados, não será um problema de maior visto que os dados estão armazenados no computador local, podendo essa informação ser enviada quando não houver problemas de ligação.

4.4 Monitorização on-line

Com o sistema de monitorização instalado nos departamentos é possível ver os consumos destes através da internet ou através de sistemas de visualização, tais como televisões preparadas para este efeito, instalados em vários pontos dos diferentes departamentos. Deste modo, um utilizador de qualquer departamento tem a possibilidade de consultar o consumo do seu departamento ou até mesmo de outro departamento. A consulta pode ser de dados instantâneos do consumo, visualizar o DDC, DSM e DMC dos vários departamentos ou até mesmo fazer a comparação entre os mesmos. Isto será possível através da aplicação MeWaGo que utiliza os dados da base de dados.

4.4.1 Mewago

MeWaGo significa Measurement of Electricity, Water, Gas and Other e é um software desenvolvido pela streamline. É uma plataforma para integração eficiente de dados de origem diversa, como gás, água e eletricidade. Processa e gere para monitorização, visualização ou uso em aplicações diversas de otimização de consumos, para clientes empresariais e domésticos.

Os dados para o MeWaGo são transferidos através da rede LAN, GSM/GPRS ou Powerline e permite uma grande facilidade de acesso aos mesmos.

Por enquanto o DEEC é o único edifício no Polo II da FCTUC que está a ser monitorizado, apesar de ainda não se encontrar a funcionar em pleno.

4.5 Aplicações da monitorização online

Algumas das funcionalidades que o MeWaGo dispõe é a visualização instantânea de consumos, como se pode ver pela imagem abaixo.



Figura 16 - Consumos instantâneos do DEEC

Salientar que o consumo instantâneo corresponde ao DEEC e a torre B e torre T encontra-se a zero devido ao MeWaGo não se encontrar a funcionar totalmente.

Outra forma de visualização de dados instantâneos que o *software* possibilita é através do diagrama diário de carga que vai ser construído ao longo do dia como se pode verificar pela imagem seguinte.

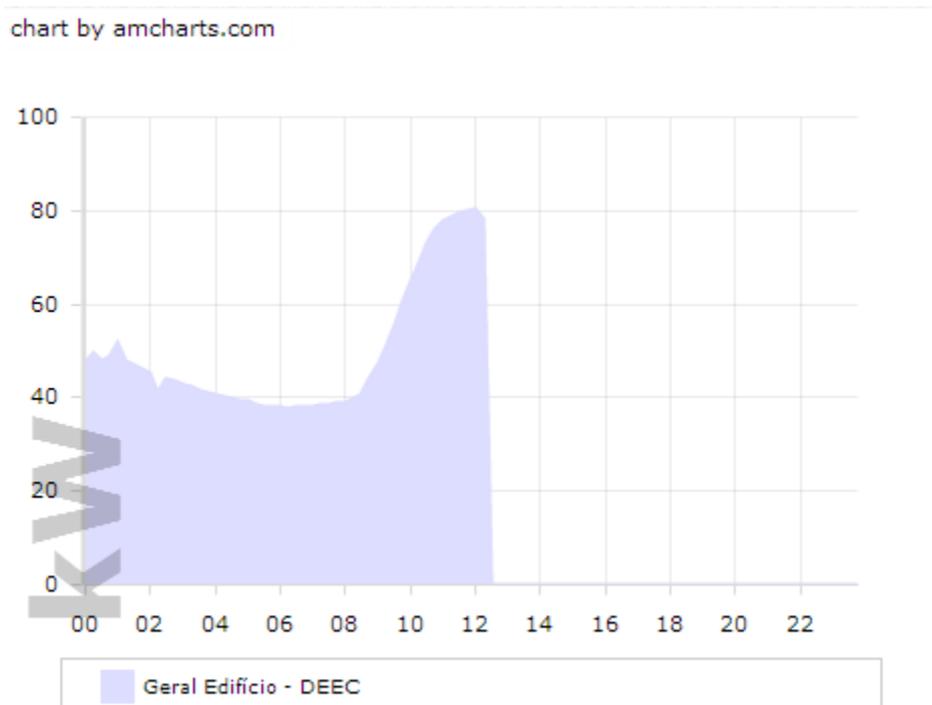


Figura 17 - DDC do DEEC

O MeWaGo utiliza igualmente estes dados para construção de um gráfico em que compara os dados do presente dia com o dia homólogo da semana anterior, possibilitando a visualização da diferença de consumos existentes.

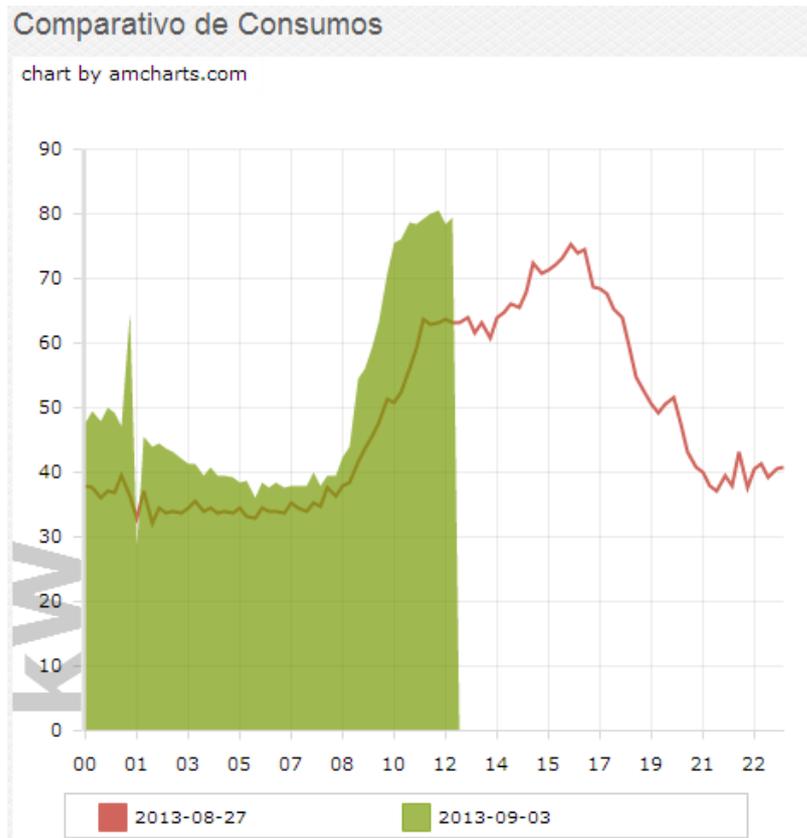


Figura 18 - DDC a comparar o dia 3-09-2013 com o dia 27-08-2013

O mesmo se aplica aos Diagramas Semanais de Carga.

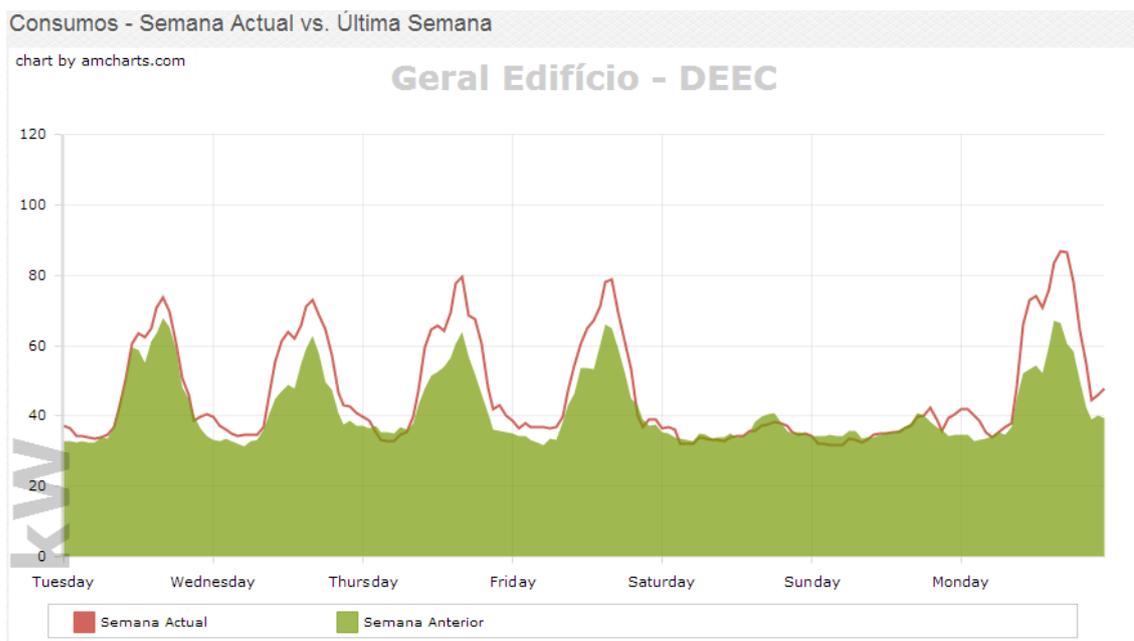


Figura 19 - DSC a comparar uma semana com a anterior

Assim que o sistema de monitorização estiver instalado nos restantes edifícios do Polo II da FCTUC e o *software* MeWaGo estiver a funcionar em pleno, não só as funcionalidades descritas anteriormente serão possíveis aplicar aos restantes edifícios, como desenvolver novas com o propósito de comparar os consumos entre os departamentos.

Para exemplificar a funcionalidade identificada anteriormente, temos o gráfico 53 em baixo, que faz a comparação do consumo de energia do DEQ com o DEC no dia 28 de Maio de 2013.

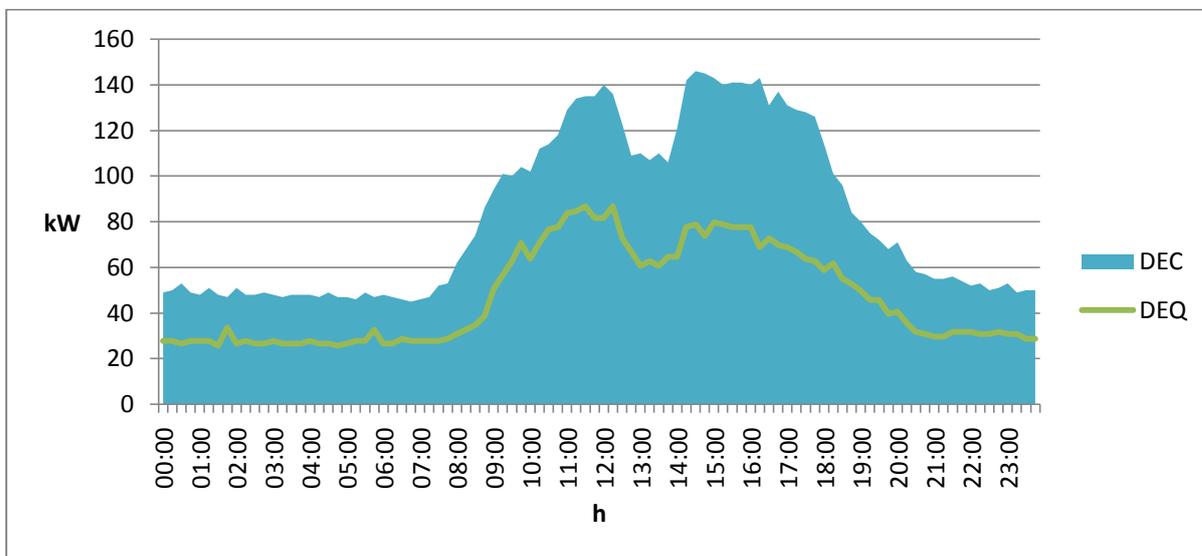


Gráfico 53 - DDC a comparar o consumo do DEQ com o DEC no dia 28 de maio

Neste DDC é bem visível a diferença dos consumos, uma diferença notavelmente grande tanto durante o dia como nas horas de vazio.

Ao adicionar os restantes departamentos ao gráfico verificamos que o consumo do DEC destaca-se não só do DEQ mas também dos restantes departamentos.

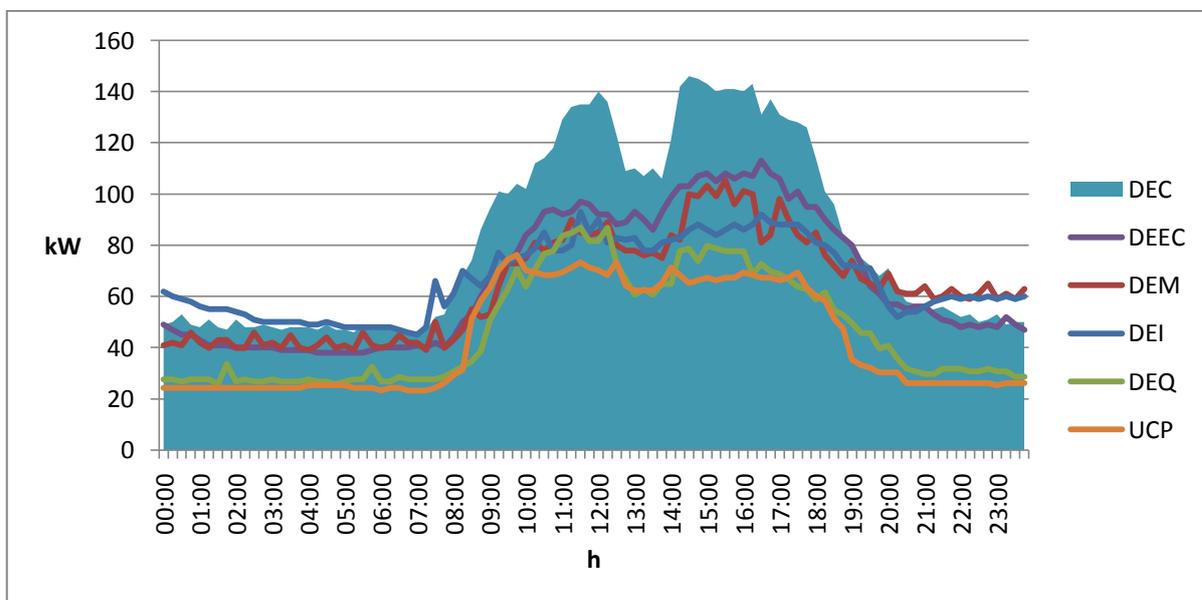


Gráfico 54 - DDC a comparar os consumos dos vários edifícios do Pólo II no dia 28 de maio

Com os dados dos vários departamentos é possível construir um gráfico com o consumo acumulado de modo a visualizar o DDC do Polo II.

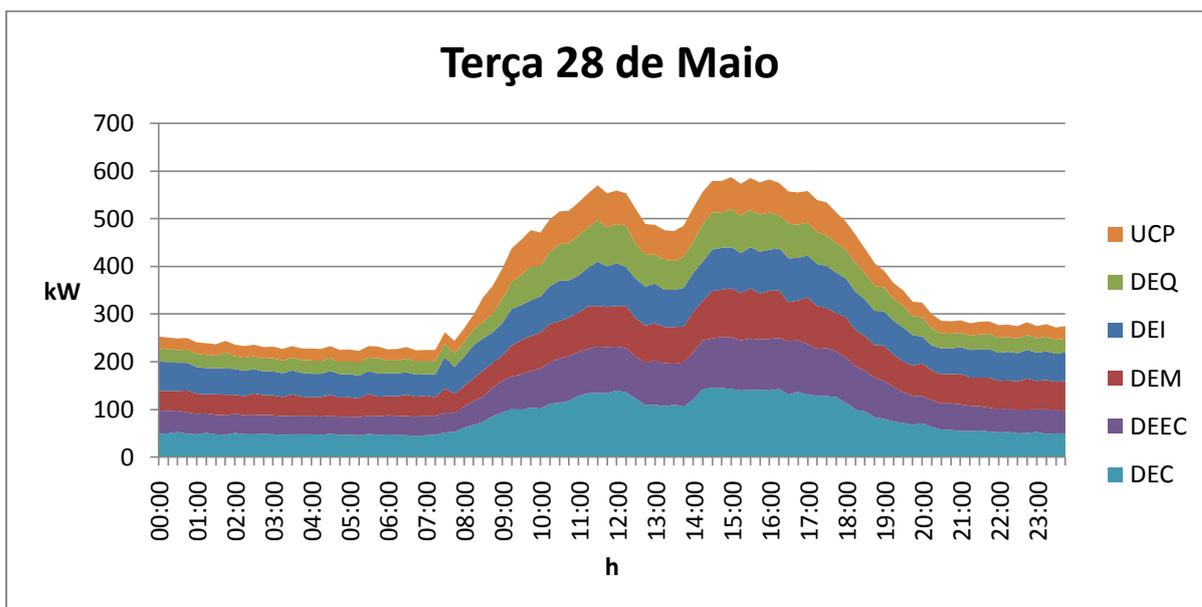


Gráfico 55 - DDC do consumo acumulado dos edifícios do Pólo II

Desconhecendo se este dia foi um dia típico de funcionamento, em termos de utilização dos edifícios, verificamos no DSC se o nível de consumo varia.

Pelo DSC seguinte verifica-se que o consumo do DEC é muito acima do consumo do DEQ. O consumo do DEC na quinta-feira diminuiu consideravelmente ficando próximo do consumo do DEQ.

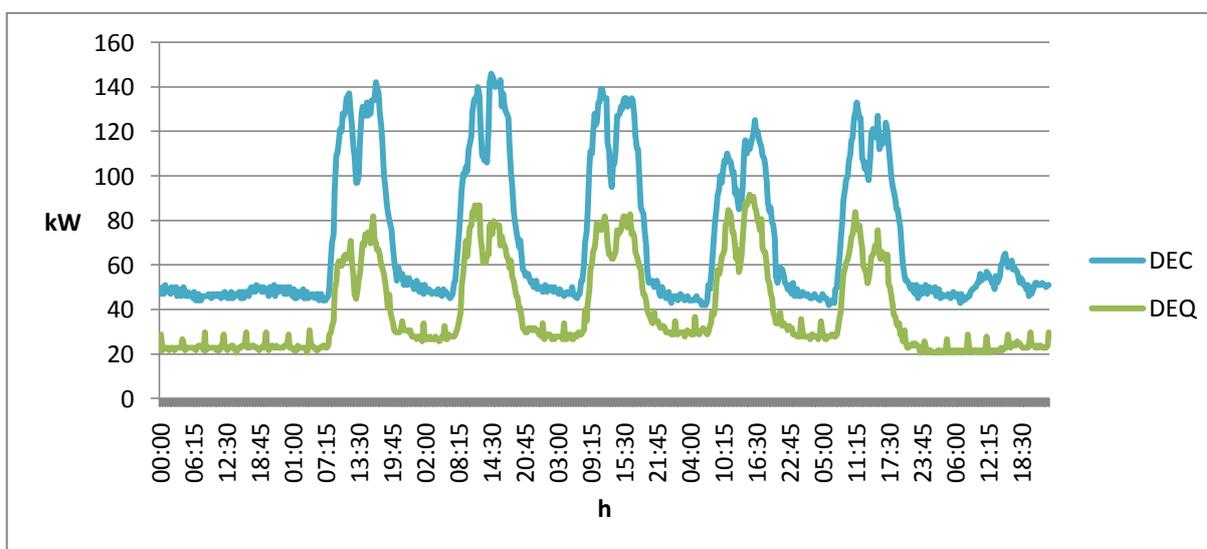


Gráfico 56 - DSC a compara os consumos do DEQ com o DEC na semana de 26 de maio a 1 de junho

As formas de onda dos restantes departamentos encontram-se no anexo B, deste modo permite uma melhor visualização dos DSC não sobrecarregando muito o DSC.

Com estas funcionalidades que o MeWaGo abrange, permite mostrar a realidade do consumo dos edifícios do Polo II da FCTUC, promovendo talvez deste modo uma maior consciencialização no uso de energia nestes edifícios.

5 Conclusão

Durante a realização da Dissertação verificou-se que durante o ano 2010 os consumos dos edifícios do Polo II da FCTUC aumentaram relativamente ao ano anterior, com exceção do DEC e da UCP e que em 2012 o consumo diminuiu face ao ano 2010, com exceção do DEQ. Em relação ao ano de 2013, sem tendo em conta o DEM, os consumos diferenciam-se ligeiramente dos registados no ano 2012 à exceção do DEEC onde o consumo tem vindo a aumentar.

Verificou-se também que tanto a presença humana como as condições meteorológicas influenciam bastante a sazonalidade dos departamentos, sendo o DEEC, DEI e DEQ os departamentos mais influenciados nos meses mais frios e os departamentos DEC, DEM e UCP influenciados nos dias mais quentes.

A análise aos diagramas de carga veio revelar quando são feitos os consumos, sendo possível identificar a ocorrência de oscilações nos consumos noturnos, o que em geral, significa que ficam cargas ligadas desnecessárias ao normal funcionamento dos serviços. O sistema de monitorização permite identificar estes casos e disponibilizar ferramentas que ajudam a tomar medidas que levem à redução de consumos.

Por último, durante a realização da dissertação identificou-se um consumo excessivo de Energia Elétrica no DEM, ao tentar saber a razão deste consumo verificou-se que não houve razão para tal consumo, deste modo o DEM vai pedir para verificar o sistema de contagem que foi instalado na BT do Transformador e averiguar se não houve erro na programação do TI ou TT.

Bibliografia

[1] Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, [Online]
<http://www.uc.pt/fctuc>

[2] <https://maps.google.com/>

[3] QEnergia, [Online] <http://www.qenergia.pt/>

[4] Novalec, [Online] <http://www.novalec.pt/>

[5] Streamline, [Online] <http://www.streamline.pt>

[6] MEWAGO, [Online] <http://mewago.streamline.pt/dashboard>

[7] Pedro Miguel Lopes Gonçalves (2013), Sistema de monitorização consumos para o Pólo II - Escolha de indicadores para análise de desempenho energético dos edifícios. Coimbra: Universidade de Coimbra

Anexo A

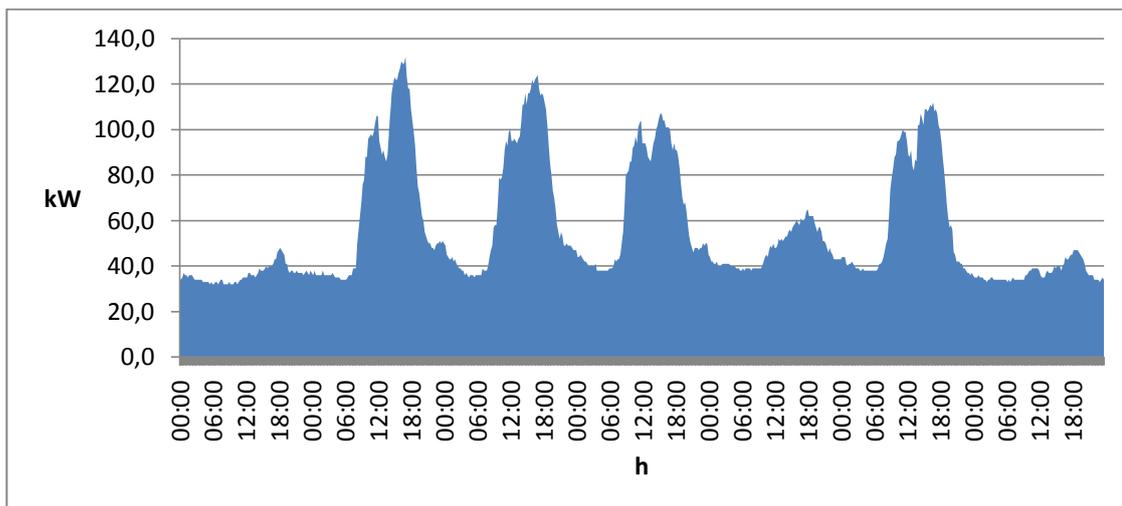


Gráfico 57 - DSC da semana de 28 de outubro a 3 de novembro do DEEC

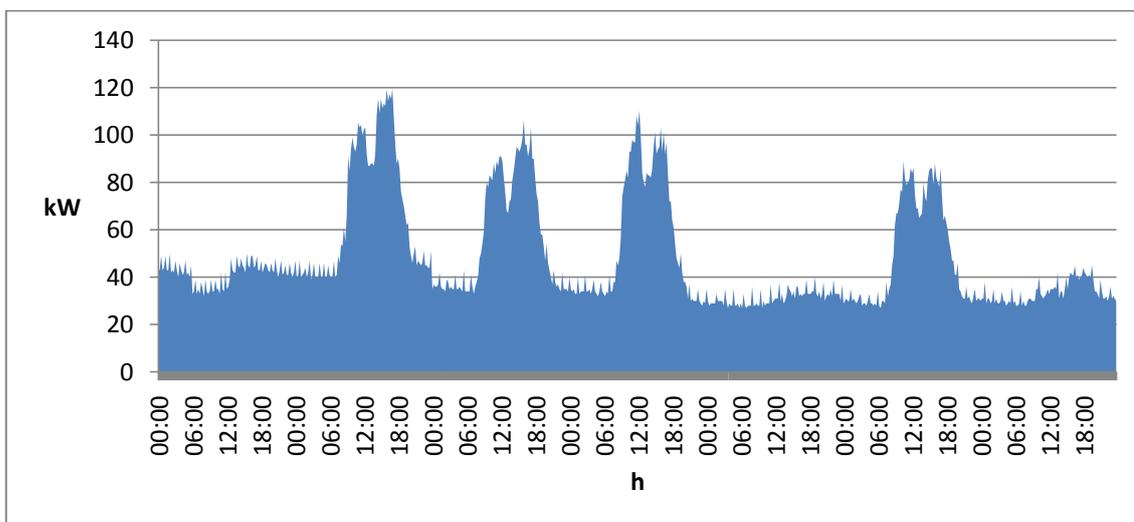


Gráfico 58 - DSC da semana de 28 de outubro a 3 de novembro do DEM

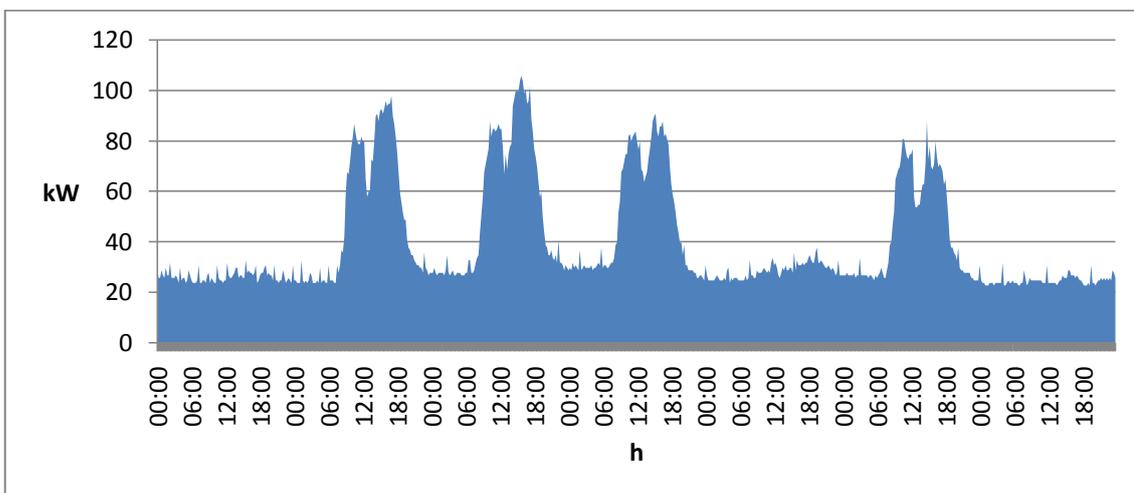


Gráfico 59 - DSC da semana de 28 de outubro a 3 de novembro do DEQ

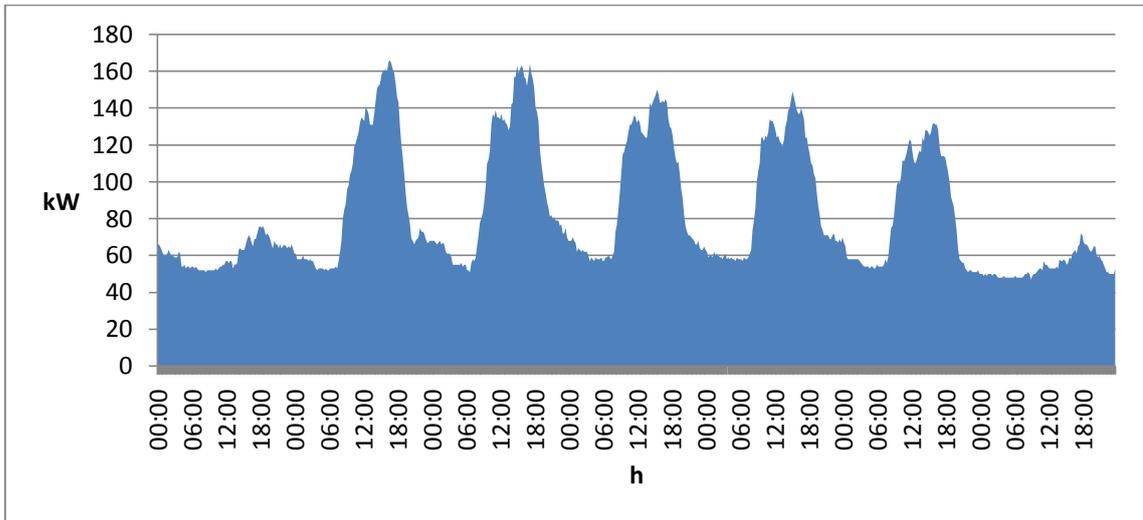


Gráfico 60 - DSC da semana de 6 a 12 de janeiro do DEEC

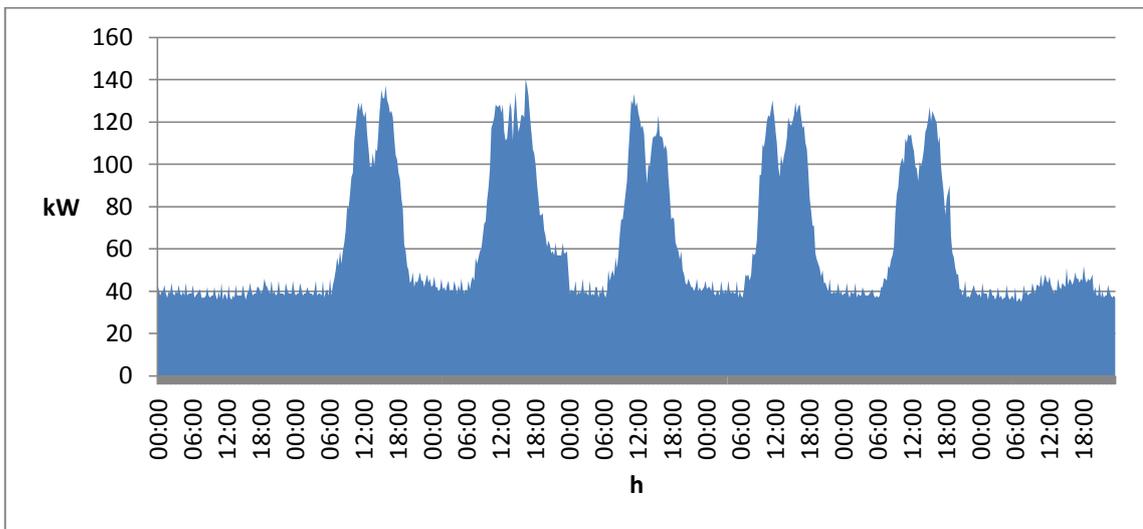


Gráfico 61 - DSC da semana de 6 a 12 de janeiro do DEM

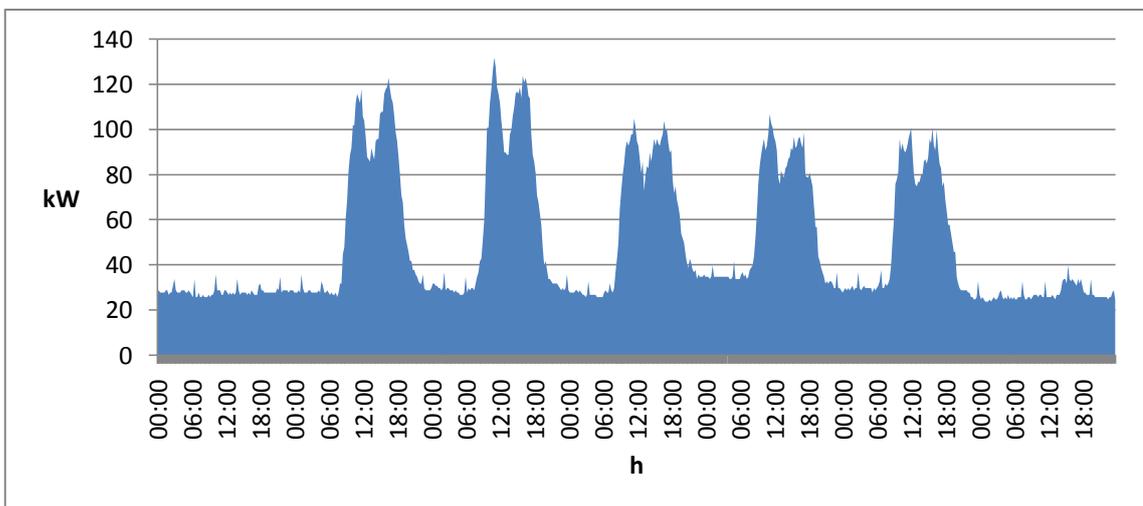


Gráfico 62 - DSC da semana de 6 a 12 de janeiro do DEQ

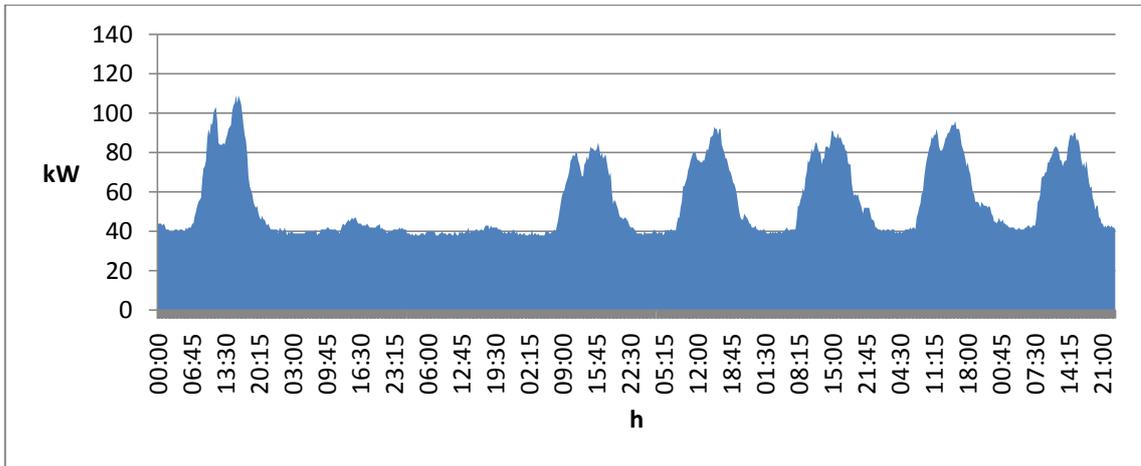


Gráfico 63 - DSC da semana de 3 a 10 de Maio do DEEC

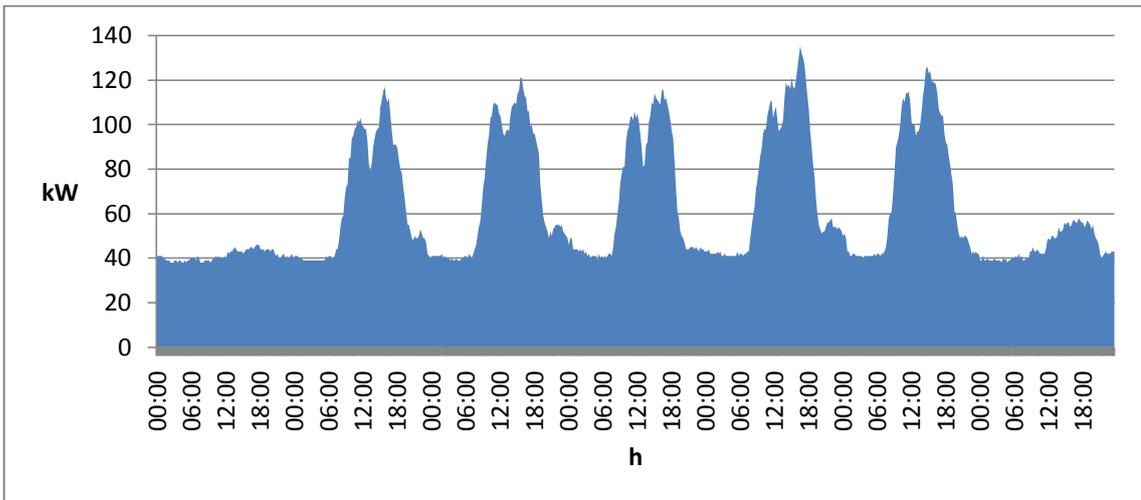


Gráfico 64 - DSC da semana de 12 a 18 de Maio do DEEC

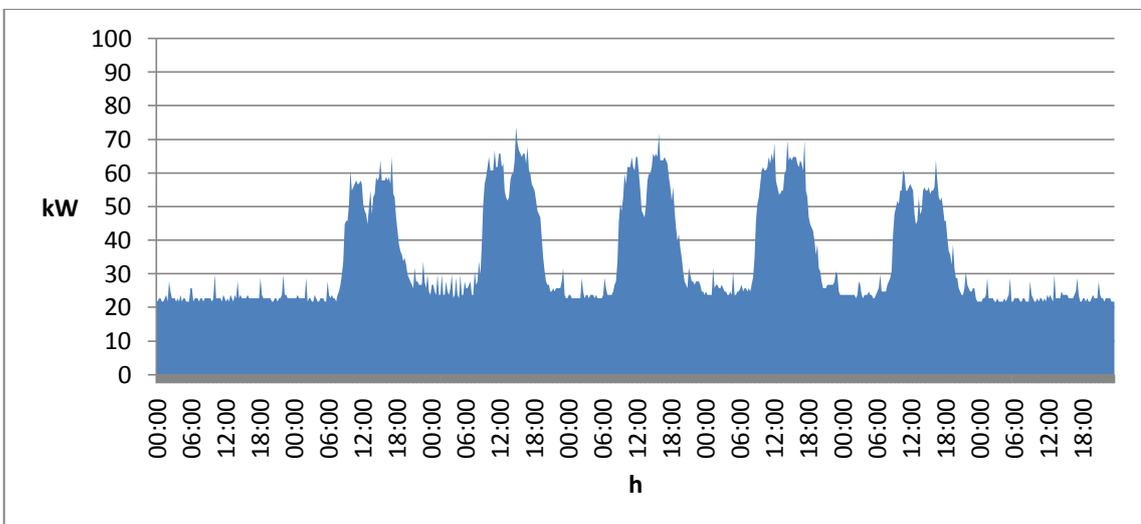


Gráfico 65 - DSC da semana de 3 a 10 de Maio do DEQ

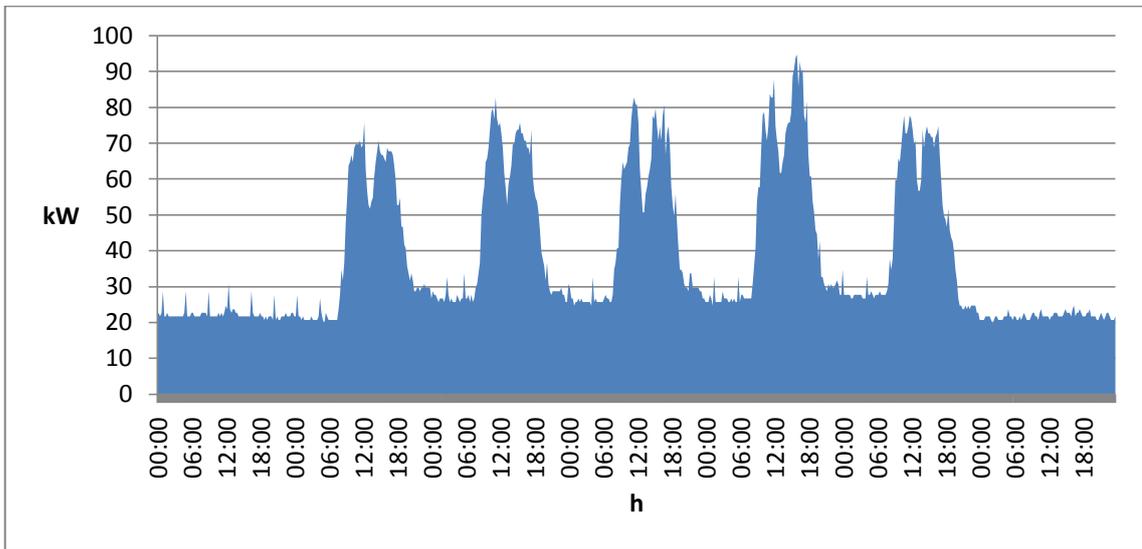


Gráfico 66 - DSC da semana de 12 a 18 de Maio do DEQ

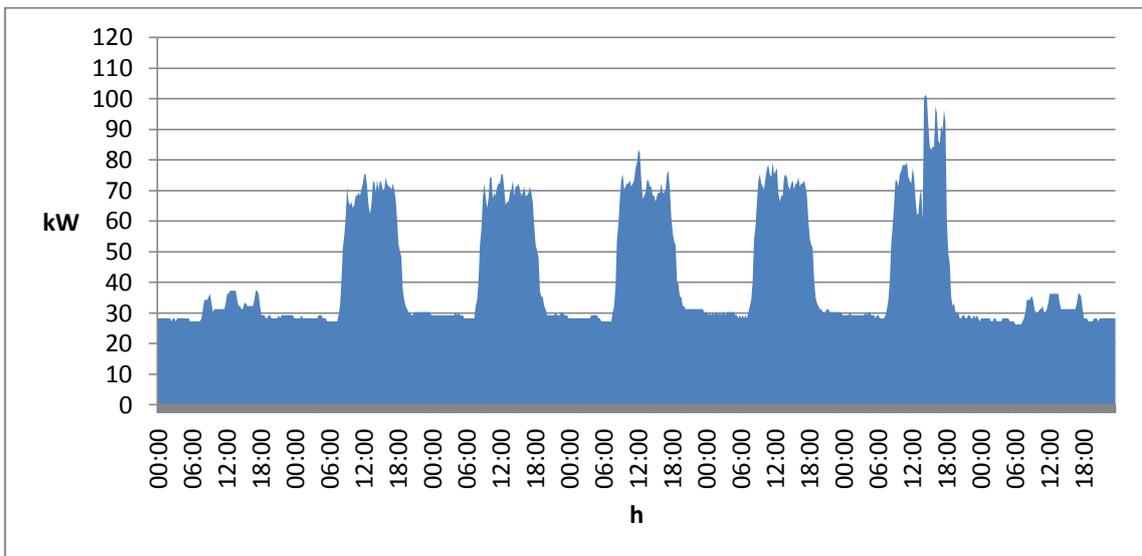


Gráfico 67 - DSC da semana de 3 a 10 de Maio do UCP

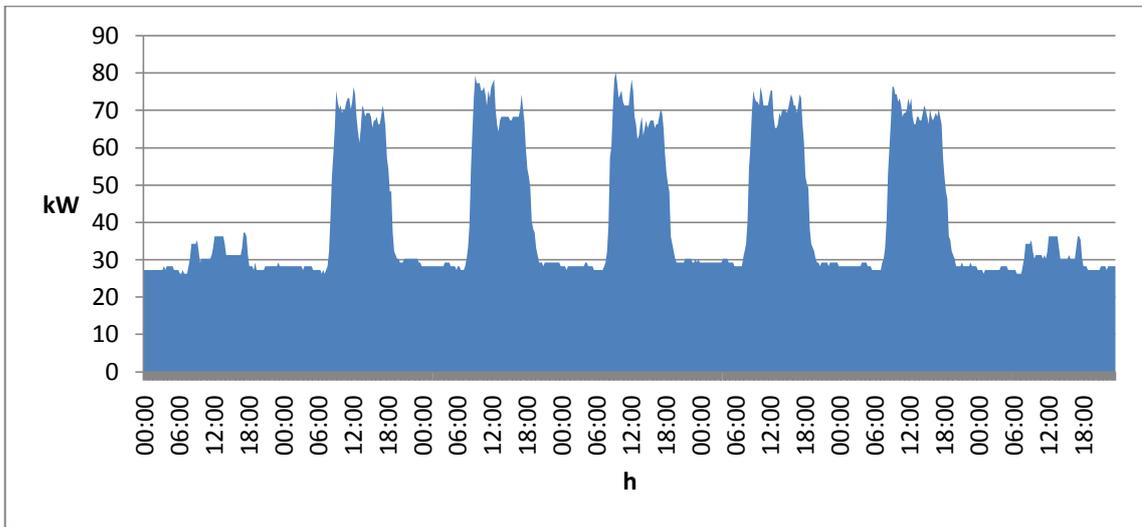


Gráfico 68 - DSC da semana de 12 a 18 de Maio da UCP

Energy Management Energy Meter Type EM21 72D



- Certified according to MID Directive, Annex "B" "Type examination" relevant to active electrical energy meters (see Annex MI-003), see option "P" below
- Certified according to MID Directive, Annex "B" + Annex "F" for legal metrology relevant to active electrical energy meters (see Annex MI-003), see option "PF" below.

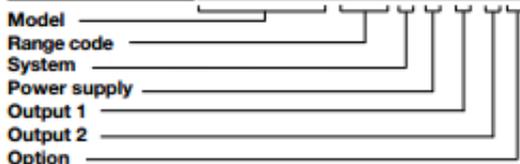
- Class B (kWh) according to EN50470-3
- Class 1 (kWh) according to EN62053-21
- Class 2 (kvarh) according to EN62053-23
- Accuracy ± 0.5 RDG (current/voltage)
- Energy meter
- Instantaneous variables readout: 3 DGT
- Energies readout: 6+1 DGT
- System variables: W, var, PF, Hz, Phase-sequence.
- Single phase variables: V_{LL} , V_{LN} , A, PF
- Energy measurements: total kWh and kvarh
- TRMS measurements of distorted sine waves (voltages/currents)
- Self power supply
- Dimensions: 4-DIN modules and 72x72mm
- Protection degree (front): IP50
- Application adaptable display and programming procedure (Easyprog function)
- Easy connections management
- Detachable display
- Multi-use housing: for both DIN-rail and panel mounting applications

Product Description

Three-phase energy meter with removable front LCD display unit. The same unit can be used either as a DIN-rail mounting or a panel mounting energy meter. This general purpose three-phase energy meter is suitable for both active and reactive energy metering for cost allocation but also for main electrical parameter measurement and retransmission (transducer function). Housing for DIN-rail mounting with IP50

(front) protection degree. Current measurements carried out by means of external current transformers and voltage measurements carried out either by means of direct connection or by means of potential transformers. EM21-72D is provided, as standard, with a pulsating output for active energy retransmission. In addition a 2-wire RS485 communication port is available as an option.

How to order EM21 72D AV5 3 X O X X



Type Selection

Range codes	System	Power supply	Options
AV5 (*) : 400V _{LL} AC, 5(6)A or 1(6)A (***) (CT connection) AV6 (**) : 120V _{LN} /230V _{LL} AC, 5(6)A or 1(6)A (***) (VT/PT and CT connections)	3 (*) : balanced and unbalanced load: 3-phase, 4-wire; 3-phase, 3-wire; 2-phase, 3-wire; 1-phase, 2-wire	X (*) : Self power supply from 18V to 260VAC VLN, 45 to 65 Hz (connection VL1-N)	X (*) : None P : Certified according to MID Directive, Annex "B" "Type examination" relevant to active electrical energy meters (see Annex MI-003) (*) PF : Certified according to MID Directive, Annex "B" + Annex "F" for legal metrology relevant to active electrical energy meters (see Annex MI-003) (***)
Output 2 X (*) : None S (**) : RS485 port	Output 1 O (*) : Single static output (opto-mosfet)	(*) as standard. (**) on request. (***) the range 1(6)A is available but not in compliance with the EN50470-3 standard.	

Input specifications

Rated inputs	System type: 3 Not isolated (shunt inputs). Note: the external current transformers can be connected to earth individually.	Energies	Imported Total: 6+1DGT or 7DGT
Current type		Overload status	EEE indication when the value being measured is exceeding the "Continuous inputs overload" (maximum measurement capacity)
Current range (by CT)	AV5 and AV6: 5(6)A. The "1(6)A" range is available but not in compliance with the EN50470-3 standard.	Max. and Min. indication	Max. instantaneous variables: 999; energies: 999 999.9 or 9 999 999. Min. instantaneous variables: 0; energies 0.0.
Voltage (direct or by VT/PT)	AV5: 400VLL; AV6: 120/230VLL	LEDs	Red LED (Energy consumption) 0.001 kWh by pulse if CT ratio x VT ratio is <7; 0.01 kWh by pulse if CT ratio x VT ratio is ≥ 7.0 < 70.0; 0.1 kWh by pulse if CT ratio x VT ratio is ≥ 70.0 < 700.0; 1 kWh by pulse if CT ratio x VT ratio is ≥ 700.0
Accuracy (Display + RS485) (@25°C ±5°C, R.H. ≤60%, 48 to 62 Hz)	In: see below, Un: see below	Max frequency	16Hz, according to EN50470-3
AV5 model	In: 5A, Imax: 6A; Un: 160 to 260VLN (277 to 450VLL).	Measurements	See "List of the variables that can be connected to:"
AV6 model	In: 5A, Imax: 6A; Un: 40 to 144VLN (70 to 250VLL).	Method	TRMS measurements of distorted wave forms.
Current AV5, AV6 models	From 0.002In to 0.2In: ±(0.5% RDG +3DGT). From 0.2In to Imax: ±(0.5% RDG +1DGT).	Coupling type	By means of external CT's.
Phase-neutral voltage	In the range Un: ±(0.5% RDG +1DGT).	Crest factor	In 5A: ≤3 (15A max. peak).
Phase-phase voltage	In the range Un: ±(1% RDG +1DGT).	Current Overloads	
Frequency	Range: 45 to 65Hz; resolution: ±1Hz	Continuous	6A, @ 50Hz.
Active power	±(1%RDG +2DGT).	For 500ms	120A, @ 50Hz.
Power Factor	±[0.001+1%(1.000 - *PF RDG*)].	Voltage Overloads	
Reactive power	±(2%RDG +2DGT).	Continuous	1.2 Un
Active energy	class B according to EN50470-1-3;	For 500ms	2 Un
	class 1 according to EN62053-21.	Current input impedance	
	class 2 according to EN62053-23.	5(6)A	< 0.3VA
Reactive energy	In: 5A, Imax: 6A; 0.1 In: 0.5A. Start up current: 10mA.	Voltage input impedance	
		Self-power supply	Power consumption: <2VA.
Energy additional errors		Frequency	45 to 65 Hz.
Influence quantities	According to EN62053-21, EN50470-1-3, EN62053-23	Key-pad	Two push buttons for variable selection and programming of the instrument working parameters.
Temperature drift	≤200ppm/°C.		
Sampling rate	1600 samples/s @ 50Hz, 1900 samples/s @ 60Hz		
Display refresh time	1 second		
Display	2 lines 1 st line: 7-DGT, 2 nd line: 3-DGT or 1 st line: 3-DGT + 3-DGT, 2 nd line: 3-DGT. LCD, h 7mm. 3-DGT.		
Type			
Instantaneous variables read-out			

Output specifications

Pulse output			
Number of outputs	1	Addresses	on the instrument. 247, selectable by means of the front keypad
Type	Programmable from 0.01 to 9.99 kWh per pulses. Out- put connectable to the energy meters (kWh)	Protocol	MODBUS/JBUS (RTU)
Pulse duration	$\geq 100\text{ms} < 120\text{ms}$ (ON), $\geq 120\text{ms}$ (OFF), according to EN62052-31.	Data (bidirectional)	System and phase vari- ables: see table "List of variables..."
Output Load	Static: opto-mosfet. V_{OV} 2.5 VAC/DC max. 70 mA, V_{OFF} 260 VAC/DC max.	Dynamic (reading only)	All the configuration parameters.
Insulation	By means of optocouplers, 4000 VRMS output to mea- suring inputs.	Static (reading and writing)	1 start bit, 8 data bit, no parity, 1 stop bit.
RS485		Data format	9600 bits/s.
Type	Multidrop, bidirectional (static and dynamic vari- ables)	Baud-rate	1/5 unit load. Maximum 160 transceiver on the same bus.
Connections	2-wire. Max. distance 1000m, termination directly	Driver input capability	By means of optocouplers, 4000 VRMS output to mea- suring input.
		Insulation	

Software functions

Password	Numeric code of max. 3 digits; 2 protection levels of the programming data:	Transformer ratio	
1st level	Password "0", no protec- tion;	VT (PT)	1.0 to 99.9 / 100 to 999 / 1.00k to 6.00k
2nd level	Password from 1 to 999, all data are protected	CT	1.0 to 99.9 / 100 to 999 / 1.00k to 9.99k / 10.0k to 60.0k.
Programming lock	By means of potentiometer (back-side of the display module) it is possible to lock the access to all the configuration parameters.		The maximum power being measured cannot exceed 210 MW calculated as maximum input voltage and current, (see the "Accuracy" paragraph). The maximum VT by CT ratio is 48.600. For MID complaint applications the maximum power being measured is 25 MW.
System selection		Displaying	Up to 3 variables per page. See « Display pages », 3 different set of variables available (see « Display pages ») according to the metering function being selected.
System 3-Ph.n unbalanced load	3-phase (4-wire) 3-phase (3-wire)	Reset	By means of the front key- pad: total energies (kWh, kvarh).
System 3-Ph.1 balanced load	• 3-phase (3-wire) one cur- rent and 3-phase to phase voltage measurements. Note: the phase to phase voltage is calculated multi- plying by 1.73 the virtual phase to neutral voltage. • 3-phase (4-wire) one cur- rent and 3-phase to neutral voltage measurements. Note: the phase to phase voltage is calculated multi- plying by 1.73 the virtual phase to neutral voltage. • 3-phase (2-wire) one cur- rent and 1-phase (L1) to neutral voltage measure- ment.	Easy connection function	Wrong phase detection and displaying. For all the display selections, both energy measurements are dependent from the current direction, both power mea- surements are independent from the current direction. The power measurements are always positive.
System 2-Ph	2-phase (3-wire)		
System 1-Ph	1-phase (2-wire)		



General specifications

Operating temperature	-25°C to +55°C (-13°F to 131°F) (R.H. from 0 to 90% non-condensing @ 40°C) according to EN62053-21 and EN62053-23.	Surge	On current and voltage measuring inputs circuit: 6kV; According to CISPR 22
Storage temperature	-30°C to +70°C (-22°F to 158°F) (R.H. < 90% non-condensing @ 40°C) according to EN62053-21 and EN62053-23.	Radio frequency suppression	
Installation category	Cat. III (IEC60664, EN60664).	Standard compliance	
Insulation (for 1 minute)	4000 VRMS between measuring inputs and digital output.	Safety	IEC60664, IEC61010-1 EN60664, EN61010-1 EN62052-11
Dielectric strength	4000 VRMS for 1 minute.	Metrology	EN62053-21, EN62053-23, EN50470-3
Noise rejection CMRR	100 dB, 48 to 62 Hz.	Pulse output Approvals	DIN43864, IEC62053-31 CE, cULus listed
EMC	According to EN62052-11	Connections	Screw-type Cable cross-section area 2.4 x 3.5 mm Min./Max. screws tightening torque: 0.4 Nm / 0.8 Nm
Electrostatic discharges	15kV air discharge;	Housing	
Immunity to irradiated	Test with current: 10V/m from 80 to 2000MHz;	Dimensions (WxHxD)	72 x 72 x 65 mm
Electromagnetic fields	Test without any current: 30V/m from 80 to 2000MHz;	Material	Noryl PA66, self-extinguishing: UL 94 V-0 Panel and DIN-rail
Burst	On current and voltage measuring inputs circuit: 4kV	Mounting	
Immunity to conducted disturbances	10V/m from 150KHz to 80MHz	Protection degree	
		Front	IP50
		Screw terminals	IP20
		Weight	Approx. 400 g (packing included)

Power supply specifications

Self power supply	18 to 260VAC (48-62Hz). Across input "VL1" and "N"	Power consumption	≤2VA/1W
--------------------------	---	--------------------------	---------

Insulation between inputs and outputs

	Measuring inputs	Opto-Mosfet output	Communication port	Self power supply
Measuring inputs	-	4kV	4kV	0kV
Opto-Mosfet output	4kV	-	-	4kV
Communication port	4kV	-	-	4kV
Self power supply	0kV	4kV	4kV	-

NOTE: all the models have, mandatorily, to be connected to external current transformers.

Main

Range of product	Zelio Logic
Product or component type	Modular smart relay
[Us] rated supply voltage	24 V DC
Discrete input number	6 ENIEC 61131-2 type 1
Analogue input number	4
Number of outputs	4 transistor

Complementary

Local display	With
Supply current	50 mA without extension 160 mA with extensions
Discrete input type	Resistive
Discrete input current	4 mA
Number of control scheme lines	120 ladder ≤ 200 FBD
Cycle time	6...90 ms
Backup time	10 years 25 °C
Clock drift	6 s/month 25 °C 12 min/year 0...55 °C
Checks	Program memory on each power up
Supply voltage limits	19.2...30 V
Power dissipation in W	4 W without extension 8 W with extensions
Reverse polarity protection	With
Discrete input voltage	24 V DC
Counting frequency	1 kHz discrete input
Voltage state 1 guaranteed	≥ 15 V I1...IA and IH...IR discrete input circuit ≥ 15 V IB...IG used as discrete input circuit
Voltage state 0 guaranteed	≤ 5 V IB...IG used as discrete input circuit ≤ 5 V I1...IA and IH...IR discrete input circuit
Current state 1 guaranteed	≥ 1.2 mA IB...IG used as discrete input circuit ≥ 2.2 mA I1...IA and IH...IR discrete input circuit
Current state 0 guaranteed	< 0.5 mA IB...IG used as discrete input circuit < 0.75 mA I1...IA and IH...IR discrete input circuit
Input compatibility	3-wire proximity sensors PNP discrete input
Analogue input type	Common mode
Analogue input range	0...10 V 0...24 V
Maximum permissible voltage	30 V analogue input circuit
Analogue input resolution	8 bits
LSB value	39 mV analogue input circuit
Conversion time	Smart relay cycle time analogue input circuit
Conversion error	+/- 5 % 25 °C analogue input circuit +/- 6.2 % 55 °C analogue input circuit
Repeat accuracy	+/- 2 % 55 °C analogue input circuit

The information provided in this document contains general descriptions and/or technical characteristics of the products contained herein. This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

Operating distance	10 m between stations, with screened cable (sensor not isolated) analogue input circuit
Input impedance	7.4 kOhm I1...JA and IH...IR discrete input circuit 12 kOhm IB...JG used as discrete input circuit 12 kOhm IB...JG used as analogue input circuit
Output voltage	24 V transistor output
Output voltage limits	19.2...30 V DC transistor output
Load current	0.5...0.625 A transistor output
[Ures] residual voltage	≤ 2 V at state 1 transistor output
Overload protection	With transistor output
Short-circuit protection	With transistor output
Overvoltage protection	With transistor output
Clock	With
Response time	<= 1 ms from state 0 to state 1 transistor output <= 1 ms from state 1 to state 0 transistor output
Connections - terminals	Screw terminals 1 x 0.25...1 x 2.5 mm ² 24...14 flexible with cable end Screw terminals 2 x 0.25...2 x 0.75 mm ² 24...18 flexible with cable end Screw terminals 1 x 0.2...1 x 2.5 mm ² 25...14 semi-solid Screw terminals 1 x 0.2...1 x 2.5 mm ² 25...14 solid Screw terminals 2 x 0.2...2 x 1.5 mm ² 24...16 solid
Tightening torque	0.5 N.m
Overvoltage category	III ENIEC 60664-1
Product weight	0.22 kg

Environment

Immunity to microbreaks	≤ 1 ms
Product certifications	C-Tick CSA GL GOST UL
Standards	ENIEC 60068-2-27 Ea ENIEC 60068-2-6 Fc ENIEC 61000-4-11 ENIEC 61000-4-12 ENIEC 61000-4-2 level 3 ENIEC 61000-4-3 ENIEC 61000-4-4 level 3 ENIEC 61000-4-5 ENIEC 61000-4-6 level 3
IP degree of protection	IP20 terminal block IEC 60529 IP40 front panel IEC 60529
Environmental characteristic	EMC directive ENIEC 61131-2 zone B EMC directive ENIEC 61000-6-2 EMC directive ENIEC 61000-6-3 EMC directive ENIEC 61000-6-4 Low voltage directive ENIEC 61131-2
Disturbance radiated/conducted	Class B EN 55022-11 group 1
Pollution degree	2 ENIEC 61131-2
Ambient air temperature for operation	-20...40 °C in non-ventilated enclosure IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2 -20...55 °C IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2
Ambient air temperature for storage	-40...70 °C
Operating altitude	2000 m
Altitude transport	≤ 3048 m
Relative humidity	95 % without condensation or dripping water
RoHS EUR conformity date	0622
RoHS EUR status	Compliant

Anexo C

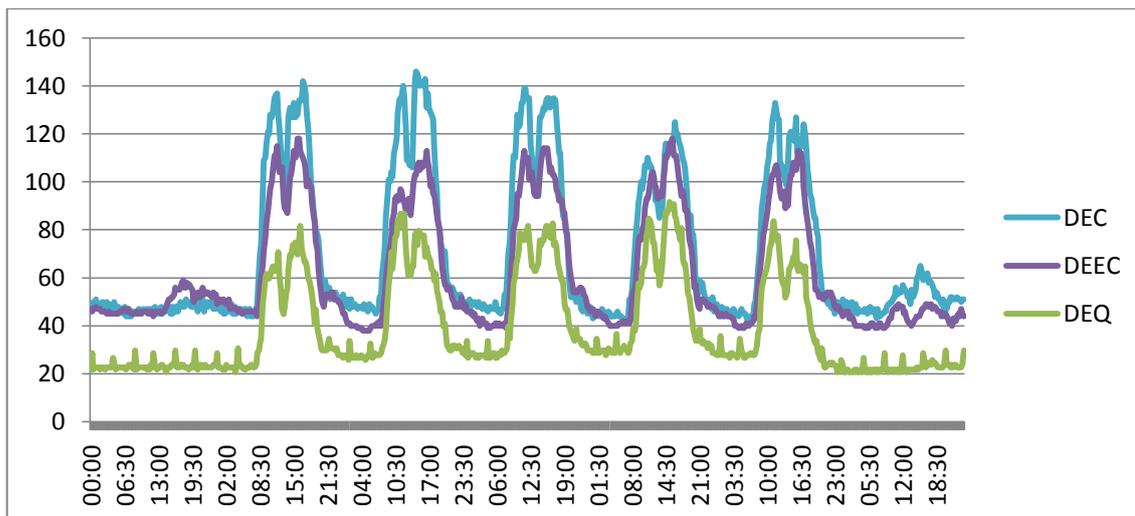


Gráfico 69 - Gráfico 68 - DSC da semana de 26 de maio a 1 de junho

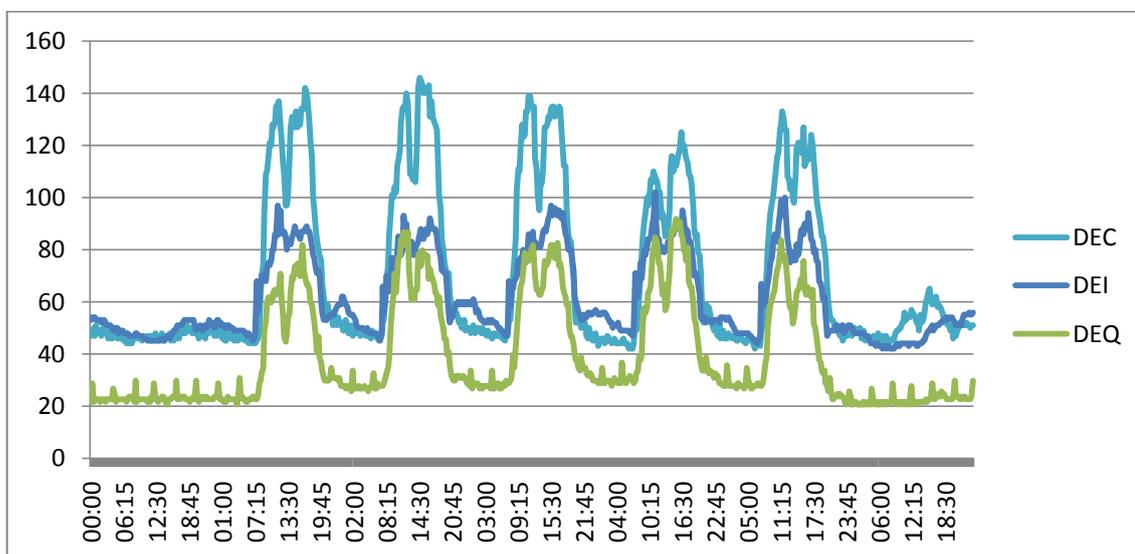


Gráfico 70 - DSC da semana de 26 de maio a 1 de junho

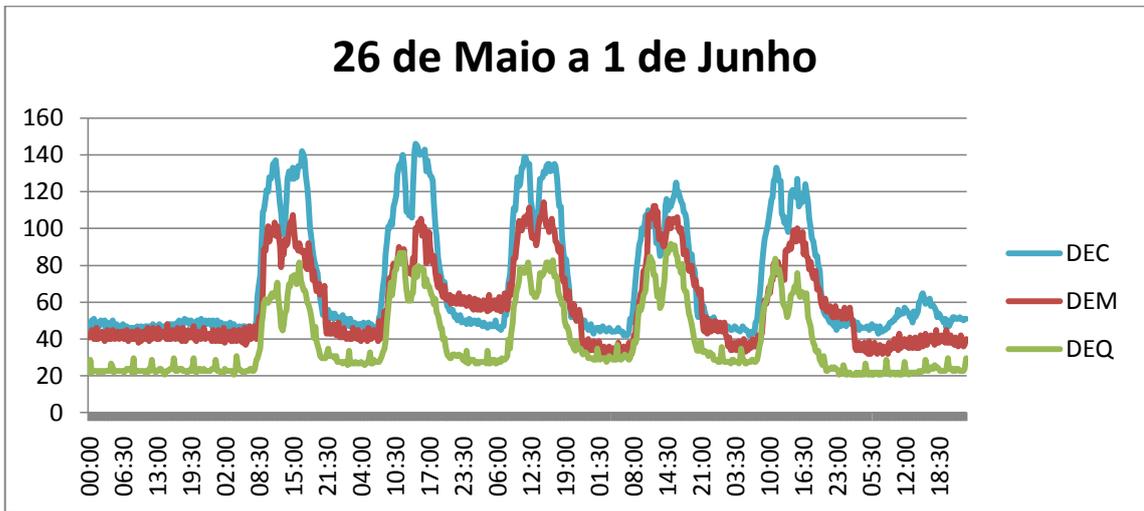


Gráfico 71 - DSC da semana de 26 de maio a 1 de junho

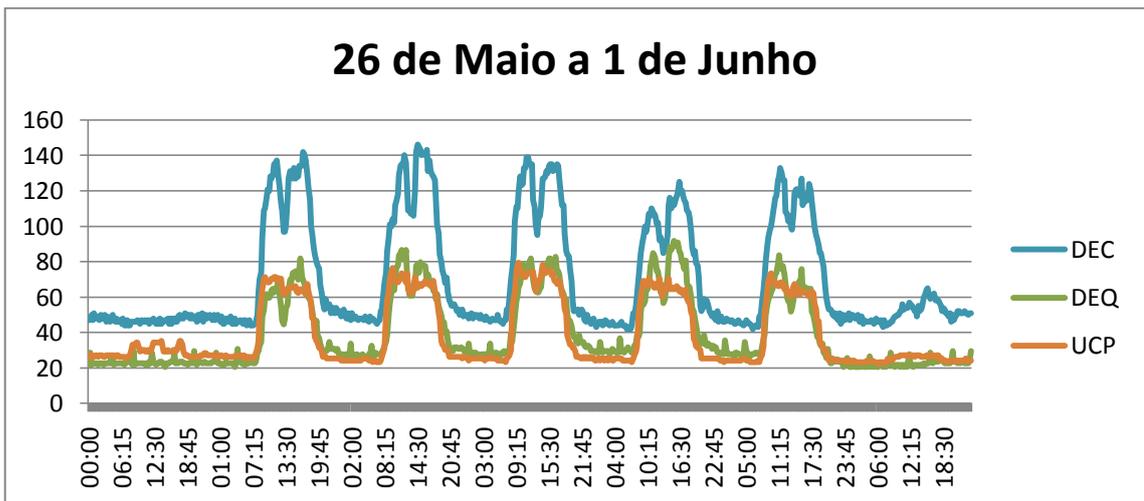


Gráfico 72 - DSC da semana de 26 de maio a 1 de junho