

**Universidade do Algarve
Instituto Superior de Engenharia**



Análise do consumo energético da Universidade do Algarve

Energy consumption analysis of the University of Algarve

Mário dos Santos Soares de Sousa

**Projeto realizado no âmbito do Mestrado em Energia e Climatização de
Edifícios**

Orientadores:

Prof. Doutor António Manuel Baltazar Mortal
Prof. Raul Lana Miguel

Outubro 2014

Os trabalhos escolares são provas para o carácter, não para a inteligência. Quer se trate de ortografia, de poesia ou de cálculo, está sempre em causa aprender a querer.

Alain, em *Les Idées et les Âges*, 1927.

AGRADECIMENTOS

A toda a minha família e em particular aos meus pais, muito obrigado por tudo. Obrigado por investirem e acreditarem em mim. Sem o vosso apoio seria impossível chegar até aqui.

Aos meus orientadores, Professor Doutor António Mortal e Professor Raul Lana Miguel, um agradecimento especial pela dedicação, pelos ensinamentos, pelas orientações e pela confiança depositada em mim.

À Universidade do Algarve, mais concretamente aos Serviços Técnicos e Serviços Académicos que disponibilizaram os dados referentes ao consumo de energia elétrica, períodos letivos, área de construção e quantidade anual de alunos inscritos, o meu obrigado.

Aos meus verdadeiros amigos, e alguns em especial, que sempre me apoiaram e ajudaram quer seja na vida pessoal, profissional ou académica.

O meu sincero muito obrigado a todos...

RESUMO

A eficiência energética é um assunto que todos os países adotaram como preponderante nas suas agendas. As mudanças climáticas e a crise económica global levaram todos os governos numa procura incessante por energias alternativas. Portugal é um desses países, que tem vindo a registar resultados positivos. No entanto, não só de energias alternativas se construirá o futuro, já que o uso mais eficiente da energia é fundamental.

Com esse objectivo, a União Europeia, definiu metas ambiciosas para os países da Comissão, e estes, tal como Portugal, têm vindo a definir um conjunto de estratégias e planos de ação para esse efeito.

Neste contexto, Portugal definiu um conjunto de medidas para os vários setores da energia, entre os quais, o programa “ECO.AP”.

O programa “ECO.AP” foi lançado através da Resolução do Conselho de Ministros n.º2/2011 com o objetivo de obter um nível de eficiência energética na ordem dos 30% até 2020 nos organismos e serviços da Administração Pública e obter esta eficiência sem aumento da despesa pública permitindo ao mesmo tempo o estímulo da economia no setor das empresas de serviços energéticos.

Sendo a Universidade do Algarve um organismo da Administração Pública, encontra-se, portanto englobada no programa “ECO.AP”.

O propósito deste projeto assenta numa análise exaustiva do consumo de energia elétrica da Universidade do Algarve nos últimos anos, por forma a estabelecer-se um perfil de consumo para cada um dos Campi que constituem a Universidade.

Assim, por um lado, este projeto poderá servir de suporte a futuras auditorias energéticas, ajudando aqueles que pretendem implementar AEEs (ações de eficiência energética) nos edifícios e estruturas que constituem a Universidade do Algarve e na determinação efetiva da economia atingida pela implementação dessas AEEs. Por outro lado, poderá ajudar também aqueles que necessitarão efetuar uma revisão dos custos relativos às necessidades energéticas da instituição

Palavras-chave: Eficiência Energética, Programa “Eco-AP”, Universidade do Algarve, Energia Elétrica, Consumo de Energia, AEEs.

ABSTRACT

Energy efficiency is an issue that all countries have adopted as dominant in their agendas. Climatic changes and the global economic crisis have led all governments to an endless quest for alternative energies. Portugal is one of those countries, achieving positive results. However, the future does not only depend on alternative energies. It is fundamental a more efficient use of energy.

The European Union set for this purpose, ambitious goals for countries of the Commission, such as Portugal, that have come to define a set of strategies and action plans so they can reach the goals set by the EU.

Portugal has defined a set of actions for the various sectors of energy, including the "ECO.AP" program.

The "ECO.AP" program was launched by the Council of Ministers Resolution no. 2/2011 in order to obtain a level of energy efficiency of around 30%, by 2020, in public administration and services without increased public spending, while allowing the stimulation of the economy in the ESCO (energy service companies) sector.

As the University of Algarve is an organization of public administration, is therefore encompassed in "ECO.AP" program.

The purpose of this project is based on the analysis of electric power consumption of the University of Algarve, establishing a consumption profile for each of the buildings of the University Campi.

Thus, on the one hand, this project may support the future energy audits to help those who wish to implement EEAs (energy efficiency actions) in buildings and structures that constitute the University of Algarve, and the determination of the economy affected by the implementation of these EEAs. Moreover it can also help those who need carrying out a review of costs related to the energy needs of the institution.

Keywords Energy Efficiency, "ECO.AP" program, University of Algarve Electric Power, Energy Consumption, EEAs.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABELAS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
SIGLAS, ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos	5
1.3 Estrutura do Projeto.....	5
2. AUDITORIAS ENERGÉTICAS – REGULAMENTAÇÃO EM VIGOR E REQUISITOS ASSOCIADOS À AVALIAÇÃO ENERGÉTICA	7
2.1 SCE – Sistema de Certificação Energética dos Edifícios	7
2.1.1 Enquadramento Legislativo	7
2.1.2 Objeto.....	8
2.1.3 Âmbito.....	8
2.2 PIMVP – Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance	11
2.2.1 Objetivos e Âmbito	11
2.2.2 Medição e Verificação (M&V).....	12
2.2.3 Objetivos da M&V.....	14
2.2.4 Determinação de Economia	16
2.2.5 Visão Geral das Opções do PIMVP.....	19
2.2.6 Opção C: Toda a Instalação.....	22
3. CASO DE ESTUDO	28
3.1 Características das Instalações	28
3.1.1 Campus da Penha	28
3.1.2 Campus de Gambelas	29
3.1.3 Campus de Saúde.....	31
3.2 Dados	32
3.2.1 Origem	32
3.2.2 Registo.....	32
3.2.3 Cálculos.....	33
4. ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO CAMPUS DA PENHA	40
4.1 Particularidades da Análise	40
4.2 Valor da Energia Elétrica.....	40
4.3 Consumos Anuais de Energia Elétrica	46
4.4 Consumos Mensais de Energia Elétrica	53
4.5 Apreciação Final do Capítulo	72
5. ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO CAMPUS DE GAMBELAS.....	74
5.1 Particularidades da Análise	74
5.2 Valor da Energia Elétrica.....	74

5.3	Consumos Anuais de Energia Elétrica	80
5.4	Consumos Mensais de Energia Elétrica	86
5.5	Apreciação Final do Capítulo	105
6.	ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO CAMPUS DE SAÚDE	107
6.1	Particularidades da Análise	107
6.2	Valor da Energia Elétrica	107
6.3	Consumos Anuais de Energia Elétrica	113
6.4	Consumos Mensais de Energia Elétrica	119
6.5	Apreciação Final do Capítulo	138
7.	CONCLUSÃO	140
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	143
	ANEXO A	145
	ANEXO B	148
	ANEXO C	151
	ANEXO D	154
	ANEXO E	156
	ANEXO F	158
	ANEXO G	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução do balanço energético: importações, produção doméstica e consumos de energia primária e de energia final. Fonte: DGEG, 2013.	2
Figura 2 - Consumo de energia primária por fonte energética. Fonte: DGEG, 2013	3
Figura 3 - Consumo de energia final por setor, em 2011. Fonte: DGEG, 2013.	3
Figura 4 - Linha do tempo do processo (atividades de M&V)	14
Figura 5 - Exemplo de histórico de energia.....	16
Figura 6 - Processo de seleção da opção	21
Figura 7 - Campus da Penha (sem escala)	28
Figura 8 - Campus de Gambelas (sem escala).....	30
Figura 9 - Campus de Saúde (sem escala)	31

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Obrigatoriedade de avaliações energéticas periódicas, emissão de certificado energético e respetiva afixação	10
Tabela 2 - Determinação do coeficiente de correlação entre a os consumos totais de energia ativa por ano letivo e a quantidade de alunos inscritos nas instituições do Campus da Penha por ano letivo.....	50
Tabela 4 - Determinação do coeficiente de correlação entre a os consumos totais mensais de energia ativa no Campus da Penha nos meses de aquecimento desde Março de 2011 até Dezembro de 2013 e a os graus-dia de aquecimento mensais dos meses de aquecimento desde Março de 2011 até Dezembro de 2013.....	62
Tabela 5 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha desde 2007 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de cheias desde 2007 até 2013.....	65
Tabela 6 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha desde 2007 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de pontas desde 2007 até 2013.....	67
Tabela 7 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha desde 2007 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de vazio normal desde 2007 até 2013.	69
Tabela 8 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha desde 2007 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de super vazio desde 2007 até 2013.....	71
Tabela 9 - Determinação do coeficiente de correlação entre os consumos totais de energia ativa por ano letivo e a quantidade de alunos inscritos nas instituições do Campus de Gambelas por ano letivo.....	84
Tabela 10 - Determinação do coeficiente de correlação entre os consumos totais mensais de energia ativa no Campus de Gambelas nos meses de aquecimento desde Março de 2011 até Dezembro de 2013 e os graus-dia de aquecimento mensais dos meses de aquecimento desde Março de 2011 até Dezembro de 2013.....	95
Tabela 11 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas desde 2007 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de cheias desde 2007 até 2013.....	98
Tabela 12 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas desde 2007 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de pontas desde 2007 até 2013.....	100
Tabela 13 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas desde 2007 até 2013 e as médias	

dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de vazio normal desde 2007 até 2013.....	102
Tabela 14 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas desde 2007 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de super vazio desde 2007 até 2013.	104
Tabela 15 - Determinação do coeficiente de correlação entre os consumos totais de energia ativa por ano letivo e a quantidade de alunos inscritos no Campus de Saúde por ano letivo.	117
Tabela 16 - Determinação do coeficiente de correlação entre os consumos totais mensais de energia ativa no Campus de Saúde nos meses de aquecimento desde Março de 2011 até Dezembro de 2013 e os graus-dia de aquecimento mensais dos meses de aquecimento desde Março de 2011 até Dezembro de 2013	128
Tabela 17 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde desde 2006 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de cheias desde 2006 até 2013.....	131
Tabela 18 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde desde 2006 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de pontas desde 2006 até 2013.....	133
Tabela 19 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde desde 2006 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de vazio normal desde 2006 até 2013.	135
Tabela 20 - Determinação do Coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde desde 2006 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de super vazio desde 2006 até 2013.....	137

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Valor total anual da fatura da eletricidade do Campus da Penha desde 2003 até 2013	41
Gráfico 2 - Custo anual do consumo de energia elétrica ativa no Campus da Penha desde 2003 até 2013	42
Gráfico 3 - Comparação entre o custo anual com o consumo de energia ativa e o valor total da fatura do Campus da Penha desde 2003 até 2013	43
Gráfico 4 - Diferença entre o valor global anual da fatura e o custo anual da energia ativa consumida no Campus da Penha desde 2003 até 2013	44
Gráfico 5 - Evolução do valor da energia elétrica ativa desde 2003 até 2013 no Campus da Penha	45
Gráfico 6 - Consumo anual de energia elétrica ativa no Campus da Penha	48
Gráfico 7 - Consumo de Energia Elétrica Ativa do Campus da Penha por Ano Letivo	49
Gráfico 8 - Quantidade de alunos inscritos por ano letivo nas instituições do Campus da Penha	50
Gráfico 9 - Quantidade anual de energia ativa consumida no Campus da Penha por aluno	51
Gráfico 10 - Área útil construída nos últimos anos no Campus da Penha	52
Gráfico 11 - Quantidade anual de energia ativa consumida no Campus da Penha por m ²	53
Gráfico 12 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus da Penha em 2007	55
Gráfico 13 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus da Penha em 2008	56
Gráfico 14 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus da Penha em 2009	57
Gráfico 15 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus da Penha em 2010	58
Gráfico 16 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus da Penha em 2011	59
Gráfico 17 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus da Penha em 2012	60
Gráfico 18 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus da Penha em 2013	61
Gráfico 19 - Comparação dos consumos totais mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha desde 2007 até 2013	63
Gráfico 20 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha desde 2007 até 2013	64
Gráfico 21 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do campus da penha em período de cheias desde 2007 até 2013	65
Gráfico 22 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de cheias desde 2007 até 2013	66
Gráfico 23 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de pontas desde 2007 até 2013	67
Gráfico 24 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de pontas desde 2007 até 2013	68
Gráfico 25 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de vazio normal desde 2007 até 2013	69
Gráfico 26 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de vazio normal desde 2007 até 2013	70

Gráfico 27 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de super vazio desde 2007 até 2013.....	71
Gráfico 28 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em Período de super vazio desde 2007 até 2013	72
Gráfico 29 - Valor total anual da fatura da eletricidade do Campus de Gambelas desde 2003 até 2013	75
Gráfico 30 - Custo anual do consumo de energia elétrica ativa no Campus de Gambelas desde 2003 até 2013	76
Gráfico 31 - Comparação entre o custo anual com o consumo de energia ativa e o valor total da fatura do Campus de Gambelas desde 2003 até 2013.....	77
Gráfico 32 - Diferença entre o valor global anual da fatura e o custo anual da energia ativa consumida no Campus de Gambelas desde 2003 até 2013.....	78
Gráfico 33 - Evolução do custo da energia elétrica ativa desde 2003 até 2013 no Campus de Gambelas.....	79
Gráfico 34 - Consumo anual de energia elétrica ativa no Campus de Gambelas	82
Gráfico 35 - Consumo de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas por ano letivo..	83
Gráfico 36 - Quantidade de alunos inscritos por ano letivo nas instituições do Campus de Gambelas	84
Gráfico 37 - Quantidade anual de energia ativa consumida no Campus de Gambelas por aluno.....	85
Gráfico 38 - Quantidade anual de energia ativa consumida no Campus de Gambelas por m ²	86
Gráfico 39 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em 2007	88
Gráfico 40 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em 2008	89
Gráfico 41 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em 2009	90
Gráfico 42 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em 2010	91
Gráfico 43 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em 2011	92
Gráfico 44 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em 2012	93
Gráfico 45 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em 2013	94
Gráfico 46 - Comparação dos consumos totais mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas desde 2007 até 2013.....	96
Gráfico 47 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas desde 2007 até 2013.....	97
Gráfico 48 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de cheias desde 2007 até 2013	98
Gráfico 49 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de cheias desde 2007 até 2013	99
Gráfico 50 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de pontas desde 2007 até 2013	100
Gráfico 51 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de pontas desde 2007 até 2013	101

Gráfico 52 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de vazio normal desde 2007 até 2013.....	102
Gráfico 53 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de vazio normal desde 2007 até 2013.....	103
Gráfico 54 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de super vazio desde 2007 até 2013.....	104
Gráfico 55 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de super vazio desde 2007 até 2013.....	105
Gráfico 56 - Valor total anual da fatura da eletricidade do Campus de Saúde desde 2003 até 2013.....	108
Gráfico 57 - Custo anual do consumo de energia elétrica ativa no Campus de Saúde desde 2003 até 2013.....	109
Gráfico 58 - Comparação entre o custo anual com o consumo de energia ativa e o valor total anual da fatura do Campus de Saúde desde 2003 até 2013.....	110
Gráfico 59 - Diferença entre o valor global anual da fatura e o custo anual da energia ativa consumida no Campus de Saúde desde 2003 até 2013.....	111
Gráfico 60 - Evolução do custo da energia elétrica ativa desde 2003 até 2013 no Campus de Saúde.....	112
Gráfico 61 - Consumo anual de energia elétrica ativa no Campus de Saúde.....	115
Gráfico 62 - Consumo de energia elétrica ativa do Campus de Saúde por ano letivo.....	116
Gráfico 63 - Quantidade de alunos inscritos por ano letivo no Campus de Saúde.....	117
Gráfico 64 - Quantidade anual de energia ativa consumida no Campus de Saúde por aluno.....	118
Gráfico 65 - Quantidade anual de energia ativa consumida no Campus de Saúde por m ²	119
Gráfico 66 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em 2006..	121
Gráfico 67 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em 2007..	122
Gráfico 68 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em 2009..	123
Gráfico 69 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em 2010..	124
Gráfico 70 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em 2011..	125
Gráfico 71 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em 2012..	126
Gráfico 72 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em 2013..	127
Gráfico 73 - Comparação dos consumos totais mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde desde 2006 até 2013.....	129
Gráfico 74 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde desde 2006 até 2013.....	130
Gráfico 75 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de cheias desde 2006 até 2013.....	131
Gráfico 76 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de cheias desde 2006 até 2013.....	132
Gráfico 77 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de pontas desde 2006 até 2013.....	133
Gráfico 78 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de pontas desde 2006 até 2013.....	134
Gráfico 79 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de vazio normal desde 2006 até 2013.....	135
Gráfico 80 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de vazio normal desde 2006 até 2013.....	136

Gráfico 81 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de super vazio desde 2006 até 2013.....	137
Gráfico 82 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de super vazio desde 2006 até 2013.....	138

SIGLAS, ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

AE – Auditoria Energética

AEE – Ação de Eficiência Energética

CO₂ – Dióxido de Carbono

CRIA – Centro Regional para a Inovação do Algarve

DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia

ECO.AP – Programa de Eficiência Energética para a Administração Pública

EVO – Efficiency Valuation Organization

GES – Grande Edifício de Serviços

IVA – Imposto de Valor Acrescentado

M&V – Medição e Verificação

PES – Pequeno Edifício de Serviços

PIMVP – Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance

PNAEE – Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética

PNAER – Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis

PT – Posto de Transformação

RECS – Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Comércio e Serviços

REH – Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Habitação

RJUE – Regime Jurídico da Urbanização e Edificação

SCE – Sistema de Certificação Energética

UAlg – Universidade do Algarve

UE – União Europeia

VIP – Very Important Person

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo introdutório dá-nos uma visão geral do uso de energia em Portugal e no Mundo e um foco na área de interesse. Aqui é efetuado um enquadramento, definidos os objetivos do projeto, explicada a organização dos capítulos adicionais e determinada a informação utilizada.

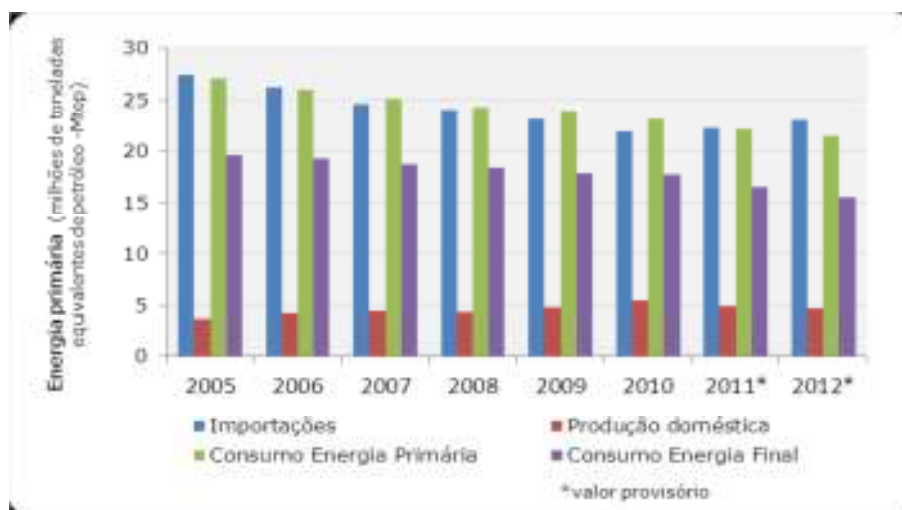
1.1 Enquadramento

Hoje em dia, muitos dos factos dados por adquiridos de longa data no setor da energia estão a ser reescritos. Assim, os principais importadores tornam-se exportadores, enquanto países que durante muito tempo foram definidos como grandes exportadores de energia passam a ser os motores do crescimento do consumo de energia nível mundial. A combinação adequada de políticas e tecnologias está a provar que a interligação entre crescimento económico, e o aumento do consumo de energia e de emissões de CO₂ relacionadas com esse consumo, pode ser reduzida. O desenvolvimento do petróleo e do gás não convencionais, bem como das energias renováveis, altera a nossa compreensão da distribuição dos recursos energéticos do planeta. O conhecimento da dinâmica que sustenta os mercados da energia é fundamental para os decisores que tentam conciliar objetivos económicos, energéticos e ambientais. Aqueles que anteciparem as evoluções mundiais da energia poderão retirar os maiores proveitos, enquanto aqueles que não o souberem fazer estarão em risco de tomar decisões políticas e de investimento desacertadas [1].

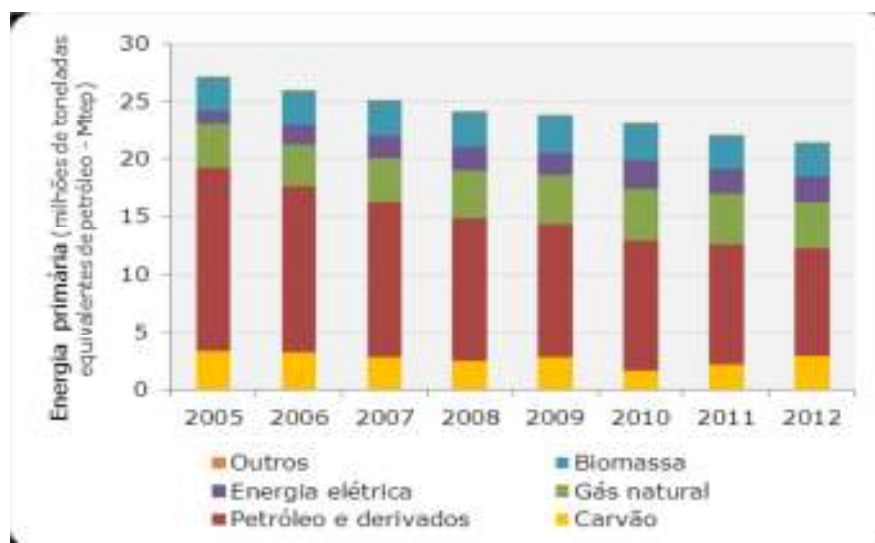
Analisando o balanço energético nacional, no período 2005-2012, constata-se um grande peso das importações de energia, com evolução decrescente até 2010 mas aumentando em 2011 e 2012, compensando a perda de produção doméstica, que apresentou um comportamento inverso: aumentou entre 2005 e 2010 (passando de 3,51 Mtep para 5,52 Mtep), tendo depois diminuído em 2011 e 2012. Relativamente ao consumo energético, verifica-se uma constante diminuição nos consumos de energia primária e de energia final. Em 2012, estima-se uma redução de 2,8% no consumo de energia primária e de 5,7% no consumo de energia final, face a 2011 (com o consumo de eletricidade a apresentar uma queda de 2,8%, o consumo de petróleo e derivados uma diminuição de 11,4% e o consumo de gás natural um aumento de 3,8%), fruto não só do

impacto de medidas de eficiência energética entretanto adotadas, mas também da recessão económica que alterou significativamente os padrões nacionais de consumo de energia primária e as expectativas de evolução até 2020 [2].

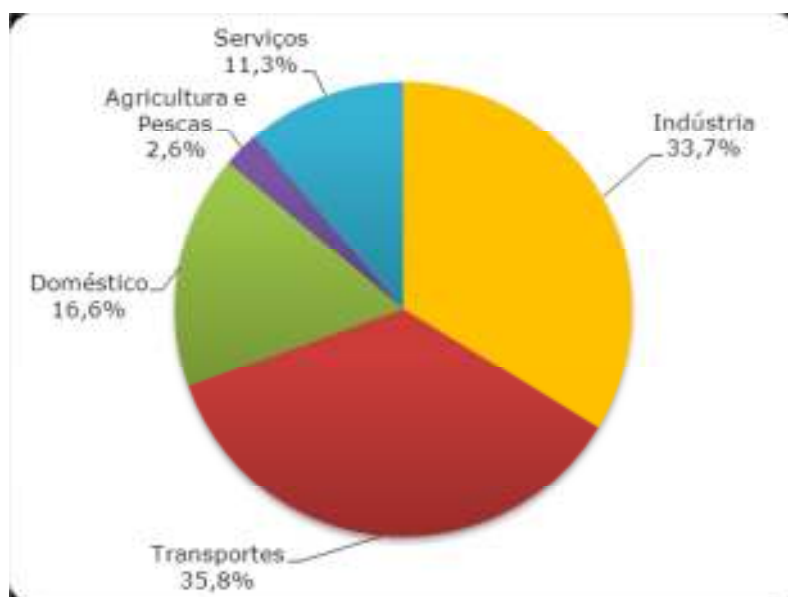
Figura 1 - Evolução do balanço energético: importações, produção doméstica e consumos de energia primária e de energia final. Fonte: DGEG, 2013.



No que diz respeito ao tipo de fonte energética utilizada no consumo de energia primária, constata-se que o petróleo e derivados têm sido a fonte energética mais utilizada ao longo dos anos, embora o seu peso relativo tenha vindo a diminuir, passando de 58,6% do consumo de energia primária em 2005 para 43,4% em 2012. Nesse ano, a segunda fonte energética mais utilizada foi o gás natural (18,8%), seguindo-se o carvão (13,6%), a biomassa (13,4%) e a energia elétrica (10,2%) [2].

Figura 2 - Consumo de energia primária por fonte energética. Fonte: DGEG, 2013

Em 2011, o peso do consumo de energia final nos principais setores de atividade económica foi de 35,8% nos transportes, 33,7% na indústria, 16,6% no setor doméstico, 11,3% nos serviços e 2,6% na agricultura e pescas. Constatou-se assim uma forte incidência dos setores dos transportes e indústria no consumo de energia final [2].

Figura 3 - Consumo de energia final por setor, em 2011. Fonte: DGEG, 2013.

Portugal praticamente não possui recursos energéticos fósseis endógenos, nomeadamente aqueles que asseguram as necessidades energéticas da maioria dos países desenvolvidos – o petróleo, o carvão e o gás natural. Esta escassez de recursos fósseis conduz a uma elevada dependência energética externa, atingindo em 2012 os 79,8%. Em apenas cinco anos, entre 2005 e 2010, o índice de dependência energética diminuiu cerca de 12 pontos percentuais, de 88,8% para 76,1%, ainda que em 2011 e 2012 se tenha verificado um aumento para 79,3% e 79,8%, respetivamente, justificado pela diminuição da hidraulicidade e do subsequente aumento das importações, em especial de carvão e de eletricidade [2].

É sobre este cenário que na Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, de 10 de Abril, foi aprovado o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética para o período 2013-2016 (Estratégia para a Eficiência Energética – PNAEE 2016) e o Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis para o período 2013-2020 (Estratégia para as Energias Renováveis - PNAER 2020). No horizonte de 2020 é fixado um objetivo geral de redução do consumo de energia primária de 25% e reforçada a dotação para a continuidade e conclusão do Programa de Eficiência Energética para a Administração Pública – “ECO.AP” [2].

O programa “ECO.AP” foi lançado através da Resolução do Conselho de Ministros n.º2/2011 com o objetivo de obter um nível de eficiência energética na ordem dos 30% até 2020 nos organismos e serviços da Administração Pública e obter esta eficiência sem aumento da despesa pública permitindo ao mesmo tempo o estímulo da economia no setor das empresas de serviços energéticos [3].

Muito sucintamente, o que se pretende com este programa é promover a contratação pública de empresas que se propõem a apresentar e implementar planos de eficiência energética para as organizações, isso sem qualquer custo adicional para a administração central. Com a implementação desses planos irão, conseqüentemente, promover a redução de custos em energia que reverterão, consoante o contrato estabelecido, para essas empresas.

É neste enquadramento que surge a ideia para realização do presente projeto. Sendo a Universidade do Algarve um organismo de Administração Pública, insere-se inevitavelmente no programa “ECO.AP”, desta forma deverá ser objeto de estudo e análise no que diz respeito ao seu consumo energético num período anterior à implementação de

AEEs (ações de eficiência energética), só assim se efetuará a determinação de Economia de consumo.

1.2 Objetivos

Os objetivos definidos para este Projeto assentam em 3 pontos fundamentais, abaixo discriminados:

1. Estudar a utilização da energia elétrica das três principais estruturas que constituem a Universidade do Algarve e que são o Campus de Gambelas, o Campus da Penha e o Campus de Saúde através da recolha de dados referentes ao consumo de energia elétrica nos últimos anos, das três infraestruturas / instalações.
2. Relacionar esses consumos com alguns parâmetros e demonstrar, através da aplicação de cálculos matemáticos, que as variações desses parâmetros poderão ou não causar alterações nos padrões de consumo de energia elétrica.
3. Aproveitando o facto de se encontrar em vigor o Programa de Eficiência Energética para a Administração Pública – ECO.AP, pretende-se determinar a linha de base de consumo de eletricidade para cada uma das instalações, promovendo assim uma base de apoio na determinação da economia registada após a implementação de AEEs.

1.3 Estrutura do Projeto

A estrutura do Projeto assenta em 7 capítulos.

O presente capítulo, a Introdução, dá-nos uma visão geral do uso de energia em Portugal e no Mundo e salienta o foco atual do Estado Português na Eficiência Energética evidenciando a importância que tem este projeto na futura implementação de AEEs. São também definidos os objetivos do projeto, determinado o seu enquadramento e explicada a organização dos capítulos adicionais.

No segundo capítulo, são abordados os aspetos relativos à regulamentação em vigor no setor da energia, mais propriamente ao regulamento que define o SCE – Sistema de Certificação Energética dos Edifícios. É também efetuada uma abordagem ao PIMVP – Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance, demonstrando-se a sua importância na execução de um projeto deste carácter.

No capítulo 3, denominado “Caso de Estudo” são caracterizadas as três instalações estudadas e são delineados os métodos aplicados no desenvolvimento das análises aos consumos de energia elétrica das instalações em causa.

Nos capítulos 4, 5 e 6 encontram-se expostas as análises aos consumos de energia elétrica do Campus da Penha, do Campus de Gambelas e do Campus de Saúde, respetivamente. Nos três casos é feita uma abordagem aos custos inerentes ao consumo de energia elétrica. Numa segunda fase, são considerados os consumos anuais de energia elétrica e os factores que poderão influenciar a sua variação. Por fim a abordagem é realizada mês após mês, delineando-se uma linha de base de consumo para cada uma das instalações, sendo também determinado o peso de cada período tarifário no consumo de energia elétrica final.

O último capítulo é destinado à apresentação das principais conclusões estabelecidas com a “Análise do consumo energético da Universidade do Algarve”.

2. AUDITORIAS ENERGÉTICAS – REGULAMENTAÇÃO EM VIGOR E REQUISITOS ASSOCIADOS À AVALIAÇÃO ENERGÉTICA

No presente capítulo são abordados os aspetos inerentes à realidade nacional das Auditorias Energéticas (AE). Será efetuada uma abordagem ao Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), diploma legal em vigor relativo a questões relacionadas com desempenho energético dos edifícios. Será também efetuada uma abordagem ao Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP), de onde foram retirados os pormenores do Plano de Medição e Verificação (M&V) implementado neste projeto.

2.1 SCE – Sistema de Certificação Energética dos Edifícios

2.1.1 Enquadramento Legislativo

Com a publicação da Diretiva n.º 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios, foi reformulado o regime estabelecido pela Diretiva n.º 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro de 2002. Aquela diretiva vem clarificar alguns dos princípios do texto inicial e introduzir novas disposições que visam o reforço do quadro de promoção do desempenho energético nos edifícios, à luz das metas e dos desafios acordados pelos Estados-Membros para 2020 [4].

A transposição para o direito nacional da Diretiva n.º 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Maio de 2010, gerou a oportunidade de melhorar a sistematização e o âmbito de aplicação do sistema de certificação energética e respetivos regulamentos, bem como de alinhar os requisitos nacionais às imposições explicitamente decorrentes da mesma. Assim, o presente diploma assegura não só a transposição da diretiva em referência, mas também uma revisão da legislação nacional, que se consubstancia em melhorias ao nível da sistematização e âmbito de aplicação ao

incluir, num único diploma, o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS), atendendo, simultaneamente, aos interesses inerentes à aplicabilidade integral e utilidade deste quadro legislativo, e aos interesses de simplificação e clareza na produção legislativa de carácter predominantemente técnico

2.1.2 Objeto

1 – Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE) visa assegurar e promover a melhoria do desempenho energético dos Edifícios, integrando o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS) [4].

2 - O presente diploma transpõe para a ordem jurídica nacional a Diretiva n.º 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios [4].

2.1.3 Âmbito

1 - São abrangidos pelo SCE, sem prejuízo de isenção de controlo prévio nos termos do RJUE, os edifícios ou frações, novos ou sujeitos a grande intervenção, nos termos do REH e RECS [4].

2 - Quando, porém, uma fração no sentido da alínea ee) do artigo 2.º, já edificada, não esteja constituída como fração autónoma de acordo com um título constitutivo de propriedade horizontal, só é abrangida pelo SCE a partir do momento em que seja dada em locação [4].

3 - São também abrangidos pelo SCE os edifícios ou frações existentes de comércio e serviços [4]:

a) Com área interior útil de pavimento igual ou superior a 1000 m², ou 500 m² no caso de centros comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas;

b) Que sejam propriedade de uma entidade pública e tenham área interior útil de pavimento ocupada por uma entidade pública e frequentemente visitada pelo público superior a 500 m² ou, a partir de 1 de julho de 2015, superior a 250 m²;

4 - São ainda abrangidos pelo SCE todos os edifícios ou frações existentes a partir do momento da sua venda, doação em cumprimento ou locação posterior à entrada em vigor do presente diploma, salvo nos casos de:

a) Venda ou doação em cumprimento a coproprietário, a locatário, em processo executivo, a entidade expropriante ou para demolição total confirmada pela entidade licenciadora competente;

b) Locação do lugar de residência habitual do senhorio por prazo inferior a quatro meses;

c) Locação a quem seja já locatário da coisa locada.

Estão excluídos do SCE [4]:

a) As instalações industriais, agrícolas ou pecuárias;

b) Os edifícios utilizados como locais de culto ou para atividades religiosas;

c) Os edifícios ou frações exclusivamente destinados a armazéns, estacionamento, oficinas e similares;

d) Os edifícios unifamiliares com área útil igual ou inferior a 50 m²;

e) Os edifícios de comércio e serviços devolutos, até à sua venda ou locação depois da entrada em vigor do presente diploma;

f) Os edifícios em ruínas;

g) As infraestruturas militares e os edifícios afetos aos sistemas de informações ou a forças e serviços de segurança que se encontrem sujeitos a regras de controlo e de confidencialidade;

h) Os monumentos e os edifícios individualmente classificados ou em vias de classificação, nos termos do Decreto -Lei n.º 309/2009, de 23 de Outubro, alterado pelos Decretos-Leis n.ºs 115/2011, de 5 de Dezembro e 265/2012, de 28 de Dezembro, e aqueles a que seja reconhecido especial valor arquitetónico ou histórico pela entidade licenciadora ou por outra entidade competente para o efeito;

i) Os edifícios integrados em conjuntos ou sítios classificados ou em vias de classificação, ou situados dentro de zonas de proteção, nos termos do Decreto -Lei n.º 309/2009, de 23 de Outubro, alterado pelos Decretos-Leis n.ºs 115/2011, de 5 de Dezembro e 265/2012, de 28 de Dezembro, quando seja atestado pela entidade licenciadora ou por outra entidade competente para o efeito que o cumprimento de

requisitos mínimos de desempenho energético é suscetível de alterar de forma inaceitável o seu carácter ou o seu aspeto;

j) Os edifícios de comércio e serviços inseridos em instalações sujeitas ao regime aprovado pelo Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril, alterado pela Lei n.º 7/2013, de 22 de Janeiro [4].

A tabela seguinte sintetiza o enquadramento dos edifícios de habitação e comércio e serviços, face à obrigatoriedade de avaliações energéticas periódicas, emissão de certificado energético e respetiva afixação.

Tabela 1 - Obrigatoriedade de avaliações energéticas periódicas, emissão de certificado energético e respetiva afixação

Edifício		Área	PCE / 1º CE	2º CE a)	Avaliação energética periódica		Venda, dação ou locação	Dever de afixação		
					A cada 6 anos	A cada 10 anos				
			Controlo prévio	Em funcionamento						
Habitação	Novo / Grande Intervenção	-	√	-	-	-	√	-		
	Existente	-	-	-	-	-	√	-		
Comércio e Serviços	Novo / Grande Intervenção	Privado	PES	≤ 500 m²	√	√	-	-	√	-
			PES	500 m² < A < 1000 m²	√	√	-	-	√	√
			GES	A ≥ 1000 m²	√	√	√	-	√	√
		Público	GES	500 m² < A < 1000 m² b)	√	√	√	-	√	√
			PES	≤ 500 m²	√	√	-	-	√	-
			PES	500 m² < A < 1000 m²	√	√	-	√	√	√
	Existente	Privado	GES	A ≥ 1000 m²	√	√	√	-	√	√
			GES	500 m² < A < 1000 m² b)	√	√	√	-	√	√
			PES	≤ 500 m²	-	-	-	-	√	-
		Público	PES	500 m² < A < 1000 m²	-	-	-	√	√	√
			PES	A ≥ 1000 m²	-	-	√	-	√	√
			GES	500 m² < A < 1000 m² b)	-	-	√	-	√	√

a) Até 3 anos de funcionamento de um edifício novo.

b) Aplicável apenas a centros comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas.

GES – Grande Edifício de Serviços

PES – Pequeno Edifício de Serviços

Desta feita, com a entrada em vigor do Sistema de Certificação dos Edifícios (SCE), passou a ser obrigatória a execução de Auditorias Energéticas (AE) periódicas sobre edifícios de serviços com área útil superior a 500 m². Isto significa que os edifícios da Universidade do Algarve, na sua maioria, encontram-se sujeitos a Auditorias Energéticas periódicas.

2.2 PIMVP – Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance

Neste subcapítulo, encontram-se transcritos os pontos do PIMVP com maior importância para execução da “Análise do consumo energético da Universidade do Algarve”.

Este documento apresenta-se como um “manual de etiqueta” para aqueles que pretendem elaborar projetos deste carácter. Assim sendo, torna-se imprescindível efetuar uma abordagem que apresente o PIMVP e a sua importância na elaboração deste projeto.

Sendo apenas uma pequena abordagem com base nos interesses deste projeto, apela-se à leitura integral do documento para um melhor entendimento da sua importância.

2.2.1 Objetivos e Âmbito

A Efficiency Valuation Organization (EVO) publica o Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP), para aumentar os investimentos na eficiência energética e no consumo eficiente de água, na gestão da potência contratada, e nos projetos de energia renovável em todo o mundo.

O PIMVP promove investimentos eficazes através das seguintes atividades:

- Documenta termos comuns e métodos para avaliar o desempenho energético de projetos de eficiência, dirigidos a clientes, fornecedores e financiadores destes projetos. Alguns destes termos e métodos podem ser utilizados em contratos, embora o PIMVP não disponibilize linguagem contratual;
- Fornece métodos, com diferentes níveis de custo e exatidão, com a função de determinar economias para toda a instalação ou para ações individuais de eficiência energética (AEE);

- Especifica o conteúdo de um Plano de Medição e Verificação (Plano de *M&V*). Este Plano de *M&V* adere aos princípios fundamentais de *M&V* aceites em todo o mundo, e deve produzir relatórios da economia verificada. Deve ser desenvolvido um Plano de *M&V* para cada projeto, por profissional qualificado¹;
- Aplica-se a grande variedade de instalações, incluindo edifícios novos, edifícios já existentes, e processos industriais. O Apêndice D (do PIMVP) é um guia para o usuário, resume o modo pelo qual leitores diferentes podem usar o PIMVP.

O Volume I do PIMVP define *M&V* no Capítulo 2; apresenta princípios fundamentais de *M&V* no Capítulo 3; e descreve a estrutura para um Plano de *M&V* detalhado no Capítulo 4. Os pormenores de um Plano de *M&V* e de um relatório de economia são enumerados nos Capítulos 5 e 6, respetivamente. As condições de especificação de utilização do PIMVP ou de adesão ao PIMVP são mostradas no Capítulo 7. O Volume I também apresenta, no Capítulo 8, um resumo de questões comuns de conceção de *M&V*, e enumera outros recursos de *M&V*. Doze exemplos de projetos são descritos no Apêndice A, e métodos básicos de análise de incerteza são resumidos no Apêndice B.

O Volume II do PIMVP contém uma exaustiva abordagem para a avaliação de aspetos referentes à qualidade do ambiente interno de edifícios, relacionados com conceção de AEE, implementação e manutenção. O Volume II sugere medições das condições interiores, para identificar alterações relativas às condições da linha de base.

O Volume III do PIMVP fornece mais pormenores acerca dos métodos de *M&V* associados à construção de novos edifícios e a sistemas de energia renovável integrados às instalações existentes.

Os três volumes do PIMVP formam um conjunto de documentos em constante evolução; as últimas modificações incluídas a cada edição estão disponíveis na página web da EVO (www.evo-world.org).

2.2.2 Medição e Verificação (M&V)

“Medição e Verificação” (*M&V*) é o processo de utilização de medições para determinar, de modo seguro, a economia real criada dentro de uma instalação individual

¹ www.evo-world.org contém a lista dos profissionais certificados de *M&V* (CMVP®) – pessoas com experiência adequada, cujo conhecimento sobre o IPMVP foi demonstrado por sua aprovação em exame.

por um programa de gestão de energia. A economia não pode ser medida diretamente, uma vez que representa a ausência de consumo de energia. Nesse caso a economia é determinada pela comparação do consumo medido antes e depois da implementação de um projeto, com ajustes adequados, tendo em conta alterações nas condições.

As atividades de M&V consistem em algumas ou todas as seguintes ações:

- Instalação, calibração e manutenção de equipamentos de medição;
- Recolha e tratamento de dados;
- Desenvolvimento de um método de cálculo e estimativas aceitáveis;
- Cálculos com os dados medidos;
- Relatórios, garantia de qualidade e verificação de relatórios por terceiros.

Quando existem poucas dúvidas acerca do resultado de um projeto, ou não há necessidade de dar prova dos resultados à outra parte, os métodos de M&V podem não ser necessários. No entanto, é sempre aconselhável verificar (inicialmente e de tempos em tempos) se os equipamentos instalados são capazes de produzir a economia prevista. A verificação do potencial para obter economia é definida como verificação operacional, e pode incluir inspeção, comissionamento dos equipamentos, teste do desempenho funcional e/ou tendência dos dados. A M&V aderente ao PIMVP inclui tanto a verificação operacional quanto a quantificação das economias baseada nas medições de energia antes e depois da implementação do projeto e os ajustes acima descritos.

A M&V não constitui apenas uma coleção de atividades com a finalidade de ajudar o projeto a atender às exigências do PIMVP. Se corretamente integradas, as atividades de M&V servirão para aumentar e reforçar a operação e a manutenção das economias na instalação. Como mostrado na Figura 4, as atividades de M&V coincidem com outras atividades do projeto (por exemplo: recolher dados tanto para identificar AEEs, quanto para estabelecer a linha de base da energia, comissionamento e verificação operacional das AEEs executadas, instalar sistemas de medição e registo para seguir e manter a persistência das economias, etc.). A identificação da sinergia dos projetos e o estabelecimento do papel e das responsabilidades das partes envolvidas no planeamento do projeto permitirão uma ação coordenada da equipa. Este procedimento poderá melhorar o escopo do projeto e controlar os custos relacionados com a M&V.

Figura 4 - Linha do tempo do processo (atividades de M&V)

2.2.3 Objetivos da M&V

As técnicas de M&V podem ser utilizadas pelos proprietários da instalação ou pelos investidores do projeto de eficiência energética com os seguintes objetivos:

a) Aumentar a economia de energia:

A determinação exata da economia de energia fornece aos proprietários e gestores da instalação valiosa informação acerca das suas ações de eficiência energética (AEEs). Esta informação ajuda-os a ajustar a conceção da AEE, ou as operações para aumentar a economia, a fim de melhorar e assegurar maior duração e menos variações ao longo do tempo das economias [5];

b) Documentar transações financeiras:

Para alguns projetos, a economia obtida pela eficiência energética constitui a base de pagamentos financeiros fundamentados no desempenho energético e/ou na garantia, em um contrato de desempenho energético. Um Plano de M&V bem definido e implementado pode representar a base para documentar, de forma transparente, o desempenho energético sujeito a verificação independente;

c) Aumentar o financiamento para projetos de eficiência:

Um bom Plano de M&V aumenta a transparência e a credibilidade dos relatórios acerca dos resultados dos investimentos em eficiência. Também aumenta a credibilidade das projeções dos resultados dos investimentos em eficiência. Esta

credibilidade pode subir o nível de confiança que investidores e patrocinadores depositam em projetos de eficiência energética, fazendo crescer as possibilidades destes projetos serem financiados;

d) Melhorar projetos de engenharia, funcionamento e manutenção da instalação:

A preparação de um bom Plano de M&V encoraja a conceção completa de um projeto, ao incluir todos os custos de M&V nos aspetos económicos. Uma boa M&V também ajuda os gestores a descobrir e reduzir problemas de manutenção e funcionamento, a fim de gerir instalações de forma mais eficiente, além de fornecer informações para a conceção de projetos futuros;

e) Gerir orçamentos energéticos:

Mesmo quando as economias não estão em questão, as técnicas de M&V ajudam os gestores a avaliar e gerir a utilização de energia para explicar as variações dos orçamentos. As técnicas de M&V são usadas para ajustar alterações das condições de funcionamento da instalação, a fim de estabelecer orçamentos adequados e explicar as variações destes orçamentos;

f) Aumentar o valor dos créditos de redução de emissão:

Considerar as reduções de emissão acrescenta valor adicional aos projetos de eficiência. A utilização de um Plano de M&V para determinar a economia de energia melhora relatórios de redução de emissão, em comparação com relatórios realizados sem Plano de M&V;

g) Apoiar a avaliação de programas de eficiência regionais:

Programas governamentais ou de empresas de energia para a gestão de utilização de um sistema de fornecimento de energia podem utilizar técnicas de M&V no objetivo de avaliar a economia em instalações selecionadas de usuários de energia. Com a utilização de técnicas estatísticas e outras suposições, a economia determinada pelas atividades de M&V em instalações individuais selecionadas pode ajudar a prever a economia em locais não medidos, a fim de determinar o desempenho energético de todo o programa;

h) Aumentar a compreensão do público acerca da gestão de energia como ferramenta de política pública:

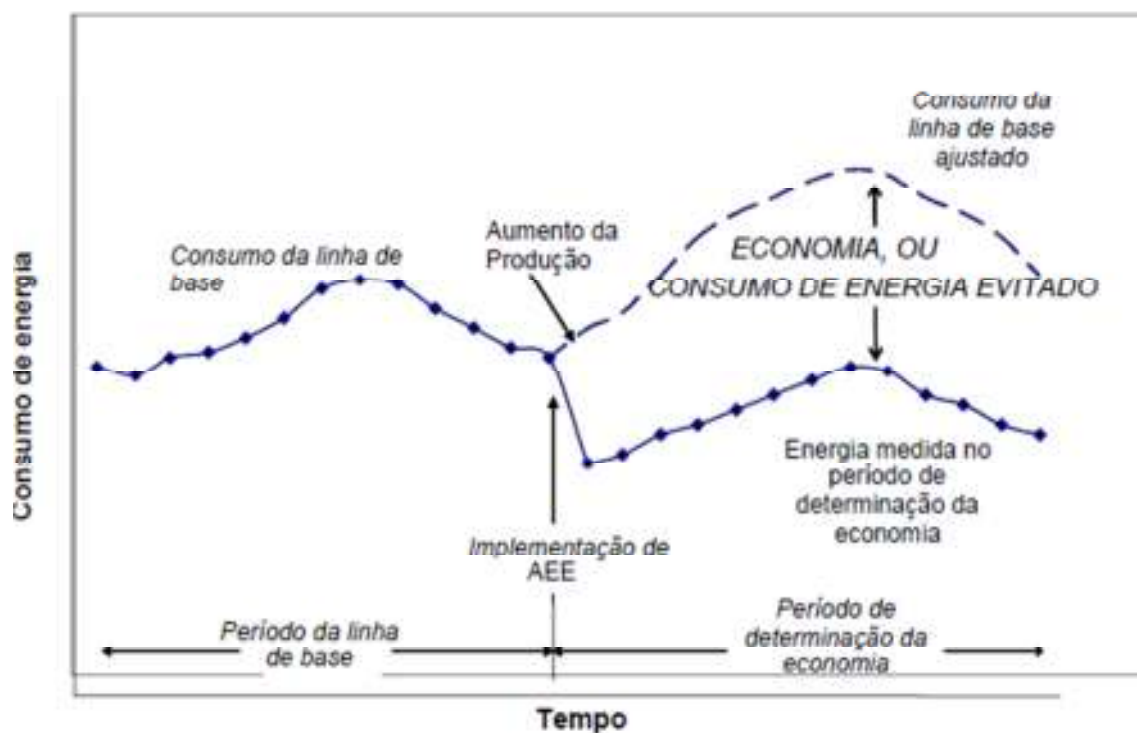
Ao melhorar a credibilidade dos projetos de gestão de energia, a *M&V* aumenta a aceitação pública da redução de emissões associadas. Esta aceitação pública encoraja o

investimento em projetos de eficiência energética, ou nos créditos de emissão que estes projetos possam criar. Ao aumentar a economia, uma boa prática de M&V evidencia os benefícios públicos fornecidos por uma boa gestão de energia, tais como o melhoramento da saúde pública, a redução da degradação ambiental, e o aumento da taxa de emprego.

2.2.4 Determinação de Economia

A economia de energia ou água, não pode ser medida diretamente, uma vez que a economia representa a ausência do consumo de energia/água. A economia é determinada comparando-se o consumo medido anteriormente e o consumo medido posteriormente à implementação de um programa, e realizando ajustes adequados às alterações nas condições de uso.

Figura 5 - Exemplo de histórico de energia



Como exemplo de um processo de determinação de economia, a Figura 5 mostra o histórico do consumo de energia de uma caldeira industrial, antes e depois da

implementação de uma AEE para recuperar calor dos seus gases de combustão. Quando da execução da AEE, a produção da fábrica também aumentou.

Para documentar adequadamente o impacto da AEE, o seu efeito energético deve ser separado do efeito energético do aumento da produção. A fim de determinar a relação entre consumo de energia e produção, foi estudado o padrão de utilização da “linha de base energética” antes da instalação da AEE. Depois da instalação da AEE, essa relação da linha de base foi utilizada para calcular a quantidade de energia que a fábrica teria utilizado por mês, se não tivesse havido uma AEE (a chamada “linha de base ajustada”). A economia, ou ‘consumo de energia evitado’ é a diferença entre o consumo da linha de base ajustado e a energia que foi realmente medida durante o período de determinação da economia.

Sem o ajuste para a mudança na produção, a diferença entre o consumo da linha de base e o consumo do período de determinação de economia de energia teria sido muito inferior, fornecendo uma subinformação acerca do efeito da recuperação de calor.

É necessário separar os efeitos energéticos de um programa de economia dos efeitos de outras mudanças simultâneas, responsáveis por afetar os sistemas que usam energia. A comparação entre o antes e o depois do consumo de energia, deve ser feita sobre uma base consistente, utilizando a seguinte equação geral:

$$\text{Economia} = (\text{Consumo durante o período da linha de base} - \text{Consumo durante o período de determinação da economia}) \pm \text{Ajustes}$$

O termo "Ajustes" nesta equação geral é usado para ajustar o consumo dos períodos da linha de base e de determinação da economia sob um conjunto comum de condições. O termo ‘ajustes’ faz distinção entre relatórios de economia reais e simples comparação de custo ou utilização antes e depois da implementação de uma AEE. Sem tais ajustes, simples comparações de custos de fornecimento de energia reportam apenas alterações de custo, e não o verdadeiro desempenho energético de um projeto. Para reportarem adequadamente a “economia,” os ajustes devem contemplar as diferenças nas condições entre o período da linha de base e os períodos de determinação da economia.

As informações do período da linha de base no projeto de uma instalação existente consistem usualmente no desempenho da instalação ou sistema antes das

alterações produzidas pelas AEEs. Estas informações existem e podem ser obtidas por medição antes das alterações. Em novas construções as informações do período da linha de base são hipotéticas e normalmente baseadas em normas, regulamentos, prática usual ou desempenho documentado, ou em instalações similares. Em qualquer condição, o modelo para o período da linha de base deve ser capaz de representar as mudanças nas condições e nos parâmetros operacionais, de forma que os “ajustes” possam ser efetuados.

Período de Linha de base

O período da linha de base deve ser determinado para:

- Representar todos os modos de funcionamento da instalação. Este período deve cobrir um ciclo de funcionamento completo, desde o consumo máximo de energia ao mínimo;
 - O uso global de energia em edifícios pode ser afetado significativamente pelas condições climáticas. De modo geral, é necessário um ano de dados no período da linha de base para caracterizar o ciclo de operação.
- Representar relativamente bem todas as condições de funcionamento de um ciclo de funcionamento normal. Por exemplo, apesar de poder ser escolhido determinado ano como o período da linha de base, se faltarem dados de um mês durante o ano selecionado, dados comparáveis para o mesmo mês de um ano diferente deverão ser utilizados, a fim de garantir que o registo do período da linha de base não esteja representando inadequadamente as condições de funcionamento do mês em falta;
- Incluir apenas períodos de tempo para os quais sejam conhecidos todos os factores relativos à instalação, fixos e variáveis, que regem a energia. O recuo no tempo do período da linha de base para incluir múltiplos ciclos de funcionamento requer conhecimento idêntico de todos os factores que regem a energia através do período da linha de base mais longo, a fim de se efetuarem corretamente os ajustes de rotina e não de rotina após a instalação da AEE;
- Coincidir com o período imediatamente anterior ao compromisso de levar a cabo a instalação da AEE. Períodos mais anteriores no tempo não refletiriam as condições existentes antes da reforma, e, por conseguinte, poderiam não fornecer um período da linha de base adequado para medir o efeito apenas da AEE.

O planeamento da AEE pode requerer o estudo de um período de tempo mais longo do que o escolhido para o período da linha de base. Períodos de estudo mais longos ajudam o planificador a compreender o desempenho energético da instalação, e a determinar a real duração de um ciclo normal.

Período de determinação da economia

O usuário dos relatórios de economia deve definir a duração do período de determinação da economia. O período de determinação da economia deve englobar pelo menos um ciclo de funcionamento normal dos equipamentos ou instalação, para caracterizar completamente a eficácia da economia em todos os modos de funcionamento normais.

Alguns projetos estão sujeitos a cessar de reportar economia depois de um período de "teste", que pode ir de uma leitura instantânea a um ano ou dois.

A duração de qualquer período de determinação da economia deve ser determinada com a devida consideração pela duração da AEE e pela probabilidade de degradação da economia originalmente obtida ao longo do tempo.

Independentemente da duração do período de determinação da economia, o sistema de medição pode continuar a fornecer informação, em tempo real, dos dados adquiridos para fins de gerenciamento e especificamente detetar alterações desfavoráveis na performance.

Se for reduzida a frequência da medição da economia após a prova inicial do desempenho energético, outras atividades de medição no local poderão ser intensificadas para garantir que a economia se mantenha.

A economia avaliada segundo um conceito aderente do PIMVP apenas pode ser reportada pelo período de determinação da economia que utilize os procedimentos aderentes ao PIMVP. Se a economia avaliada segundo um conceito aderente do PIMVP for usada como base para quantificar uma futura economia, futuros relatórios de economia não vão aderir ao PIMVP.

2.2.5 Visão Geral das Opções do PIMVP

As quantidades de energia nas várias formas da Equação da Economia podem ser medidas por uma ou mais das seguintes técnicas:

- Faturas da concessionária ou do fornecedor de combustível, ou leitura dos equipamentos de medição da concessionária, executando-se os mesmos ajustes às leituras feitos pela concessionária;
- Equipamentos de medição especiais que isolam a AEE, ou parte da instalação, do restante da instalação. As medições podem ser periódicas durante pequenos intervalos, ou contínuas durante o período da linha de base ou dos períodos de determinação da economia;
- Medições separadas de parâmetros usados no cálculo do consumo de energia. Por exemplo, parâmetros de funcionamento dos equipamentos de carga elétrica e horas de funcionamento podem ser medidos separadamente e multiplicados um pelo outro, para calcular o consumo de energia do equipamento;
- Medição de representantes comprovados de consumo de energia. Por exemplo, se o consumo de energia de um motor for correlacionado com o sinal de saída do variador de velocidade que controla este motor, o sinal de saída poderá ser um representante comprovado para a energia do motor;
- Simulação por computador calibrada com alguns dados de desempenho energético reais para o sistema ou a instalação a serem modelados. Um exemplo de simulação por computador é a análise DOE-2 para edifícios (apenas a Opção D).

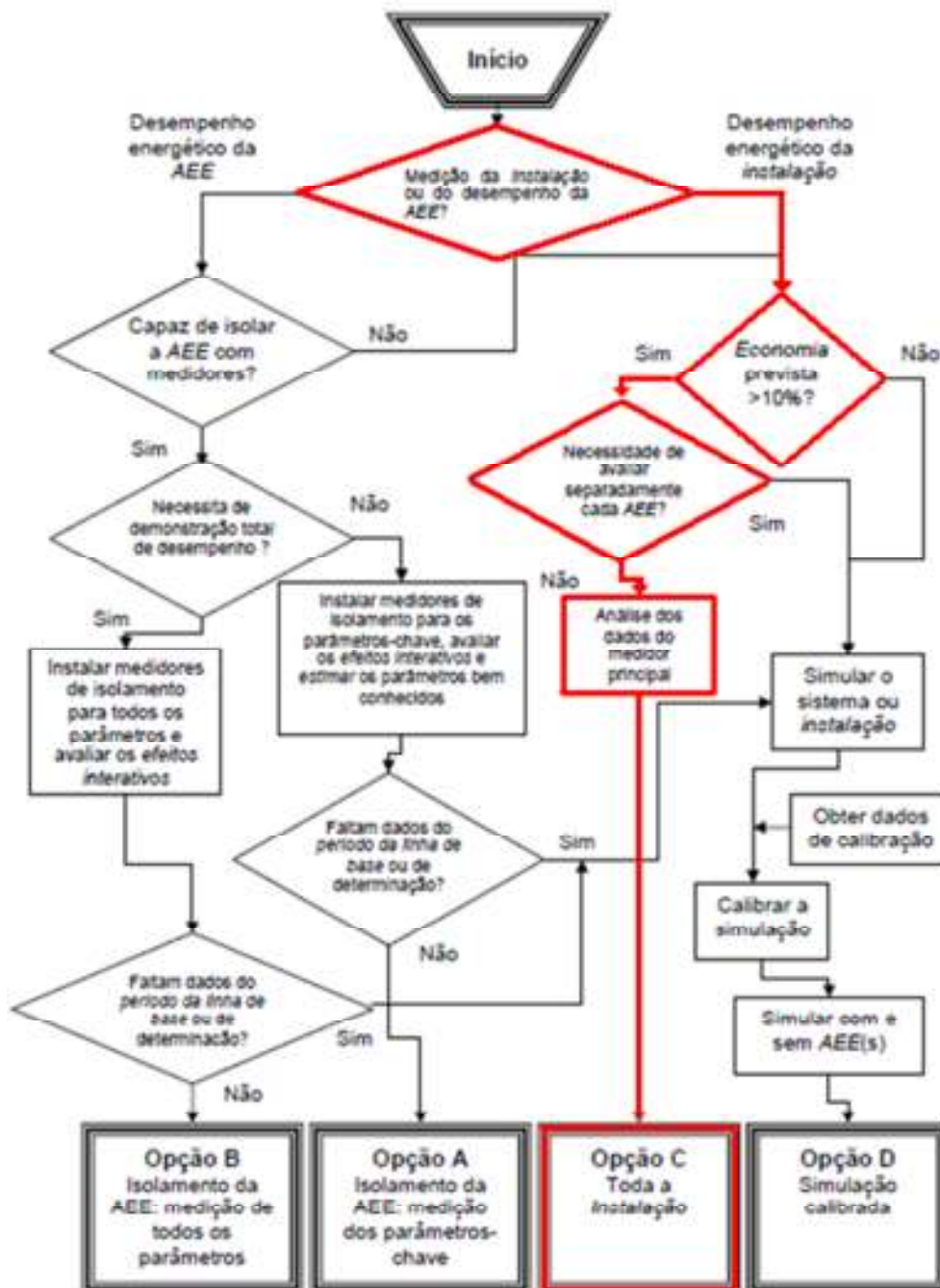
Se um valor de energia já é conhecido com a precisão adequada, ou quando é mais dispendioso medir do que justificar pelas circunstâncias, então a medição de energia pode não ser necessária ou adequada. Nestes casos, algumas estimativas podem ser feitas de determinados parâmetros da AEE, mas outros devem ser medidos (apenas a Opção A).

O PIMVP fornece quatro opções para determinar a economia (A, B, C e D). A escolha entre as opções implica muitas considerações, inclusive o local da fronteira de medição. Se for decidido determinar a economia ao nível da instalação, a Opção C ou a Opção D poderão ser favorecidas. No entanto, se apenas é considerado o desempenho energético da própria AEE, uma técnica de medição isolada pode ser a mais adequada (Opção A, Opção B ou Opção D).

A seleção de uma opção do PIMVP é uma decisão tomada pelo técnico de conceção do programa de M&V para cada projeto, com base em todo o conjunto de

condições, análises, orçamentos, e avaliação profissional. A figura descreve a lógica comum usada na seleção da melhor opção.

Figura 6 - Processo de seleção da opção



No projeto em causa, a Opção C é claramente aquela que mais se adequa. A análise do consumo de energia elétrica da Universidade do Algarve é feita a partir da recolha dos dados das faturas da concessionária e pretende verificar os consumos das três principais instalações que constituem a Universidade.

2.2.6 Opção C: Toda a Instalação

Opção C: Toda a Instalação implica a utilização de equipamentos de medição da concessionária, de toda a instalação, ou subequipamentos, para avaliar o desempenho energético de toda a instalação. A fronteira de medição inclui toda a instalação ou grande parte desta. Esta opção determina a economia coletiva de todas as AEEs aplicadas à parte da instalação monitorizada pelo medidor de energia. Além disso, uma vez que são usados os equipamentos de toda a instalação, a economia reportada com a Opção C inclui os efeitos positivos ou negativos de todas as alterações feitas na instalação, não relacionadas com a AEE.

A Opção C destina-se a projetos em que a economia esperada é significativa, comparada com as variações de energia aleatórias ou inexplicáveis ocorridas em nível de toda a instalação. Se a economia for grande, comparada com as variações inexplicadas nos dados da linha de base, então será fácil identificar a economia. E também, quanto mais longo for o período de determinação da economia após a instalação da AEE, menos significativo será o impacto das variações inexplicáveis a curto prazo. Tipicamente a economia deve ultrapassar 10% do consumo da linha de base, quando se espera discriminar com confiança a economia a partir dos dados da linha de base quando o período de determinação da economia é inferior a dois anos.

Identificar mudanças na instalação que vão requerer ajustes de não-rotina constitui o principal desafio associado à Opção C, particularmente quando a economia é monitorizada por longos períodos. Por conseguinte, devem-se realizar inspeções periódicas em todos os equipamentos e nas operações da instalação, durante o período de determinação da economia. Estas inspeções identificam as mudanças nos factores estáticos das condições da linha de base, e devem fazer parte do controlo regular dos equipamentos de medição, para garantir que os métodos de funcionamento previstos ainda estejam sendo seguidos.

Aspetos relativos aos dados de energia

Quando o fornecimento da concessionária é apenas medido num ponto central de um grupo de instalações, subequipamentos de medição são necessários em cada instalação ou grupo de instalações para os quais o desempenho energético individual é avaliado.

Podem ser usados vários equipamentos para medir vários tipos energia numa instalação. Se um equipamento de medição mede um sistema que interage com outros sistemas de energia, direta ou indiretamente, os dados deste equipamento devem ser incluídos na determinação da economia de toda a instalação.

Podem ser ignorados os equipamentos que registam fluxos de energia não interativos com os fluxos onde se aplica a AEE. Um exemplo são os circuitos de iluminação exterior medidos separadamente.

É necessário determinar a economia separadamente para cada equipamento ou subequipamento de medição, que servem uma instalação, de modo que as mudanças no desempenho energético possam ser avaliadas para as partes da instalação medidas separadamente. No entanto, quando se mede apenas uma pequena fração do consumo total de um tipo de energia, pode ser totalizado com os equipamentos maiores para reduzir as tarefas de gestão de dados. Quando os analisadores de energia elétricos são combinados desta forma, deve-se reconhecer que equipamentos de medição para o pequeno consumo não têm muitas vezes capacidade para obter dados suficientes, o que faz com que os dados totalizados de consumo já não forneçam informação significativa sobre a carga total.

Se a leitura de vários equipamentos diferentes é feita em dias separados, cada um que tenha um período de facturamento, único deve ser analisado separadamente. A economia resultante poderá ser combinada após a análise de cada analisador individual, se as datas forem informadas.

Se faltarem alguns dados de energia do período de determinação da economia, poderá ser criado um modelo matemático do período de determinação da economia para completar os dados em falta. No entanto, a economia reportada para o período em falta deve identificar esta economia como "dados em falta".

Aspetos relativos às faturas de energia

Os dados de energia para a Opção C provêm muitas vezes dos equipamentos de medição da concessionária, seja através da leitura direta deste, seja a partir das faturas da concessionária. Quando as contas da concessionária constituem a origem dos dados, deve-se reconhecer que a necessidade da concessionária tem de leituras regulares não é habitualmente tão grande quanto as necessidades requeridas pela M&V. Por vezes as contas da concessionária contêm dados estimados, especialmente em contas pequenas. Outras vezes não pode ser determinado a partir da própria conta se os dados foram estimados ou foram resultado da leitura do equipamento de medição. Leituras estimadas não reportadas, criam erros desconhecidos para os meses estimados, e também para o mês seguinte à leitura real. No entanto, a primeira fatura com leitura real após uma ou mais estimativas vai corrigir os erros anteriores das quantidades de energia. Os relatórios de economia devem indicar quando as estimativas fazem parte dos dados da concessionária.

Quando uma empresa de eletricidade estima a leitura, não existem dados válidos para o consumo de energia elétrica deste período.

A energia pode ser fornecida a uma instalação indiretamente, através de instalações de armazenamento no local, como ocorre para o óleo, o propano ou o carvão. Nessas situações, as faturas de entrega do fornecedor de energia não representam o consumo real da instalação durante o período entre entregas. Idealmente um equipamento de medição a jusante do armazenamento mede o consumo de energia. Todavia, quando não existe este tipo de equipamento, ajustes em nível de inventário para cada período de facturamento devem completar as faturas.

Variáveis independentes

Os parâmetros que mudam regularmente e afetam o consumo de energia da instalação são denominados variáveis independentes. As variáveis independentes mais comuns são o clima, o volume de produção e a ocupação. O clima tem várias dimensões, mas para a análise de toda a instalação, o clima é apenas a temperatura exterior do ar medida nos termómetros de bolbo seco. A produção tem muitas dimensões, dependendo da natureza do processo industrial. A produção é tipicamente expressa em unidades de massa ou unidades volumétricas de cada produto. A ocupação é definida de várias formas, tais

como a ocupação de um quarto de hotel, as horas de ocupação de um edifício de escritórios, os dias ocupados (dias de semana/fins de semana), ou as vendas de refeições de restaurantes.

A modelação matemática poderá avaliar variáveis independentes se estas forem cíclicas. A análise de regressão e outras formas de modelação matemática podem determinar o número de variáveis independentes a considerar nos dados da linha de base. Os parâmetros que têm efeito significativo no consumo da linha de base devem ser incluídos nos ajustes de rotina durante a determinação da economia, usando-se a equação da economia.

As variáveis independentes devem ser medidas e registadas ao mesmo tempo que os dados de energia. Por exemplo, os dados do clima devem ser registados diariamente a fim de que possam ser totalizados para corresponder ao período mensal de medição de energia exato, o qual pode diferir do mês do calendário. A utilização de dados mensais médios da temperatura, para um período de medição de energia de um mês que não corresponda ao do calendário, introduz erros desnecessários na análise.

Cálculos e modelos matemáticos

Para a Opção C, os termos dos ajustes de rotina da Equação da economia, são calculados desenvolvendo-se um modelo matemático válido para cada padrão de consumo de energia representado por um medidor. Um modelo pode ser tão simples quanto uma lista ordenada de doze quantidades mensais de energia, medidas sem quaisquer ajustes. No entanto, um modelo inclui frequentemente factores derivados da análise de regressão, que correlaciona a energia a uma ou mais variáveis independentes, tais como temperatura exterior, graus-dia, duração do período de medição, produção, ocupação, e/ou modo de funcionamento. Os modelos também podem incluir um conjunto diferente de parâmetros de regressão para cada gama de condições, tais como verão ou inverno, em edifícios com variações de consumo de energia sazonais. Por exemplo, em escolas onde o consumo de energia do edifício difere entre o ano escolar e o período de férias, pode-se necessitar de modelos de regressão separados para os diferentes períodos de utilização [6].

A Opção C deve usar anos completos (12, 24, ou 36 meses) de dados contínuos durante o período da linha de base, e de dados contínuos durante os períodos de determinação da economia [7]. Os modelos que usam outro número de meses (9, 10, 13, ou

18 meses, por exemplo) podem criar um viés estatístico ao sub ou sobre representar modos normais de funcionamento.

Os dados de um equipamento de medição de toda a instalação podem ser horários, diários ou mensais. Os dados horários devem ser consolidados em dados diários a fim de limitar o número de variáveis independentes necessário para produzir um modelo razoável da linha de base, sem aumentar significativamente a incerteza na economia calculada [8]. A variação dos dados diários resulta muitas vezes do ciclo semanal da maioria das instalações.

Muitos modelos matemáticos são adequados para a Opção C. Para selecionar aquele mais adequado à aplicação, devem-se considerar os índices de avaliação estatística, tais como R^2 . A literatura estatística publicada pode ajudar a demonstrar a validade estatística do modelo selecionado.

Medição

A medição da energia em toda a instalação pode ser feita pelos equipamentos da concessionária. Os dados destes equipamentos são considerados 100% precisos para a determinação da economia, porque definem o pagamento da energia. As regulamentações comerciais relativas à comercialização de produtos energéticos habitualmente determinam a precisão dos dados dos medidores da concessionária.

Os equipamentos de medição das concessionárias podem estar equipados ou ser modificados para fornecer a saída de um impulso elétrico para ser registado por um equipamento de monitorização da instalação. A constante de energia por impulso do transmissor de impulsos deve ser calibrada contra uma referência conhecida, tal como dados semelhantes registados pelo equipamento da concessionária.

Os equipamentos individuais instalados pelo proprietário da instalação podem medir a energia de toda a instalação. A precisão destes deve ser considerada no Plano de M&V, juntamente com uma forma de comparação das suas leituras com as leituras do equipamento da concessionária.

Custo

O custo da Opção C depende da origem dos dados de energia, bem como da dificuldade em localizar factores estáticos dentro da fronteira de medição, para permitir

ajustes de-não rotina durante o período de determinação da economia. O equipamento de medição da concessionária ou um subequipamento já existente funcionarão bem se os dados forem corretamente registados. Esta escolha não necessita de nenhum custo extra de medição.

O custo da alteração das localizações dos factores estáticos depende do tamanho da instalação; da probabilidade de alteração dos factores estáticos; da dificuldade em detetar as alterações e dos procedimentos de vigilância já existentes.

3. CASO DE ESTUDO

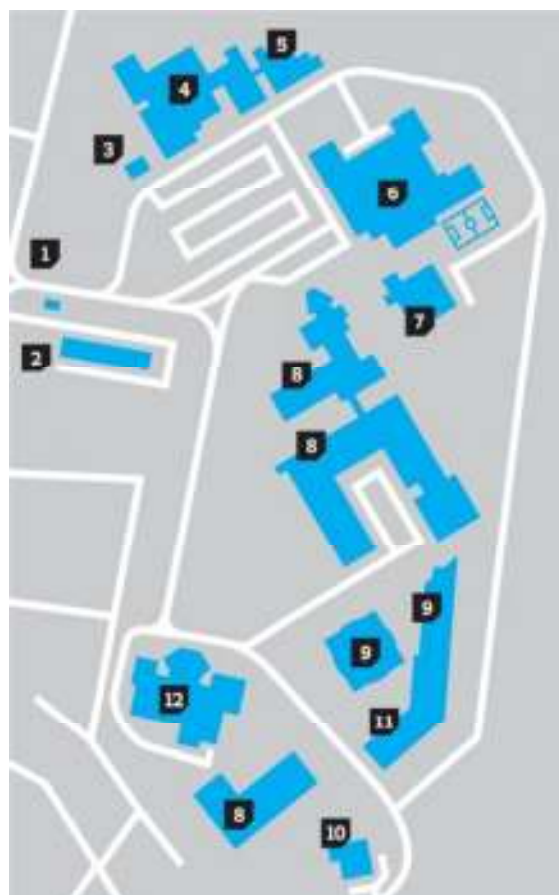
3.1 Características das Instalações

3.1.1 Campus da Penha

O Campus da Penha da Universidade do Algarve encontra-se situado no coração da cidade de Faro e abrange uma área total de 134.712,00 m², cerca de 13,5 hectares. Esta infraestrutura é atualmente constituída por 14 edifícios que atingem uma área útil construída de 28.446,00 m². Os primeiros edifícios foram inaugurados em 1986 e desde então a sua evolução tem vindo a ser evidente, com o última infraestrutura construída a ser inaugurada em meados de 2009.

Figura 7 - Campus da Penha (sem escala)

- 1 – Entrada Principal
- 2 – Residência Universitária
- 3 – Caixa Geral de Depósitos
- 4 – Escola Superior de Gestão, Hotelaria e Turismo
- 5 – Serviços Académicos
- 6 – Escola Superior de Educação e Comunicação
- 7 – Restaurante Universitário / Serviços de Ação Social
- 8 – Instituto Superior de Engenharia
- 9 – Complexo Pedagógico e Anfiteatros
- 10 – Fundação para o Desenvolvimento da UAlg
- 11 – Biblioteca /Administração / Serviços Centrais
- 12 – Serviços Técnicos



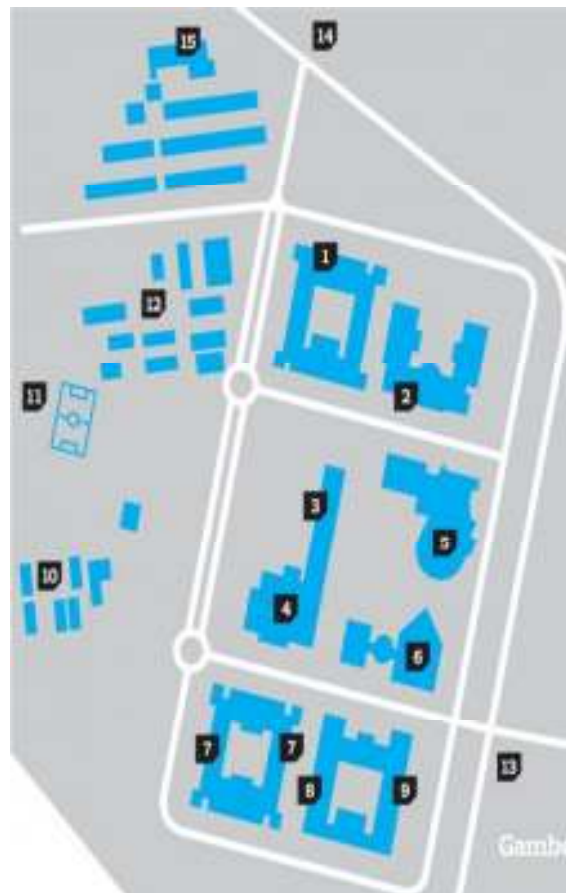
A alimentação elétrica destas edificações é realizada a partir de 2 Postos de Transformação (PT) de 630 kVA cada, e que são propriedade da Universidade. Ou seja o fornecimento de energia elétrica por parte da concessionária ao Campus da Penha é feito em média tensão. Atualmente a potência contratada é de 658,00 kW, em tarifa MTM-Longas UT, Tetra-Horária de ciclo diário. Todas as edificações e instalações elétricas inseridas no perímetro do Campus são alimentadas a partir dos 2 PTs.

3.1.2 Campus de Gambelas

Situado a cerca de 4,5 Km a poente do centro da cidade de Faro, mais precisamente junto à área protegida do Parque Natural da Ria Formosa, o Campus de Gabelas abrange uma área de terreno de 20 hectares. É constituído por 7 grandes edifícios e 3 complexos de pavilhões, que na totalidade atingem 52.520,00 m² de área útil construída. O Campus começou a ser construído em 1990, tendo vindo a desenvolver-se até ao ano de 2004, com a conclusão do edifício que abrange a Faculdade de Engenharia e Recursos Naturais e a Faculdade de Economia. Atualmente encontra-se em fase de conclusão a ampliação do edifício da Faculdade de Ciências e Tecnologia, dando o novo espaço, origem à Faculdade de Medicina.

Figura 8 - Campus de Gambelas (sem escala)

- 1 – Faculdade de Ciências Humanas e Sociais (FCHS) /
Serviços de Informática / Anfiteatro Teresa Júdice Gamito**
- 2 – Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT)**
- 3 – Complexo Pedagógico**
- 4 – Grande Auditório**
- 5 – Biblioteca /Reitoria / Gabinete de Relações
Internacionais e Mobilidade**
- 6 – Restaurante Universitário / Restaurante VIP**
- 7 – Faculdade de Ciências e Tecnologia**
- 8 – Faculdade de Ciências e Tecnologia**
- 9 – Faculdade de Economia**
- 10 – Edifício Horto Experimental**
- 11 – Campo de Jogos**
- 12 – Serviços Académicos**
- 13 – Portaria Nascente (Entrada Principal)**
- 14 – Portaria Norte**
- 15 - CRIA**



Em termos de fornecimento de energia elétrica, o Campus encontra-se equipado com 4 Postos de Transformação (PT), 1 de 630 kVA e 3 de 1000 kVA, que abastecem as necessidades elétricas de todas as suas infraestruturas. O contrato atualmente em vigor com a concessionária distribuidora de energia é de tarifa MTM-Longas UT, Tetra-Horária de ciclo diário e a potência contratada é de 1.492,00 kW.

3.1.3 Campus de Saúde

O Campus de Saúde da Universidade do Algarve encontra-se situado numa das principais entradas da cidade de Faro, entre o Teatro das Figuras e o Hospital Pediátrico de Faro. Esta infraestrutura tem 11.566,00 m² de área e é constituída pelo edifício da Escola Superior de Saúde da Universidade do Algarve (ESSUAAlg) que apresenta uma área útil construída de 3.516,93 m². O Campus foi inaugurado em 1999 e desde então não sofreu alterações estruturais.

Figura 9 - Campus de Saúde (sem escala)



A alimentação elétrica do Campus de Saúde é realizada a partir de um Posto de Transformação (PT) de 250 kVA, cuja Universidade é proprietária. Atualmente, entre a Universidade e a concessionária de distribuição de energia elétrica, encontra-se válido um contrato do tipo MTB – Médias UT, Tetra-Horária de ciclo diário e a potência contratada é de 116,25 kW.

3.2 Dados

3.2.1 Origem

Os dados recolhidos relativos ao consumo de energia elétrica, utilizados para efetuar a presente análise, provêm das faturas mensais da concessionária e foram fornecidos pelos Serviços Técnicos da Universidade do Algarve. Foram recolhidas faturas em papel dos anos 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 e 2008 e faturas em formato digital dos anos 2009, 2010, 2011, 2012 e 2013. Os Serviços Técnicos da Universidade foram igualmente responsáveis pelo fornecimento dos dados relativos às áreas de construção e respetivos anos de construção de cada edifício.

Os Serviços Académicos da Universidade tiveram a amabilidade de fornecer os dados relativos ao número de matrículas registadas nas instituições da Universidade, por ano letivo, desde os períodos 2007/2008 até 2012/2013. Estes Serviços forneceram também os dados relativos aos períodos de aulas, exames e férias dos anos letivos 2007/2008, 2008/2009, 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012.

Os dados referentes ao clima, mais propriamente os valores de graus-dia de aquecimento mensais, foram retirados da página da internet www.degreesday.net. Esta página é uma plataforma de recolha de graus-dia baseada nos dados climáticos e geográficos fornecidos pela página www.wunderground.com/. O cálculo dos graus-dia de aquecimento foi realizado a partir da temperatura de base $T_b = 20^\circ\text{C}$. Os dados recolhidos remetem aos anos de 2011, 2012 e 2013.

3.2.2 Registo

Todos os dados recolhidos foram registados em suporte digital com o auxílio do programa informático Microsoft Excel. Criou-se um ficheiro para cada uma das infraestruturas consideradas registando-se e “tratando-se” os dados correspondentes a cada uma delas separadamente. O processo de tratamento de dados foi semelhante para os três casos. Numa coluna, colocou-se os meses de cada ano civil, desde 2003 até 2013, seguidamente, das “faturas da eletricidade” retiraram-se os seguintes dados:

- Consumo total mensal de energia ativa [kWh];
- Consumo energia ativa em período de cheias [kWh];

- Consumo energia ativa em período de pontas [kWh];
- Consumo energia ativa em período de vazio normal [kWh];
- Consumo energia ativa em período de super vazio [kWh];
- Custo unitário da energia ativa em período de cheias [€/kWh];
- Custo unitário da energia ativa em período de pontas [€/kWh];
- Custo unitário da energia ativa em período de vazio normal [€/kWh];
- Custo unitário da energia ativa em período de super vazio [€/kWh];
- Valor global da fatura [€];²

Foram também registados nas folhas de cálculo os seguintes dados:

- Área útil de construção [m²];
- Quantidade de alunos inscritos por ano letivo;
- Período letivo;
- Graus-dia de aquecimento mensais [°C.dia];

3.2.3 Cálculos

Após efetuado os registos de todos os dados recolhidos, procedeu-se à determinação dos seguintes valores:

- Consumo total anual de energia ativa [kWh];

$$a = \sum \text{Consumo Total Anual de Energia Ativa} \quad (\text{E1})$$

- Consumo energia ativa anual em período de cheias [kWh];

$$b = \sum \text{Consumo Energia Ativa em período de Cheias} \quad (\text{E2})$$

- Consumo energia ativa anual em período de pontas [kWh];

$$c = \sum \text{Consumo Energia Ativa em período de Pontas} \quad (\text{E3})$$

² Inclui imposto sobre valor acrescentado (IVA)

- Consumo energia ativa anual em período de vazio normal [kWh];

$$d = \sum \text{Consumo Energia Ativa em período de Vazio Normal} \quad (\text{E4})$$

- Consumo energia ativa anual em período de super vazio [kWh];

$$e = \sum \text{Consumo Energia Ativa em período de Super Vazio} \quad (\text{E5})$$

- Consumo total de energia ativa por ano letivo [kWh];

$$f = \sum \text{Consumo Total Mensal de Energia Ativa} \quad (\text{E6})$$

- Neste caso considerou-se que um ano letivo inicia-se no dia 1 de Setembro e termina a 31 de Agosto.

- Média aritmética do consumo total mensal de energia ativa entre os anos 2007 até 2013 [kWh];

$$g = \frac{\text{(Soma dos Consumos Totais Mensais de Energia Ativa entre os Anos 2007 até 2013)}}{\text{número de anos (7)}} \quad (\text{E7})$$

- Média aritmética do consumo energia ativa mensal em período de cheias entre os anos 2007 até 2013 [kWh];

$$h = \frac{\text{(Soma dos Consumos Totais Mensais de Energia Ativa em Período de Cheias entre os Anos 2007 até 2013)}}{\text{número de anos (7)}} \quad (\text{E8})$$

- Média aritmética do consumo energia ativa mensal em período de pontas entre os anos 2007 até 2013 [kWh];

$$i = \frac{\text{(Soma dos Consumos Totais Mensais de Energia Ativa em Período de Pontas entre os Anos 2007 até 2013)}}{\text{número de anos (7)}} \quad (\text{E9})$$

- Média aritmética do consumo energia ativa mensal em período de vazio normal entre os anos 2007 até 2013 [kWh];

$$j = \frac{\text{(Soma dos Consumos Totais Mensais de Energia Activa em Período de Vazio Normal entre os Anos 2007 até 2013)}}{\text{número de anos (7)}} \quad (\text{E10})$$

- Média aritmética do consumo energia ativa mensal em período de super vazio entre os anos 2007 até 2013 [kWh];

$$k = \frac{\text{(Soma dos Consumos Totais Mensais de Energia Activa em Período de Vazio Normal entre os Anos 2007 até 2013)}}{\text{número de anos (7)}} \quad (\text{E11})$$

- Custo mensal da energia ativa consumida [€];

$$l = \sum \text{Consumo Energia Activa Mensal em cada Período Tarifário} \\ \times \text{Custo Unitário da Energia Activa do período Tarifário} \quad (\text{E12})$$

- Custo anual da energia ativa consumida [€];

$$m = \sum \text{Custo Mensal da Energia Activa Consumida} \quad (\text{E13})$$

- Valor global anual pago [€];

$$n = \sum \text{Valor Global da Fatura} \quad (\text{E14})$$

- Diferença entre o “valor global da fatura” e o “custo mensal da energia ativa consumida” [€];

$$o = (\text{Valor Global da Fatura} - \text{Custo Mensal da Energia Activa Consumida}) \\ o = \text{Valor Global da Fatura} - l \quad (\text{E15})$$

- Diferença entre o “valor global anual pago” e o “custo anual da energia ativa consumida” [€];

$$p = (\text{Valor Global Anual Pago} - \text{Custo Anual da Energia Ativa Consumida})$$

ou seja,

$$p = n - m \quad (\text{E16})$$

- Razão entre o “consumo total anual de energia ativa” e a “área útil de construção no campus” [kWh/m²];

$$q = \frac{\text{Consumo Total Anual de Energia Ativa}}{\text{Área Útil de Construção no Campus}} \quad [\text{kWh/m}^2] \quad (\text{E17})$$

e,

$r \rightarrow$ Área útil de construção no campus [m²]

ou seja,

$$q = \frac{a}{r} \quad [\text{kWh/m}^2] \quad (\text{E17})$$

- Razão entre o “consumo total anual de energia ativa” e a “quantidade de alunos inscritos nas instituições do campus por ano letivo” [kWh/Aluno];

$$S = \frac{\text{Consumo Total Anual de Energia Ativa}}{\text{Quantidade de Alunos Inscritos nas Instituições do Campus por ano Létivo}} \quad [\text{kWh/aluno}]$$

ou seja,

$$S = \frac{a}{\text{Quantidade de Alunos Inscritos nas Instituições do Campus por ano Létivo}} \quad [\text{kWh/aluno}] \quad (\text{E18})$$

- Coeficiente de correlação entre as “médias aritméticas do consumo total mensal de energia ativa entre os anos 2007 até 2013” com as “médias aritméticas do consumo energia ativa mensal em período de cheias entre os anos 2007 até 2013”;

Sendo:

$G \rightarrow$ Série das médias aritméticas do consumo total mensal de energia ativa entre os anos 2007 até 2013;

e

$H \rightarrow$ Série das médias aritméticas do consumo energia ativa mensal em período de cheias entre os anos 2007 até 2013;

então, a equação para o coeficiente de correlação é:

$$Correl(G, H) = \frac{\Sigma(g-\bar{g})(h-\bar{h})}{\sqrt{\Sigma(g-\bar{g})^2 \Sigma(h-\bar{h})^2}} \quad (E19)$$

em que \bar{g} e \bar{h} são as médias da série G e da série H , respectivamente.

- Coeficiente de correlação entre as “médias aritméticas do consumo total mensal de energia ativa entre os anos 2007 até 2013” com as “médias aritméticas do consumo energia ativa mensal em período de pontas entre os anos 2007 até 2013”;

Sendo:

$G \rightarrow$ Série das médias aritméticas do consumo total mensal de energia ativa entre os anos 2007 até 2013;

e

$I \rightarrow$ Série das médias aritméticas do consumo energia ativa mensal em período de pontas entre os anos 2007 até 2013;

então, a equação para o coeficiente de correlação é:

$$Correl(G, I) = \frac{\Sigma(g-\bar{g})(i-\bar{i})}{\sqrt{\Sigma(g-\bar{g})^2 \Sigma(i-\bar{i})^2}} \quad (E20)$$

em que \bar{g} e \bar{i} , são as médias da série G e da série I , respectivamente.

- Coeficiente de correlação entre as “médias aritméticas do consumo total mensal de energia ativa entre os anos 2007 até 2013” com as “médias aritméticas do consumo energia ativa mensal em período de vazio normal entre os anos 2007 até 2013”;

Sendo:

$G \rightarrow$ Série das médias aritméticas do consumo total mensal de energia ativa entre os anos 2007 até 2013;

e

$J \rightarrow$ Série das médias aritméticas do consumo energia ativa mensal em período de vazio normal entre os anos 2007 até 2013;

então, a equação para o coeficiente de correlação é:

$$Correl(G, J) = \frac{\Sigma(g-\bar{g})(j-\bar{j})}{\sqrt{\Sigma(g-\bar{g})^2 \Sigma(j-\bar{j})^2}} \quad (E21)$$

em que \bar{g} e \bar{j} são as médias da série G e da série J , respectivamente.

- Coeficiente de correlação entre as “médias aritméticas do consumo total mensal de energia ativa entre os anos 2007 até 2013” com as “médias aritméticas do consumo energia ativa mensal em período de super vazio entre os anos 2007 até 2013”;

Sendo:

$G \rightarrow$ Série das médias aritméticas do consumo total mensal de energia ativa entre os anos 2007 até 2013;

e

$K \rightarrow$ Série das médias aritméticas do consumo energia ativa mensal em período de super vazio entre os anos 2007 até 2013;

então, a equação para o coeficiente de correlação é:

$$Correl(G, K) = \frac{\Sigma(g-\bar{g})(h-\bar{k})}{\sqrt{\Sigma(g-\bar{g})^2 \Sigma(h-\bar{k})^2}} \quad (E22)$$

em que \bar{g} e \bar{k} são as médias da série G e da série K , respectivamente.

- Coeficiente de correlação entre os “consumos totais mensais de energia ativa nos meses de aquecimento desde Março de 2011 até Dezembro de 2013” com os “graus-dia de aquecimento mensais nos meses com necessidades de aquecimento desde Março de 2011 até Dezembro de 2013”;

Sendo:

$U \rightarrow$ Série dos consumos totais mensais de energia ativa do ano letivo 2012/2013;

e

$V \rightarrow$ Série dos graus-dia de aquecimento mensais do ano 2012/2013;

então, a equação para o coeficiente de correlação é:

$$Correl(U, V) = \frac{\Sigma(u-\bar{u})(v-\bar{v})}{\sqrt{\Sigma(u-\bar{u})^2 \Sigma(v-\bar{v})^2}} \quad (E23)$$

em que \bar{u} e \bar{v} são as médias da série U e da série V , respectivamente.

- Coeficiente de correlação entre a “série dos consumos totais de energia ativa por ano letivo” com a “quantidade de alunos inscritos nas instituições do campus por ano letivo”.

Sendo:

$F \rightarrow$ Série dos consumos totais de energia ativa por ano letivo;

e

$T \rightarrow$ Série das quantidades de alunos inscritos nas instituições do campus por ano letivo;

então, a equação para o coeficiente de correlação é:

$$Correl(F, T) = \frac{\Sigma(f-\bar{f})(t-\bar{t})}{\sqrt{\Sigma(f-\bar{f})^2 \Sigma(t-\bar{t})^2}} \quad (E24)$$

em que \bar{f} e \bar{t} são as médias da série F e da série T , respectivamente.

4. ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO CAMPUS DA PENHA

4.1 Particularidades da Análise

Aquando do registo dos dados de energia elétrica na folha de cálculo do Microsoft Excel, verificou-se que as faturas relativas ao mês de Fevereiro de 2003 e ao mês de Dezembro de 2008 não existiam. O procedimento tomado incidiu sobre os dados de consumo de energia elétrica nos períodos tarifários. No caso da fatura de 2003, determinou-se a média aritmética entre os dados do mesmo mês dos anos de 2004 e 2005, no caso da fatura de 2008, determinou-se a média aritmética dos dados do mesmo mês dos anos 2007 e 2009. O mesmo procedimento foi realizado para a determinação dos valores globais (custos) das duas faturas. Em relação aos preços da energia por cada período tarifário, o procedimento tomado foi igualar os preços registados nos meses antecedentes.

4.2 Valor da Energia Elétrica

O desempenho energético de uma instalação traduz-se na sua maioria em valores financeiros para os donos dessa instalação. No entanto, na altura de pagar o valor da fatura, para além do consumo de energia elétrica ativa, existem parcelas, variáveis ou fixas, implícitas nesse valor que devem ser consideradas.

O descortinar dos valores implícitos na fatura da eletricidade e dos tipos de contratos realizados até então, entre a Universidade do Algarve e as concessionárias distribuidoras de energia, não é um dos objetivos deste projeto. No entanto, uma vez que se pretende verificar os consumos de energia elétrica por parte da Universidade do Algarve nos últimos anos, torna-se inevitável olhar para os valores monetários resultantes desses consumos e dos serviços prestados pelas concessionárias.

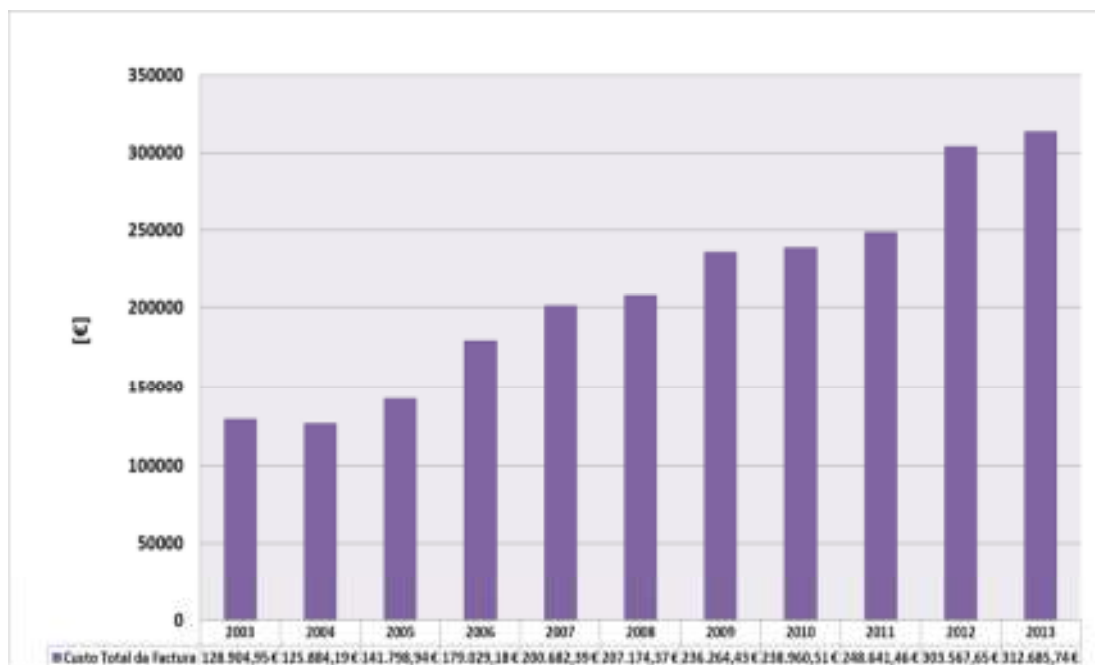
Esta análise centra-se numa primeira fase, nos valores totais anuais pagos pela Universidade do Algarve nos últimos 11 anos sobre as faturas da eletricidade direcionadas para o Campus da Penha. É realizada uma dedução dos valores pagos e implícitos nessas

faturas resultantes do consumo efetivo de energia elétrica ativa. Em seguida é efetuada, de uma forma global, a verificação dos outros valores monetários implícitos nas faturas da eletricidade. No final, exhibe-se a evolução dos preços atribuídos ao consumo de energia elétrica ativa, repartidos pelos períodos tarifários, “cheias”, “pontas”, “vazio normal” e “super vazio”.

É importante sublinhar que todos os valores monetários analisados incluem as taxas fiscais dos anos correspondentes.

No Gráfico 1 verifica-se a evolução do “Valor total anual da fatura da eletricidade do Campus da Penha desde 2003 até 2013”. A partir da sua análise é fácil determinar que o valor pago pela Universidade do Algarve em 2013 obteve um acréscimo aproximado de 140% comparativamente ao valor pago em 2003. Também se verifica que nesses 10 anos, apenas houve um ano (2004) em que o valor pago foi menor que o(s) do(s) ano(s) anterior(es).

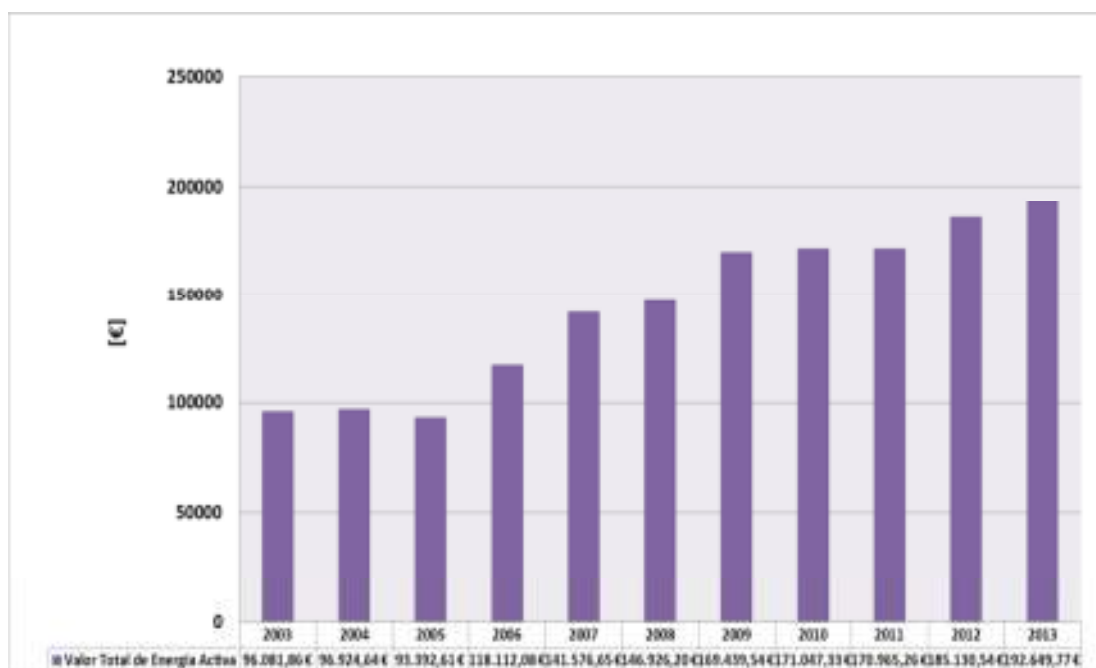
Gráfico 1 - Valor total anual da fatura da eletricidade do Campus da Penha desde 2003 até 2013



Considerando o valor pago apenas pelo consumo de energia elétrica ativa, verifica-se através da análise do Gráfico 2, que o valor correspondente ao ano de 2013 obteve um acréscimo de aproximadamente 100% comparativamente com o valor de 2003.

Ou seja, pode afirmar-se que houve um acréscimo de 40% no valor global da fatura de 2013, comparativamente com o valor global de 2003, em despesas não relacionadas com o consumo efetivo de energia elétrica ativa.

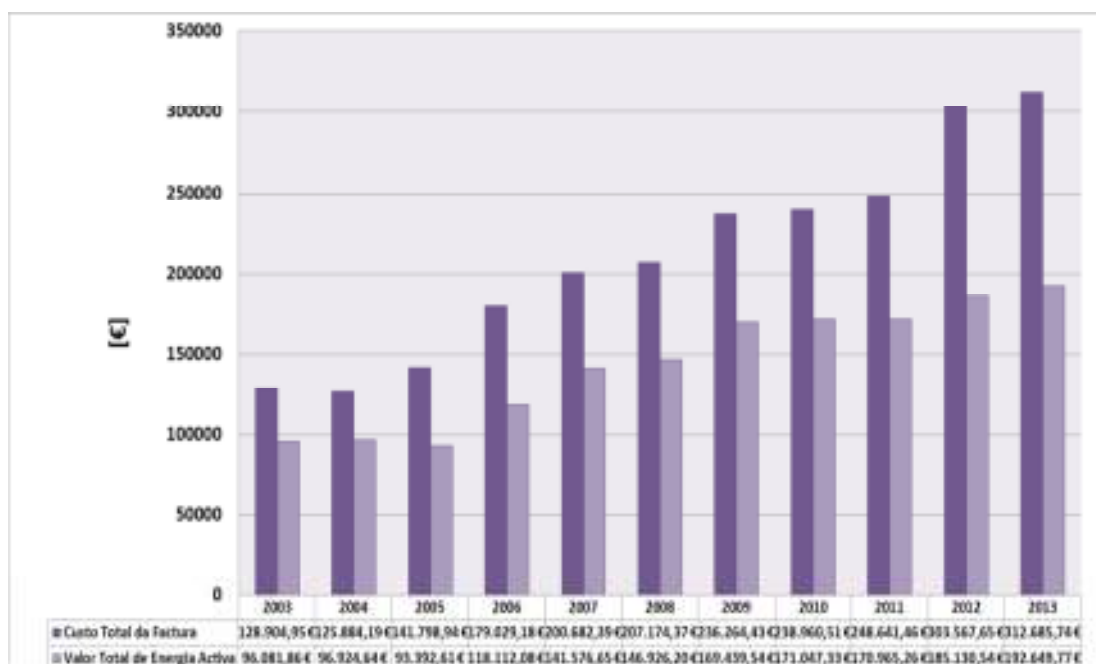
Gráfico 2 - Custo anual do consumo de energia elétrica ativa no Campus da Penha desde 2003 até 2013



Tanto no Gráfico 2 como no Gráfico 3, é possível se verificar que no ano 2004 pagou-se mais pelo consumo de energia elétrica ativa, comparativamente com o ano anterior e com o ano seguinte. No entanto, esse ano (2004) foi aquele em que a despesa global foi menor, tendo em conta os 10 anos em análise.

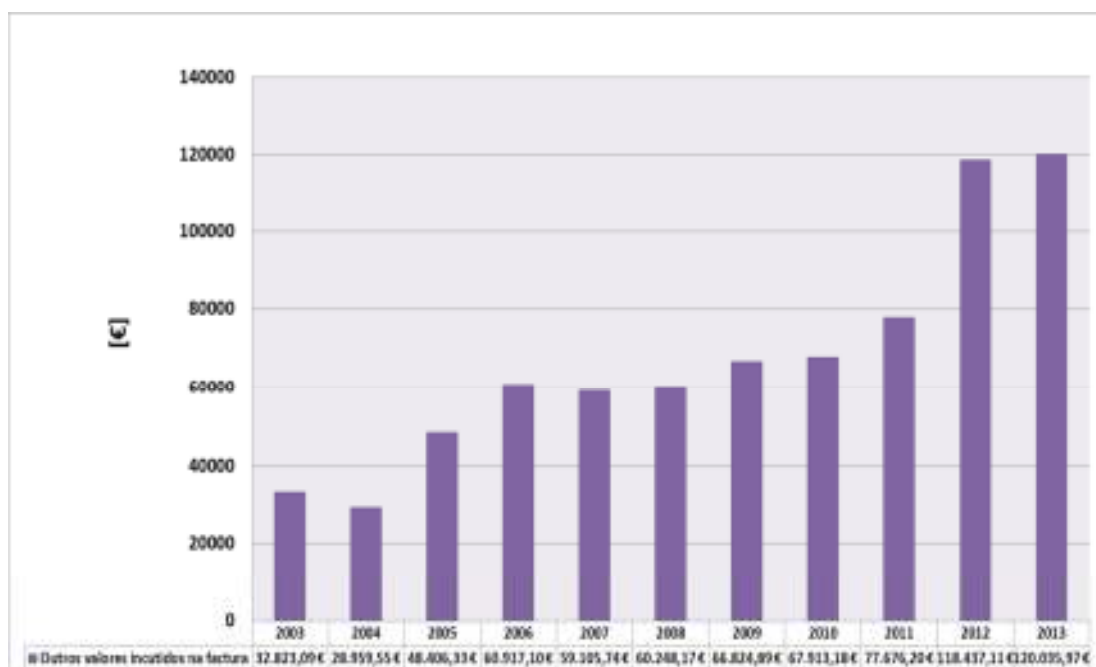
É também perceptível na análise dos restantes anos que existe um “acompanhamento” relativamente à despesa concernente ao consumo efetivo de energia elétrica ativa, com o valor global da fatura.

Gráfico 3 - Comparação entre o custo anual com o consumo de energia ativa e o valor total da fatura do Campus da Penha desde 2003 até 2013



No Gráfico 4 é apresentada a análise da evolução dos custos inerentes à fatura da eletricidade, não relacionados com o consumo efetivo de energia elétrica ativa. A obtenção desta característica é determinada a partir da “Diferença entre o valor global anual da fatura e o custo anual da energia ativa consumida no Campus da Penha desde 2003 até 2013”. Neste caso verifica-se que relativamente ao valor pago em 2013, houve um acréscimo aproximado de 267% quando comparado com o valor pago em 2003. Isto traduz-se, na realidade numa diferença de 87.212,88€ entre o valor pago em 2003 e o valor pago em 2013, no que respeita a despesas incutidas na fatura da eletricidade, embora não relacionadas com o consumo efetivo de energia elétrica ativa.

Outro ponto a focar é que essa parcela da fatura da eletricidade do Campus da Penha sofreu um acréscimo de aproximadamente 52,5% no ano 2012, comparativamente com o ano anterior. Isto revela um aumento de quase 41.000,00€ na fatura da eletricidade não relacionados com o consumo efetivo de energia elétrica ativa.

Gráfico 4 - Diferença entre o valor global anual da fatura e o custo anual da energia ativa consumida no Campus da Penha desde 2003 até 2013

No Gráfico seguinte, (Gráfico 5) é efetuada uma análise à “Evolução do valor da energia elétrica ativa desde 2003 até 2013 no Campus da Penha”. É possível verificar-se os preços praticados pelas concessionárias por kWh para períodos tarifários de “cheias”, “pontas”, “vazio normal” e “super vazio”. Ao olharmos para período de cheias em Janeiro de 2003 o valor praticado era de 0,0518€/kWh. Em Agosto de 2013, esse preço apresenta um acréscimo de aproximadamente 92%, passando a ser 0,098€. No que diz respeito aos preços praticados sobre os outros períodos tarifários, a evolução é muito semelhante à anteriormente descrita. Quando se deu início ao tarifário de “super vazio”, em Abril de 2006, conforme se verifica, os valores atribuídos aos outros tarifários ultrapassaram o dobro do valor anteriormente registado.

Para os quatro casos projetou-se a linha de tendência exponencial correspondente, dando origem às equações exponenciais respetivas.

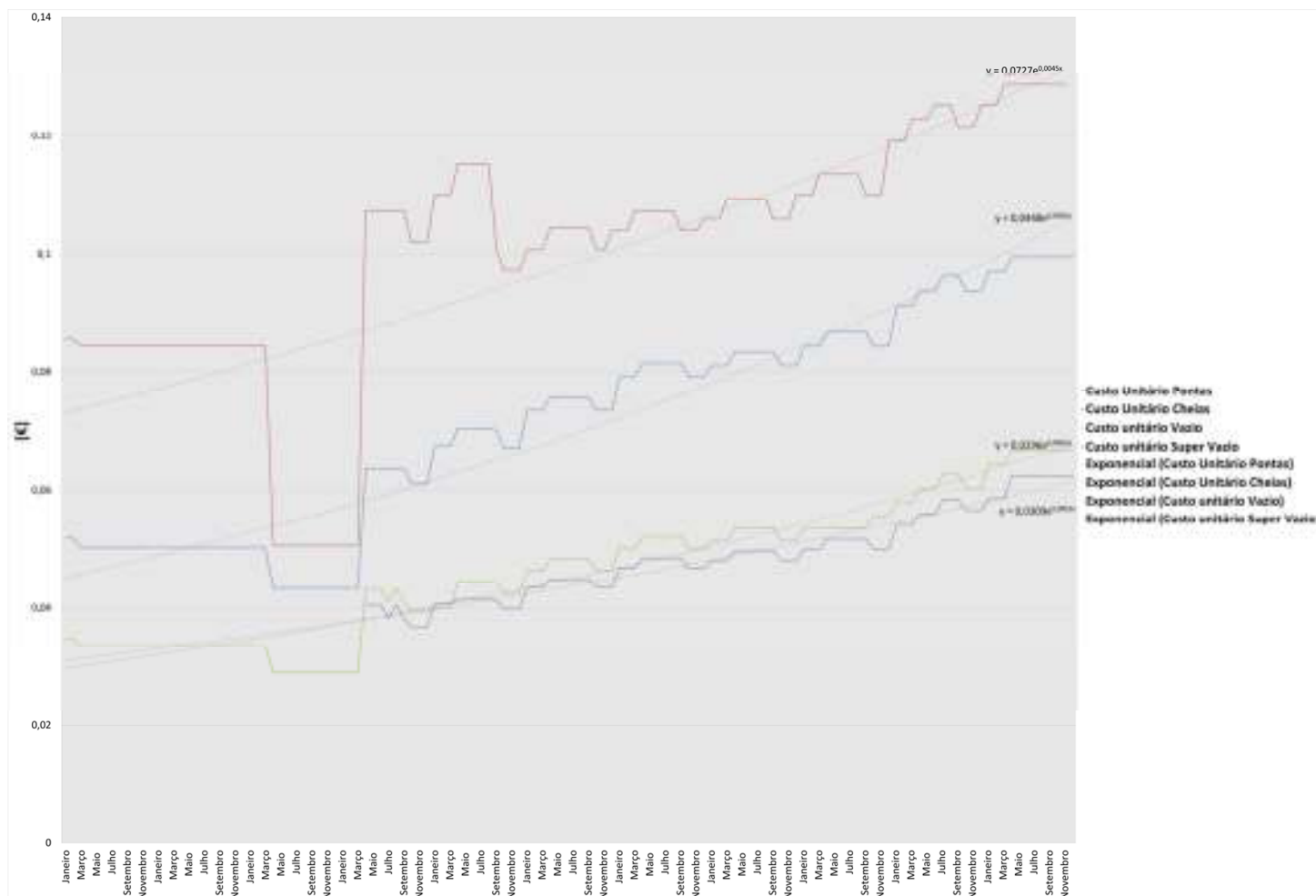
- Custo unitário de pontas;

;

- Custo unitário de cheias; ;
- Custo unitário de vazio normal; ;
- Custo unitário de super vazio; ;

x – Corresponde ao mês que se pretende analisar, sendo que a origem é Janeiro de 2003. Ou seja Janeiro de 2003 = 1, Fevereiro de 2003 = 2, Julho de 2005 = 31, e assim sucessivamente.

Gráfico 5 - Evolução do valor da energia elétrica ativa desde 2003 até 2013 no Campus da Penha



Verifica-se então que nos últimos 11 anos, a Universidade do Algarve tem vindo a pagar cada vez mais pelo consumo de energia elétrica no Campus da Penha. Este fenómeno deve-se ao aumento do preço da energia elétrica ativa, à inflação, ao aumento do IVA, verificado no final de 2011, e também ao aumento do valor do serviço prestado pela concessionária.

4.3 Consumos Anuais de Energia Elétrica

Sendo este estudo focado numa instituição de ensino, sentiu-se a necessidade de se realizar não só uma análise do consumo de energia elétrica perante os anos civis passados mas também perante os anos escolares. Esta divisão é de uma importância extrema, uma vez que os perfis de funcionamento de uma instituição de ensino variam bastante com a atividade escolar. Outro factor importante foi a necessidade de se determinar uma possível relação entre os consumos de energia registados e a quantidade de alunos inscritos nas instituições do Campus da Penha, nos anos escolares considerados. Isso só seria possível, realizando-se o estudo do consumo de energia elétrica por ano letivo.

Em suma, a análise que se segue é realizada através duma observação sobre o consumo total de energia elétrica ativa desde o ano 2003 até ao ano 2013. Serão também verificados os contributos de cada período tarifário. Posteriormente são considerados os consumos totais de energia elétrica por ano letivo para se determinar o “Coeficiente de correlação” entre o consumo de energia elétrica e a quantidade de alunos inscritos nas instituições do Campus da Penha e o consumo de energia elétrica. A análise do consumo de energia por ano letivo, como a quantidade de alunos inscritos no campus, tem como base os seis últimos anos letivos passados. Conforme já citado, considerou-se que cada ano letivo inicia-se a 1 de Setembro e termina a 31 de Agosto do ano civil seguinte. Por fim, são determinados os equivalentes de consumo de energia por aluno e por metro quadrado e analisadas as respetivas evoluções.

No Gráfico 6 é possível observar a evolução do “Consumo anual de energia elétrica ativa no Campus da Penha”. As barras com a cor azul-escura caracterizam os totais anuais determinados desde o ano 2003 até ao ano 2013. Verifica-se que os anos 2003 e 2004 são os anos que apresentam menores consumos e que os anos 2009 e 2010 são aqueles que apresentam maiores consumos de energia elétrica ativa, estando o ano de 2009 no topo. É também visível que a partir de 2009, o total anual de energia elétrica consumida

tem vindo a diminuir, sendo o ano de 2013, o que apresenta menores consumos desde o pico.

Ainda no Gráfico 6, encontram-se discriminados os consumos anuais de energia elétrica ativa, nos períodos tarifários de “pontas”, “cheias”, “vazio normal” e “super vazio”. As barras com a cor azul-clara, representam o consumo em período “super vazio” e neste caso constata-se que não existe registo nos anos 2003, 2004 e 2005, respetivamente os anos em que o consumo em “vazio normal”, caracterizado pelas barras de cor roxa, é muito superior, comparativamente com anos os seguintes. A explicação deve-se ao facto de o período tarifário “super vazio”, apenas ter sido considerado a partir de Abril de 2006, ano em que o consumo registado neste período tarifário é menor quando comparado com os anos seguintes, precisamente pelo facto do seu registo ter-se iniciado em Abril desse ano. O consumo energético em “super vazio” atinge o seu valor máximo em 2009, fazendo jus à variação do consumo total registado nesse ano, no entanto quando comparado com os registos de consumos dos outros períodos tarifários, este é o que apresenta menor variação.

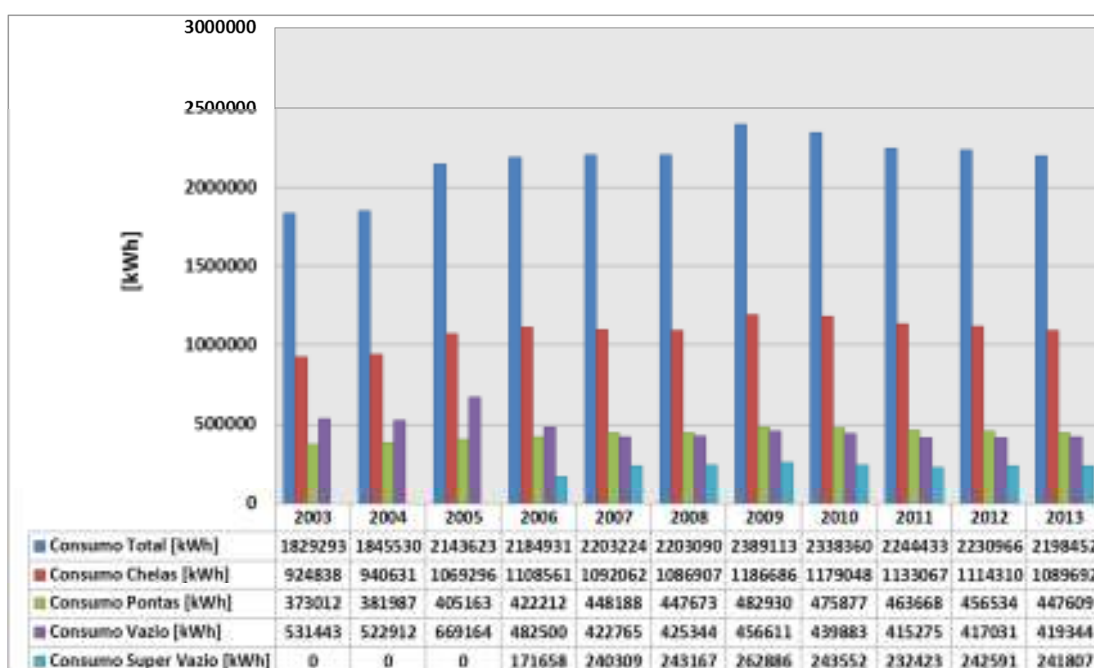
A partir de 2007, em parte devido ao aparecimento do período tarifário “super vazio”, o consumo registado em “vazio normal” passou a ser menor que o consumo registado no período tarifário “pontas” que se encontra representado no gráfico pelas barras de cor verde. Em foco, encontra-se também o aumento do consumo em período de “vazio normal” em 2013, comparativamente com o ano anterior, não havendo relação aparente com a variação registada nesses dois anos em termos de consumos totais.

O registo verificado em regime de “pontas” apresenta o seu máximo em 2009 e o seu mínimo em 2003, acompanhando as variações registadas no consumo total de energia nestes 10 anos.

Como já seria de se esperar, os consumos em regime de “cheias” são aqueles que apresentam maior peso nos consumos totais de energia. Representados no gráfico pelas barras de cor vermelha, os consumos registados em período de “cheias” apresentam uma variação muito semelhante com a verificada na análise dos consumos totais, apenas divergindo-se nos anos 2006 e 2007. Se verificarmos com atenção, em 2007 o valor apresentado em período de cheias diminui relativamente a 2006, ao contrário do sucedido em termos de consumos totais registados nesses anos. A explicação poderá estar no facto de ter aparecido o período tarifário “super vazio”.

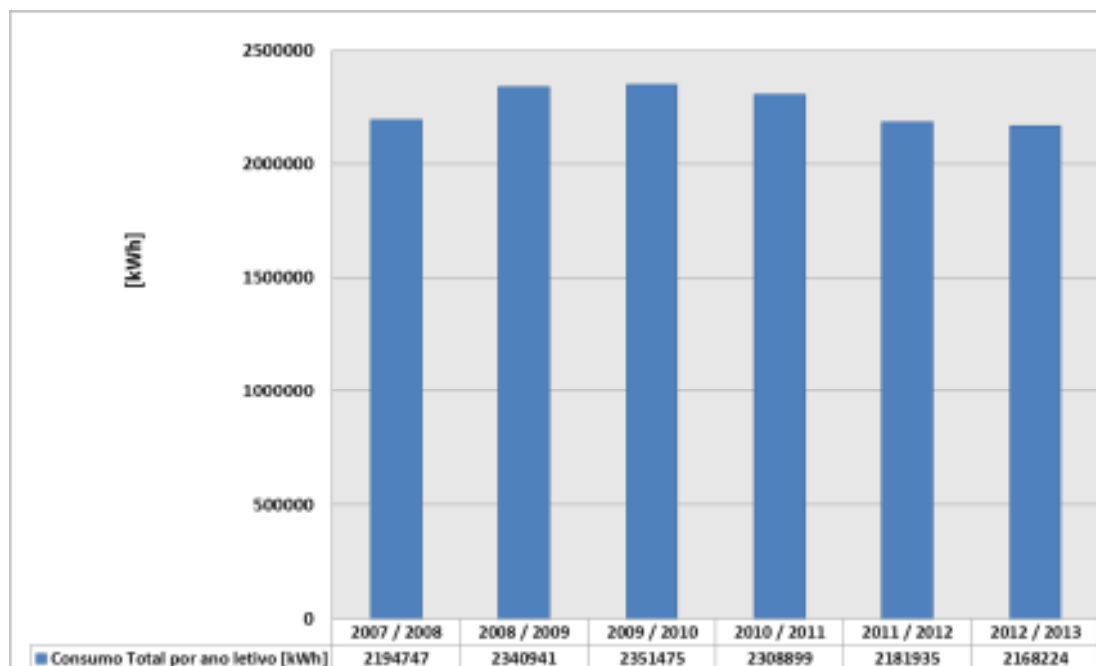
Se recuarmos atrás e olharmos para as evoluções registadas nos gráficos 1 e 2, onde se verificam os valores pagos anualmente sobre as faturas e os valores pagos sobre o consumo efetivo de energia elétrica, respetivamente, e compararmos esses gráficos com o gráfico 6, é fácil chegar à conclusão que apesar de haver uma diminuição no consumo de energia a partir de 2009, essa diminuição não se refletiu no valor final a pagar, muito pelo contrário.

Gráfico 6 - Consumo anual de energia elétrica ativa no Campus da Penha



Os dados gentilmente fornecidos pelos Serviços Académicos da Universidade do Algarve relativos à quantidade de alunos inscritos nas diferentes escolas e faculdades que constituem esta instituição, correspondem apenas aos anos letivos avaliados no gráfico seguinte (Gráfico 7). Tendo sido esse o motivo para se efetuar esta análise numa base de seis anos.

É simples observar a paridade existente entre o Gráfico 6 e o Gráfico 7 no que diz respeito a consumos totais de energia, tendo em conta os anos civis em questão. Ou seja, verifica-se que os anos letivos 2008/2009 e 2009/2010 são os que apresentam maiores consumos, havendo a partir daí uma diminuição nos anos seguintes, até ao ano letivo 2012/2013, sendo este último o que apresenta menores consumos de toda a análise.

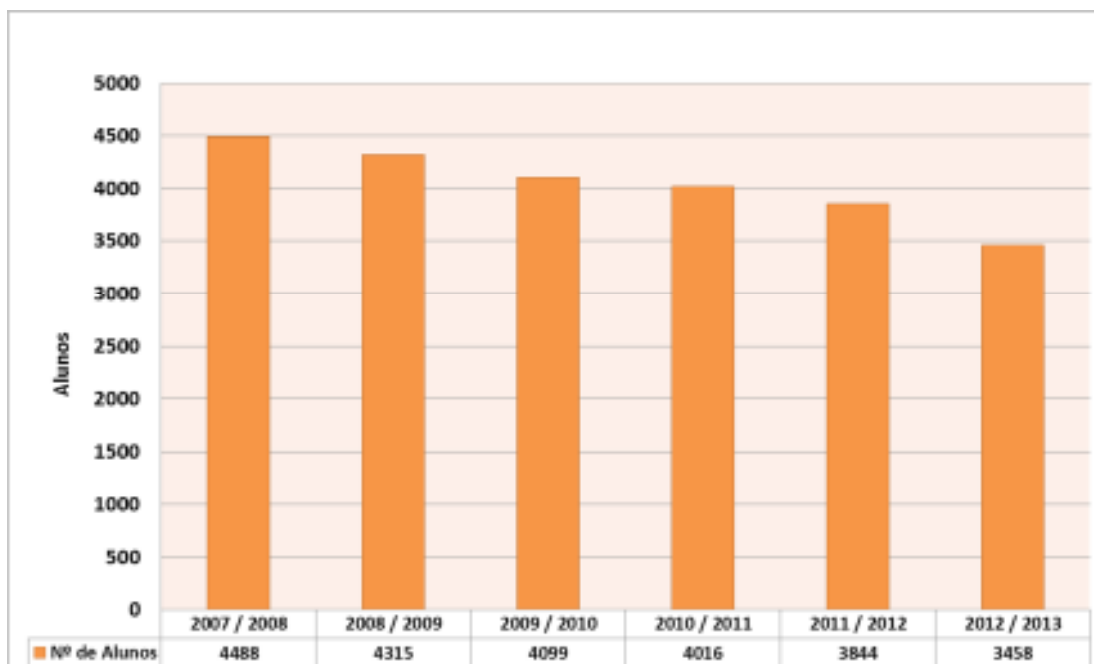
Gráfico 7 - Consumo de Energia Elétrica Ativa do Campus da Penha por Ano Letivo

A partir deste ponto é inevitável questionar:

Quais os motivos que poderão levar a subidas e a descidas tão acentuadas nos consumos anuais de energia elétrica, tratando-se da mesma instalação?

Pois bem, seguidamente encontra-se efetuada uma análise a alguns dos factores que poderão influenciar o consumo de energia elétrica no Campus da Penha de ano para ano.

O primeiro factor a ser analisado é a “Quantidade de alunos inscritos por ano letivo nas instituições do Campus da Penha”. O gráfico que se segue (Gráfico 8) representa precisamente esse registo. Nele, é possível visualizar que no Campus da Penha, o número de alunos inscritos tem vindo a diminuir desde o ano letivo 2007/2008.

Gráfico 8 - Quantidade de alunos inscritos por ano letivo nas instituições do Campus da Penha

Na tabela seguinte (Tabela 2) encontram-se discriminados os valores das séries consideradas no cálculo do coeficiente de correlação efetuado de acordo com a equação E24.

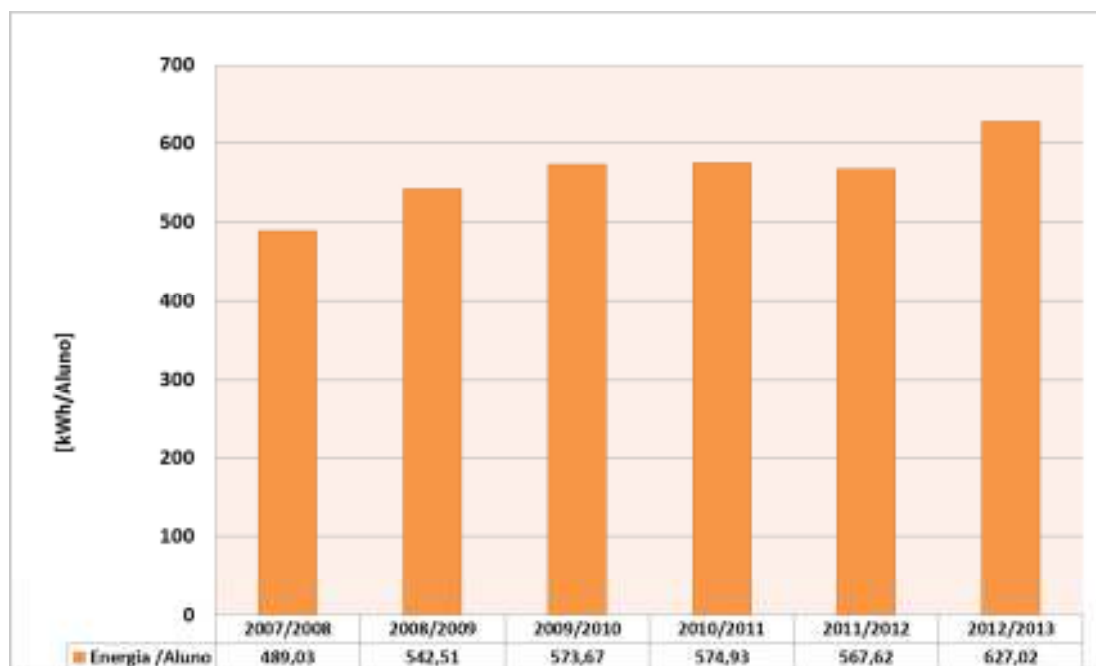
Tabela 2 - Determinação do coeficiente de correlação entre a os consumos totais de energia ativa por ano letivo e a quantidade de alunos inscritos nas instituições do Campus da Penha por ano letivo.

Ano Letivo	Energia [kWh]	Nº de Alunos
2007/2008	2194747	4488
2008/2009	2340941	4315
2009/2010	2351475	4099
2010/2011	2308899	4016
2011/2012	2181935	3844
2012/2013	2168224	3458
Coef. Correlação	0,43	

Segundo a definição do coeficiente de correlação de Pearson, o resultado determinado indica a existência de uma “correlação moderada”. Ou seja, a influência da quantidade de alunos inscritos sobre o consumo de energia não é evidente.

No Gráfico 9 encontra-se evidenciada a “Quantidade anual de energia ativa consumida no Campus da Penha por aluno”, por outras palavras o Gráfico 9 representa o peso de cada aluno em termos de consumo de energia elétrica por ano letivo. É notório que no ano 2007/2008, a energia que cada aluno representa, é consideravelmente inferior quando comparado com o último ano em análise. Se os anos 2007/2008 e 2012/2013 se encontram bastante equiparados ao nível do consumo de energia elétrica global, conforme representado no Gráfico 7, o mesmo não se pode dizer relativamente à quantidade de alunos inscritos. Esta será mais uma evidência de que a afirmação “mais alunos, mais consumo” poderá não estar correta.

Gráfico 9 - Quantidade anual de energia ativa consumida no Campus da Penha por aluno

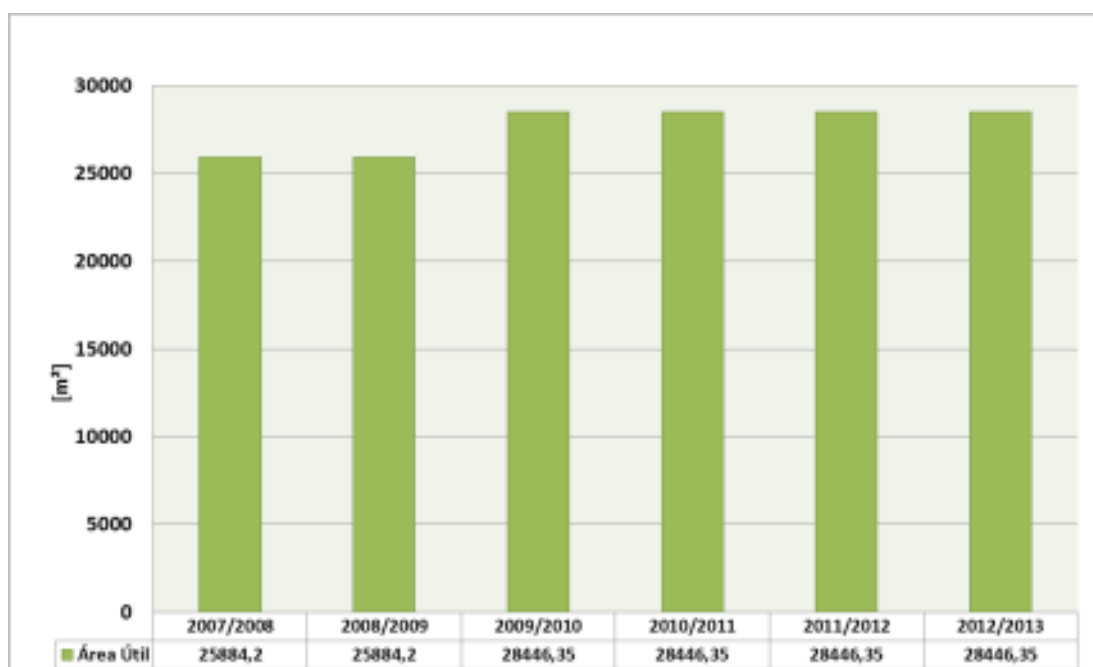


O Segundo factor a ser considerado para se tentar entender o porquê da variação de consumo de eletricidade nos últimos anos é o aumento de área útil construída no Campus da Penha, implicando, como é evidente, o incremento de consumo energético.

No princípio de 2008 iniciou-se a construção do edifício da nova Biblioteca do Campus tendo sido inaugurado a Julho de 2009. Esta construção representa um aumento de

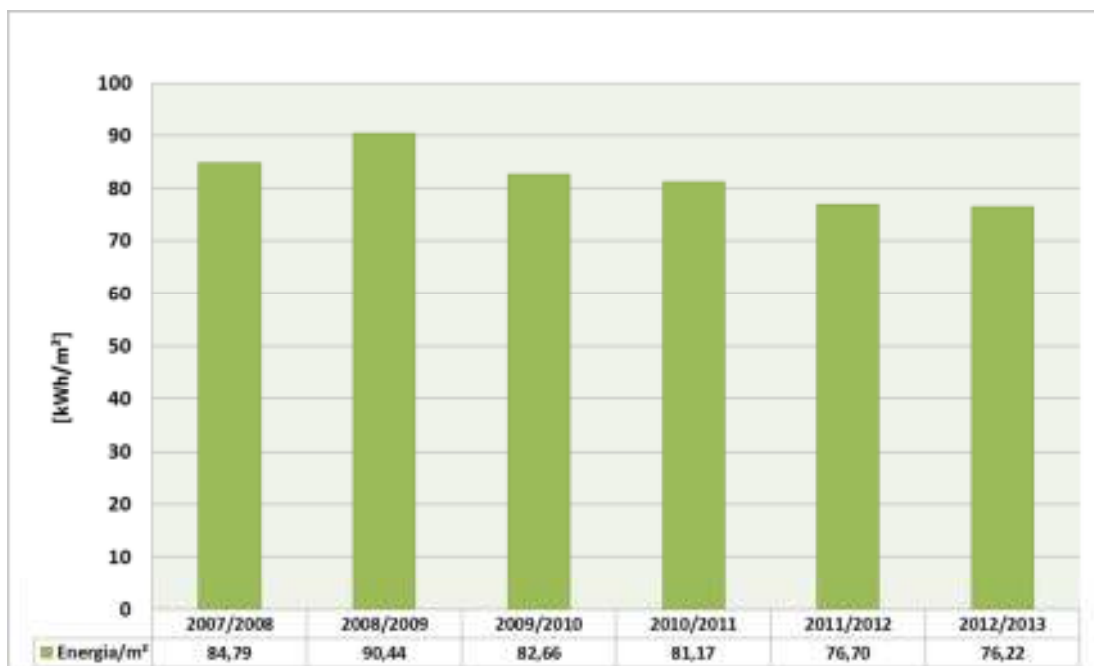
2.562 m² de área útil construída no Campus. No Gráfico 10 encontra-se representada a evolução da “Área útil construída nos últimos anos no Campus da Penha”. De acordo com a informação fornecida pelos Serviços Técnicos da Universidade do Algarve, a obra de construção do edifício da Biblioteca foi gerida com energia elétrica proveniente do posto de transformação (PT) que alimenta todo o Campus da Penha. Ou seja, a energia contabilizada em 2008 e 2009 engloba também a energia consumida para realização da obra.

Gráfico 10 - Área útil construída nos últimos anos no Campus da Penha



Verifica-se que os anos letivos, que registam maior consumo são precisamente os anos em que se desencadeou a obra de construção do edifício da biblioteca. Esta poderá ser a explicação para a variação do consumo energético apresentar os seus máximos, precisamente em 2008/2009 e 2009/2010.

Ao analisar-se o consumo de energia por metro quadrado (Gráfico 11), obtém-se a perceção precisamente de que, apesar de ter existido um aumento de área útil de construção, a parcela de energia consumida por área tem vindo a diminuir consideravelmente. Ao contrário do que seria espectável, uma vez que a “carga” foi aumentada com a construção do novo edifício.

Gráfico 11 - Quantidade anual de energia ativa consumida no Campus da Penha por m²

4.4 Consumos Mensais de Energia Elétrica

A verificação dos consumos obtidos mensalmente num determinado ano permite compreender o comportamento da instalação durante o ano em causa. Podem ser tiradas ilações relativas à variação do consumo numa perspetiva de dependência perante factores como o clima ou o calendário escolar. Assim, existe a possibilidade de estimar, por exemplo, o peso do consumo implícito à climatização dos edifícios. Ou por outro lado, também é possível verificar-se os consumos da instalação quando está encerrada ou parcialmente encerrada. Estas pesquisas encontram-se efetuadas neste capítulo, onde inicialmente são discriminados os perfis de consumo de energia no Campus da Penha desde o ano civil de 2007 até ao ano civil de 2013. Posteriormente são determinados os perfis de consumo total, cheias, pontas, vazio normal e super vazio, através do cálculo da média aritmética dos consumos registados nos anos atrás referidos. A variação do perfil determinado para o consumo “total” será comparada com as variações dos perfis de consumo determinados para cada um dos períodos tarifários, através do cálculo do coeficiente de correlação.

Este cálculo é igualmente utilizado para avaliar a eventual dependência do consumo energético com as variações climáticas, utilizando-se como variável independente

os valores de graus-dia de aquecimento mensais. Neste caso a análise baseia-se apenas nos valores registados nos meses com necessidades de aquecimento, numa amostra compreendida entre Março de 2011 e Dezembro de 2013.

Conforme mencionado, a análise que se segue destina-se à discriminação dos consumos verificados mês após mês, desde o ano 2007 até ao ano 2013. Os gráficos seguintes são caracterizados da seguinte forma (do Gráfico 12 ao Gráfico 18):

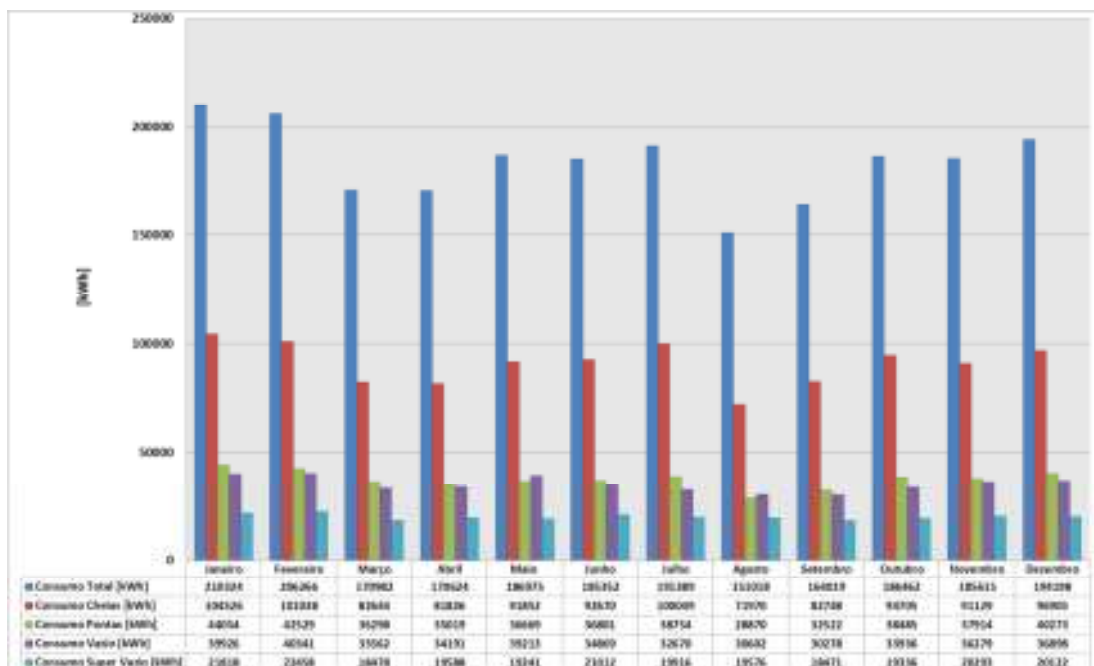
- Barras de cor azul escura – consumos totais mensais de energia elétrica ativa;
- Barras de cor vermelha – consumos mensais de energia elétrica ativa em período de cheias;
- Barras de cor verde – consumos mensais de energia elétrica ativa em período de pontas;
- Barras de cor roxa – consumos mensais de energia elétrica ativa em período de vazio normal;
- Barras de cor azul clara – consumos mensais de energia elétrica ativa em período de super vazio;

Com a determinação destes padrões de consumo, conclui-se existirem sempre duas alturas de cada ano em que foram registados maiores consumos e outras duas alturas em que os consumos foram menores, nomeadamente o Inverno e “pré-Verão”/Verão foram as alturas onde existiram sempre maiores necessidades energéticas. Os consumos mínimos registaram-se em grande parte no mês de Agosto, período em que o funcionamento é bastante reduzido devido às férias de Verão. No entanto, também foram registados mínimos nos meses de Março, Maio e Setembro, sendo também o mês de Abril um mês em que os consumos foram diminutos.

No que diz respeito aos períodos tarifários, é possível visualizar-se e verificar-se uma maior linearidade nos períodos de custo reduzido, nomeadamente “vazio normal” e “super vazio”. A variação registada pelos consumos totais é acompanhada, principalmente, pelos consumos em regime de “cheia”.

Outra particularidade interessante de se verificar é que em agosto o consumo em período “vazio normal” é sempre superior ao consumo registado em período “pontas”, que comparativamente com os restantes meses é, maioritariamente superior.

Gráfico 12 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus da Penha em 2007



No Anexo A encontra-se discriminado o calendário escolar referente ao ano letivo 2007/2008. O início deste ano escolar verificou-se a 25 de Setembro de 2007 e o seu término a 25 de Julho de 2008. Durante este período é importante salientar o seguinte:

Consumo máximo registado:

→ Julho de 2008 – Mês de época de exames;

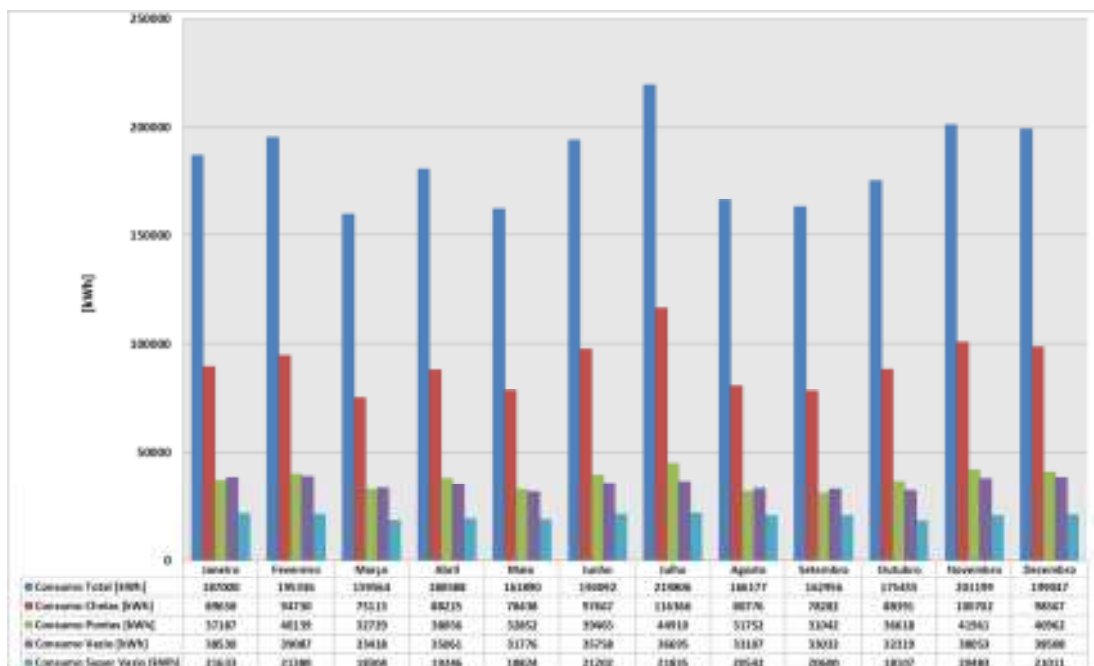
Consumo mínimo registado:

→ Março de 2008 – Mês de época normal de aulas mas com uma semana de férias para a Páscoa;

Particularidade:

→ Março de 2008 – O consumo registado em regime de “Pontas” é inferior ao consumo registado em regime de “Vazio Normal”;

Gráfico 13 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus da Penha em 2008



No Anexo B encontra-se discriminado o calendário escolar referente ao ano letivo 2008/2009. O início deste ano escolar verificou-se a 15 de Setembro de 2008 e o seu término a 24 de Julho de 2009. Durante este período é importante salientar o seguinte:

Consumo máximo registado:

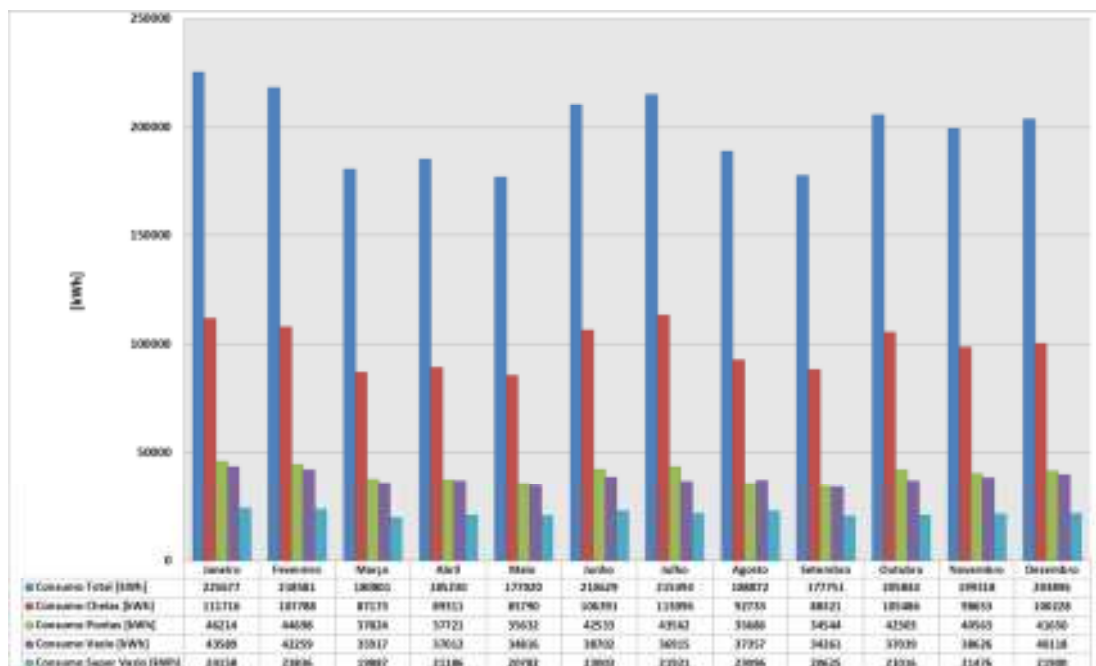
→ Janeiro de 2009 – Mês dividido entre época de aulas, preparação para exames e época de exames;

Consumo mínimo registado:

→ Setembro de 2008 – Mês repartido entre férias, semana de receção aos estudantes e época normal de aulas;

Particularidade:

→ Outubro de 2008 – O consumo registado é o segundo mais baixo do ano letivo mesmo sendo um mês de época normal de aulas;

Gráfico 14 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus da Penha em 2009

No Anexo C encontra-se discriminado o calendário escolar referente ao ano letivo 2009/2010. O início deste ano escolar verificou-se a 14 de Setembro de 2009 e o seu término a 23 de Julho de 2010. Durante este período é importante salientar o seguinte:

Consumo máximo registado:

→ Julho de 2010 – Mês de época de exames;

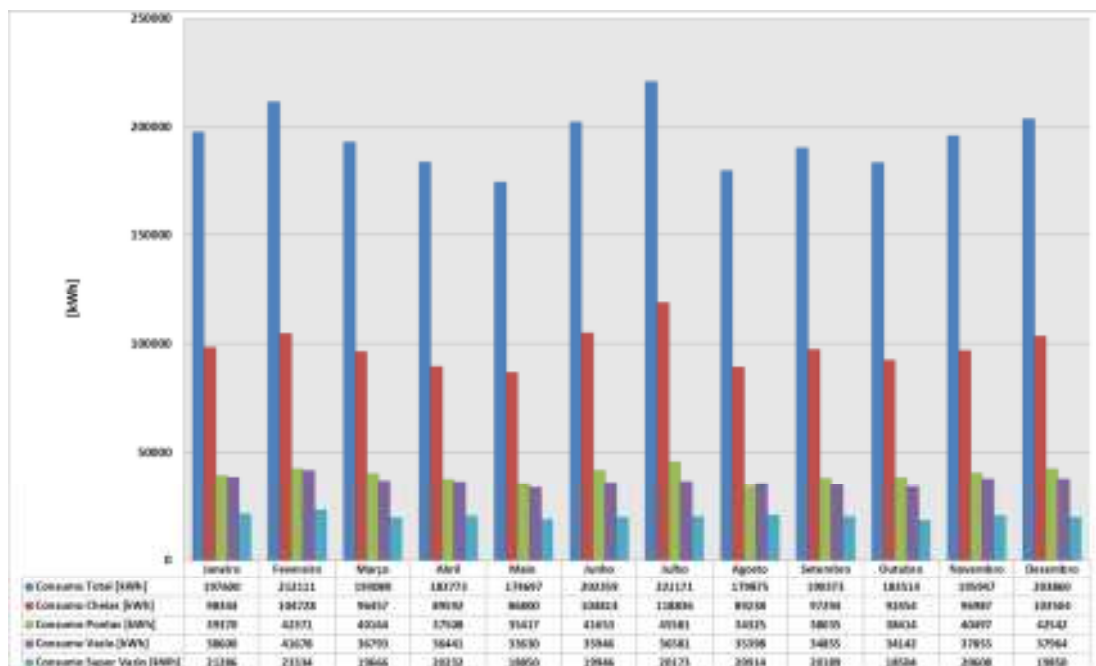
Consumo mínimo registado:

→ Maio de 2010 – Mês de época normal de aulas e da Semana Académica;

Particularidade:

→ Fevereiro de 2010 – Segundo maior consumo registado do ano letivo, mesmo sendo um mês preenchido na sua maioria pela época de exames;

Gráfico 15 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus da Penha em 2010



No Anexo D encontra-se discriminado o calendário escolar referente ao ano letivo 2010/2011. O início deste ano escolar verificou-se a 20 de Setembro de 2010 e o seu término a 22 de Julho de 2011. Durante este período é importante salientar o seguinte:

Consumo máximo registado:

→ Fevereiro de 2011 – Mês preenchido na sua maioria pela época de exames;

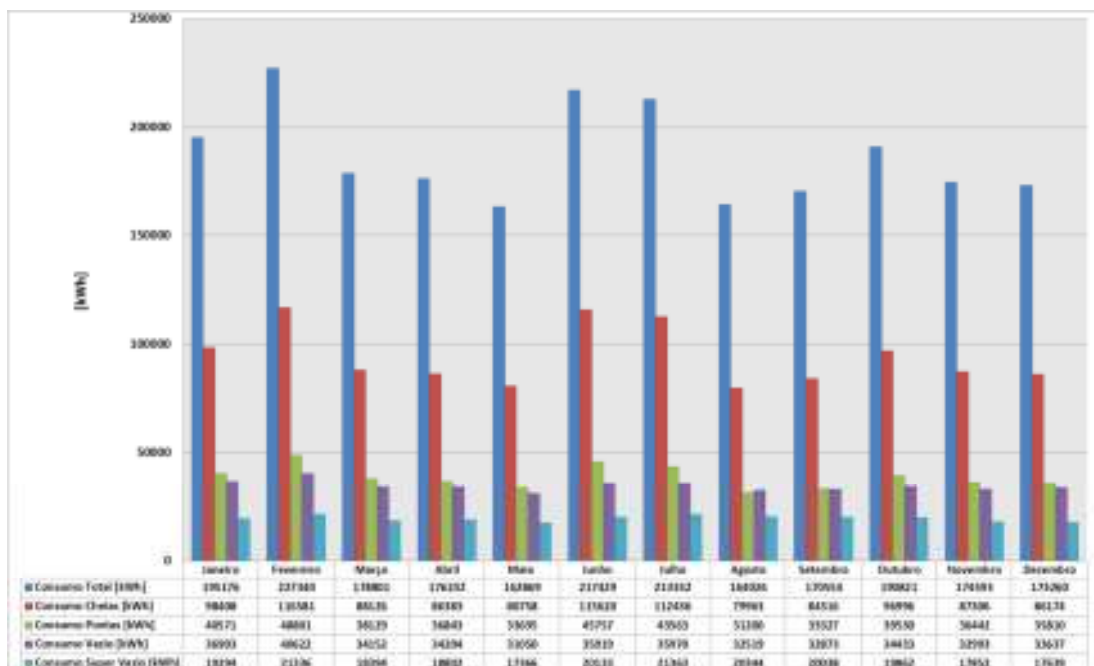
Consumo mínimo registado:

→ Maio de 2011 – Mês de época normal de aulas e da Semana Académica;

Particularidade:

→ Junho de 2011 – Segundo maior consumo registado do ano letivo, mesmo sendo um mês preenchido na sua maioria pela época de exames;

Gráfico 16 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus da Penha em 2011



No Anexo E encontra-se discriminado o calendário escolar referente ao ano letivo 2011/2012. O início deste ano escolar verificou-se a 19 de Setembro de 2011 e o seu término a 20 de Julho de 2012. Durante este período é importante salientar o seguinte:

Consumo máximo registado:

→ Fevereiro de 2012 – Mês preenchido na sua maioria pela época de exames;

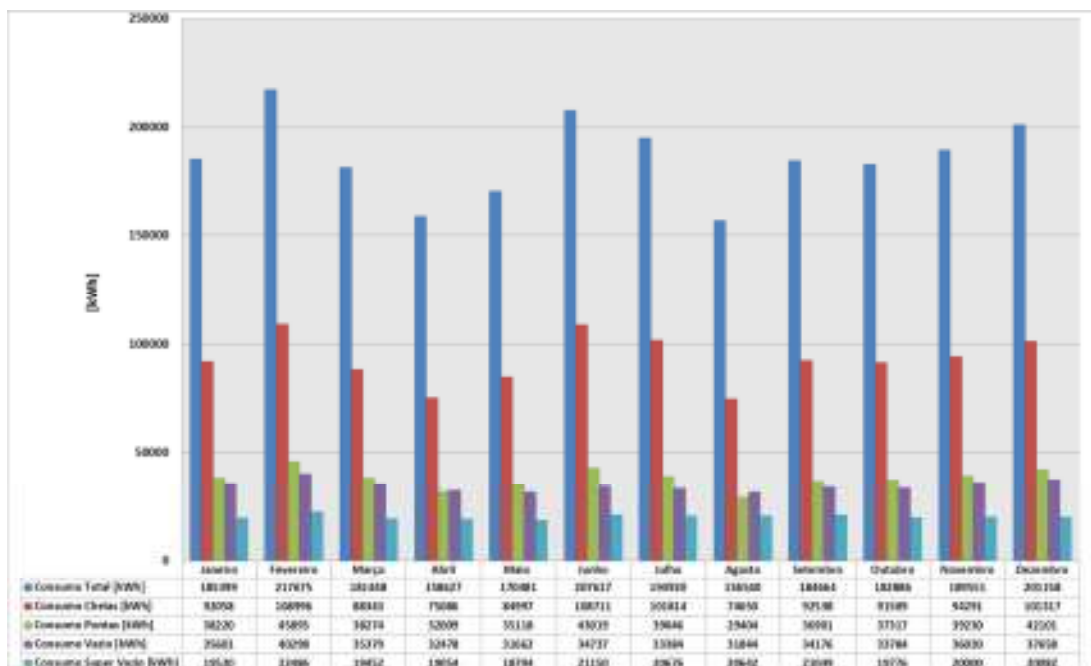
Consumo mínimo registado:

→ Abril de 2012 – Mês de época normal de aulas e da semana de férias para Páscoa;

Particularidade:

→ Abril de 2012 – O consumo registado em regime de “pontas” é inferior ao consumo registado em regime de “vazio normal”;

Gráfico 17 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus da Penha em 2012



No Anexo F encontra-se discriminado o calendário escolar referente ao ano letivo 2012/2013. O início deste ano escolar verificou-se a 10 de Setembro de 2012 e o seu término a 05 de Julho de 2013. Durante este período é importante salientar o seguinte:

Consumo máximo registado:

→ Fevereiro de 2013 – Mês preenchido na sua maioria pela época de exames;

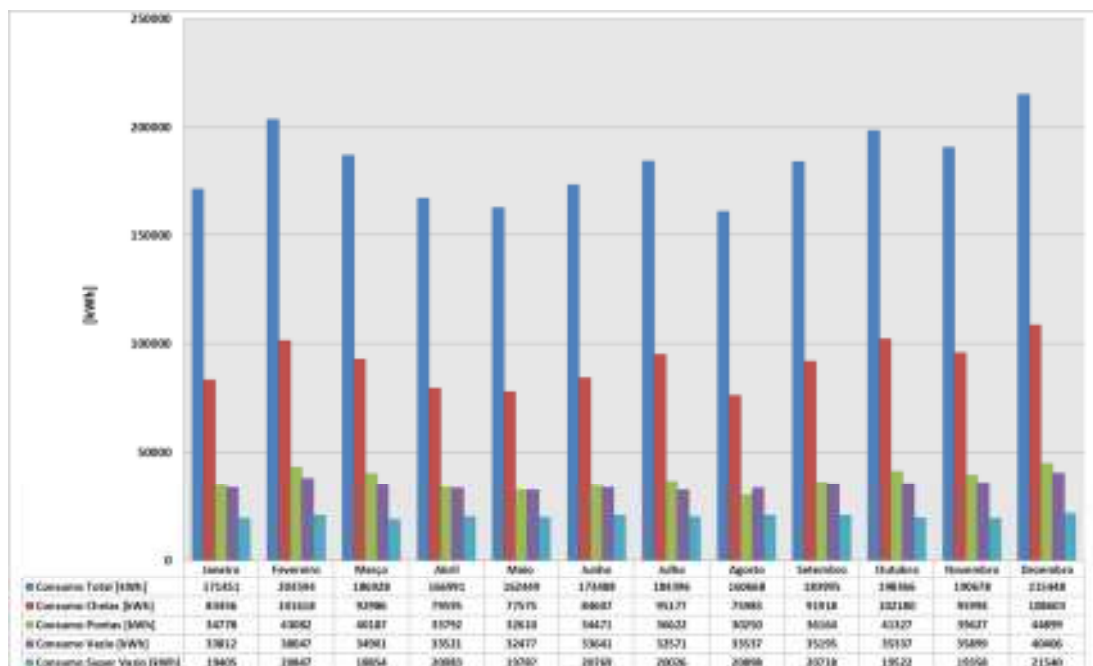
Consumo mínimo registado:

→ Maio de 2013 – Mês de época normal de aulas e da Semana Académica;

Particularidade:

→ Abril de 2013 – O consumo registado é o segundo mais baixo do ano letivo mesmo sendo um mês de época normal de aulas;

Gráfico 18 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus da Penha em 2013



Na comparação do consumo de energia elétrica com o calendário escolar, verifica-se portanto, que os maiores consumos foram registados sempre em épocas de exames. Já os menores consumos aconteceram em meses preenchidos por épocas normais de aulas e que apresentavam interrupções não superiores a dez dias úteis. Pode-se concluir então que em época de exames foram gerados maiores consumos de energia elétrica e que nos meses em que decorreram aulas mas que apresentaram uma interrupção, foram os períodos de menor consumo. Também é possível afirmar-se que nos meses não abrangidos pelos calendários escolares, os consumos de energia elétrica são claramente menores quando comparados com períodos de consumo superior.

Quando existem necessidades de aquecimento ou arrefecimento nos edifícios para conforto dos seus utilizadores, são colocados em funcionamento os equipamentos de climatização. Segundo alguns especialistas, os sistemas de climatização geralmente são responsáveis por 30% do consumo total de energia nos edifícios de serviços. A análise seguinte correlaciona os consumos de energia elétrica ativa registados nos meses em que existiram necessidades de aquecimento, com os Graus-dia de Aquecimento mensais. O intuito é tentar perceber até que ponto a variação da temperatura do ar exterior afeta no consumo de energia.

Para a realização do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson, definiu-se que os meses com necessidades de aquecimento são o Novembro, o Dezembro, o Janeiro, o Fevereiro e o Março. Assim as séries consideradas correspondem a uma amostra de dados com base temporal desde Março de 2011 até Dezembro de 2013 e onde só foram considerados os valores correspondentes aos meses de aquecimento. Os Graus-dia de aquecimento mensais foram calculados a partir das temperaturas exteriores de bolbo seco medidas na estação meteorológica do Aeroporto de Faro³ com uma temperatura de base $T_b = 20^\circ\text{C}$. A determinação do coeficiente de correlação foi realizada de acordo com a equação E23, apresentada no capítulo 3. Na tabela 4 encontram-se os valores considerados no cálculo.

Tabela 3 - Determinação do coeficiente de correlação entre a os consumos totais mensais de energia ativa no Campus da Penha nos meses de aquecimento desde Março de 2011 até Dezembro de 2013 e a os graus-dia de aquecimento mensais dos meses de aquecimento desde Março de 2011 até Dezembro de 2013.

Meses com Necessidades de Aquecimento	Consumo Total [kWh]	Graus-Dia de Aquecimento para $T_b=20^\circ\text{C}$
Março de 2011	178801	181
Novembro de 2011	174593	133
Dezembro de 2011	173260	229
Janeiro de 2012	185399	244
Fevereiro de 2012	217675	267
Março de 2012	181448	162
Novembro de 2012	189551	138
Dezembro de 2012	201158	212
Janeiro de 2013	171451	227
Fevereiro de 2013	203594	229
Março de 2013	186928	181
Novembro de 2013	190678	157
Dezembro de 2013	215448	208
Coef. Correlação	0,39	

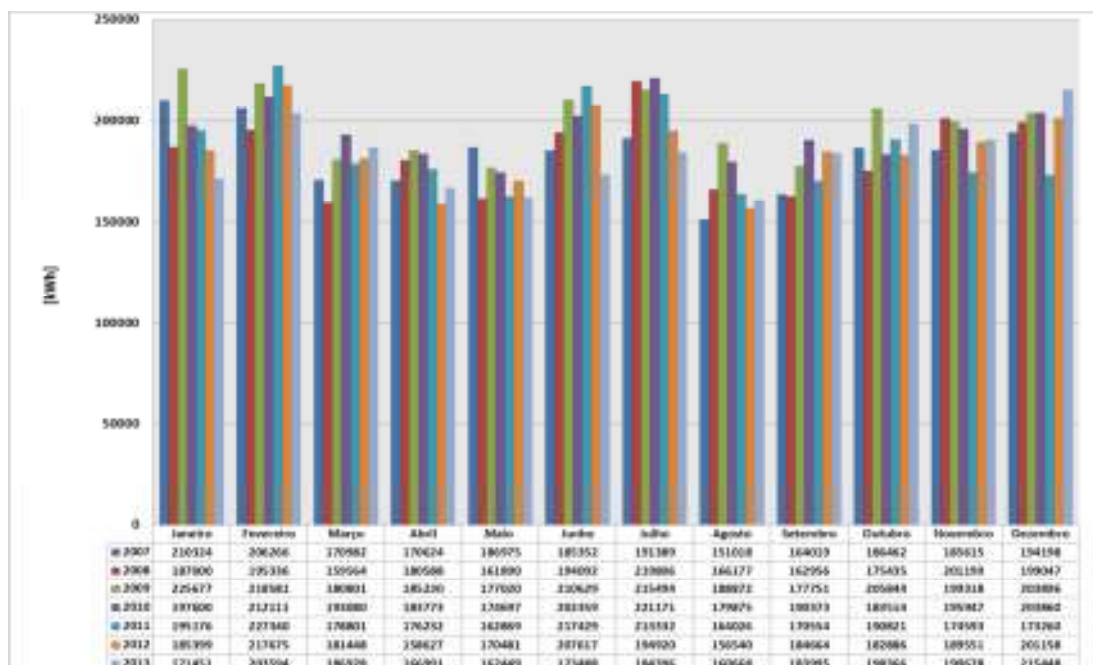
De acordo com a definição do coeficiente de correlação de Pearson, o resultado determinado indica a existência de uma “correlação moderada”. A variação da temperatura exterior apresenta influência sobre o consumo de energia embora de uma forma pouco evidente. As expectativas apontavam para que existisse uma maior influência por parte da

³ Estação meteorológica LPFR - Faro / Aeroporto, PT (7.97W,37.01N)

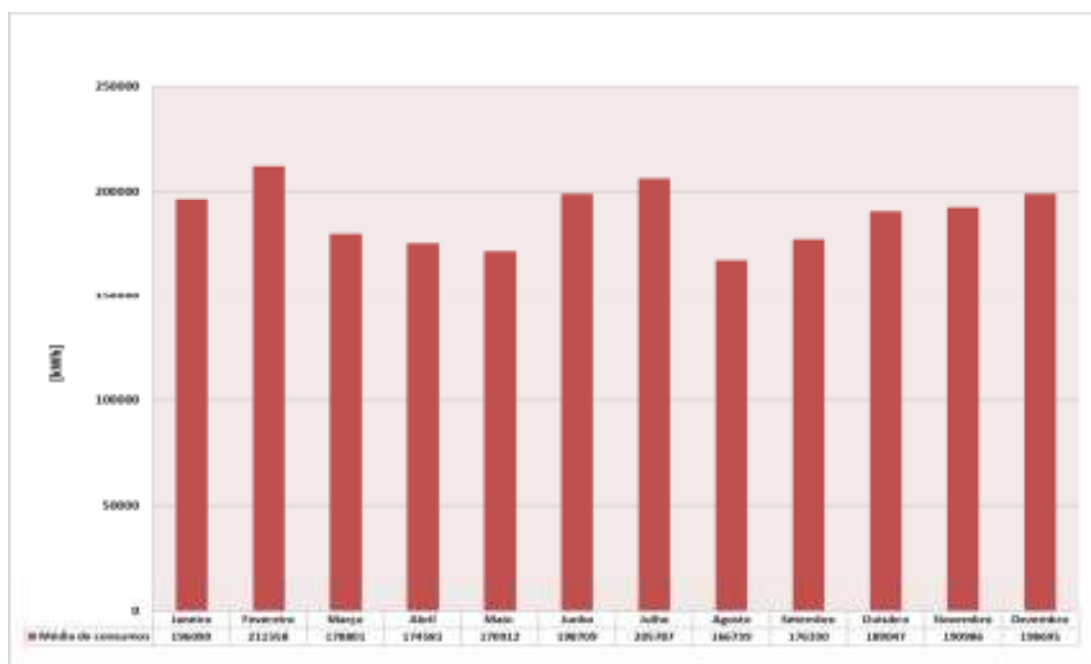
variação da temperatura exterior no consumo de energia, no entanto a análise matemática realizada não aponta para esse facto.

No Gráfico 19 encontra-se evidenciada a “Comparação dos consumos totais mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha desde 2007 até 2013”. Consegue-se visualizar uma certa paridade entre os consumos registados nos meses homólogos. Ou seja, é possível determinar um perfil anual de consumo para a instalação em causa.

Gráfico 19 - Comparação dos consumos totais mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha desde 2007 até 2013



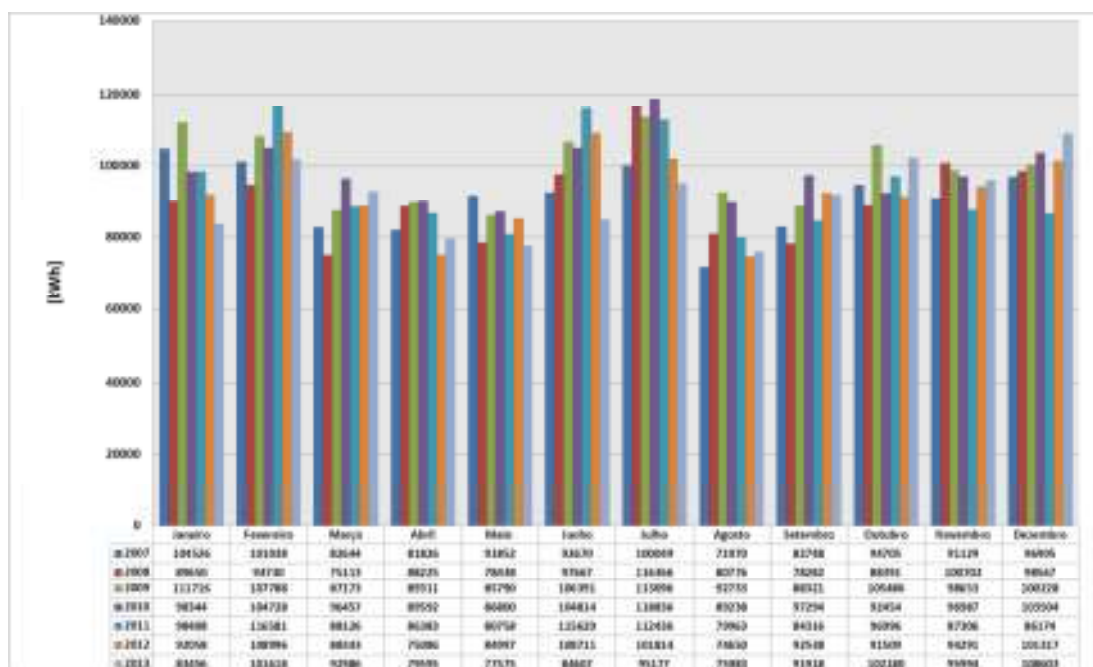
Ao se calcularem as médias aritméticas entre os consumos registados de cada mês através da equação E7, obtém-se o perfil padrão de consumo de energia elétrica do Campus da Penha, representado no Gráfico 20 como “Média dos consumos mensais de energia elétrica do Campus da Penha desde 2007 até 2013”. Fica evidenciado que os meses de Fevereiro e Julho são meses críticos em termos de gastos energéticos. Por outro lado, conforme já mencionado, o mês de Agosto é aquele que detém um consumo de energia mais reduzido. O máximo de Fevereiro é aproximadamente 27% superior ao mínimo de agosto e aproximadamente 24% superior ao mês de Maio, que é o mês inserido no calendário escolar que em média apresenta menores consumos.

Gráfico 20 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha desde 2007 até 2013

A variação apresentada pela “Média dos consumos mensais de energia elétrica” é de certa maneira acompanhada pela variação registada nos diferentes regimes de consumo. Foram igualmente determinadas as médias aritméticas para cada um dos períodos tarifários e aplicados mais uma vez, os cálculos do coeficiente de correlação de Pearson. Assim pode-se compreender qual a taxa de contribuição de cada período tarifário no consumo total.

No Gráfico 21 encontra-se evidenciada a “Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de cheias desde 2007 até 2013”.

Gráfico 21 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do campus da penha em período de cheias desde 2007 até 2013



Na seguinte tabela (Tabela 5), encontram-se discriminados os valores das séries consideradas no cálculo do coeficiente de correlação efetuado de acordo com a equação E19.

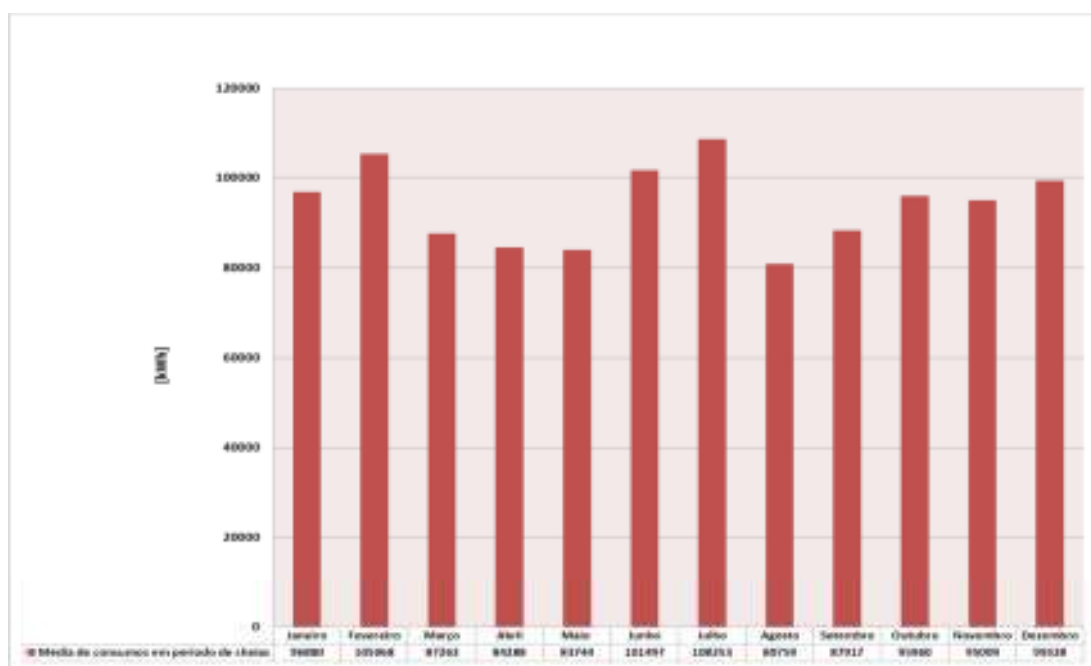
Tabela 4 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha desde 2007 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de cheias desde 2007 até 2013.

Meses	Média dos Consumos Totais Mensais [kWh]	Média dos Consumos em Período de Cheias [kWh]
Janeiro	196090	96880
Fevereiro	211572	105068
Março	178801	87263
Abril	174581	84288
Maió	170912	83744
Junho	198709	101497
Julho	205787	108253
Agosto	166739	80759
Setembro	176330	87917
Outubro	189047	95960
Novembro	190986	95009
Dezembro	198695	99328
Coef. de Correlação	0,98	

De acordo com a definição do coeficiente de correlação de Pearson, o resultado determinado indica a existência de uma “correlação forte”. Em suma, pode-se afirmar que a variação registada em período de “cheias” é praticamente igual à variação verificada no consumo total.

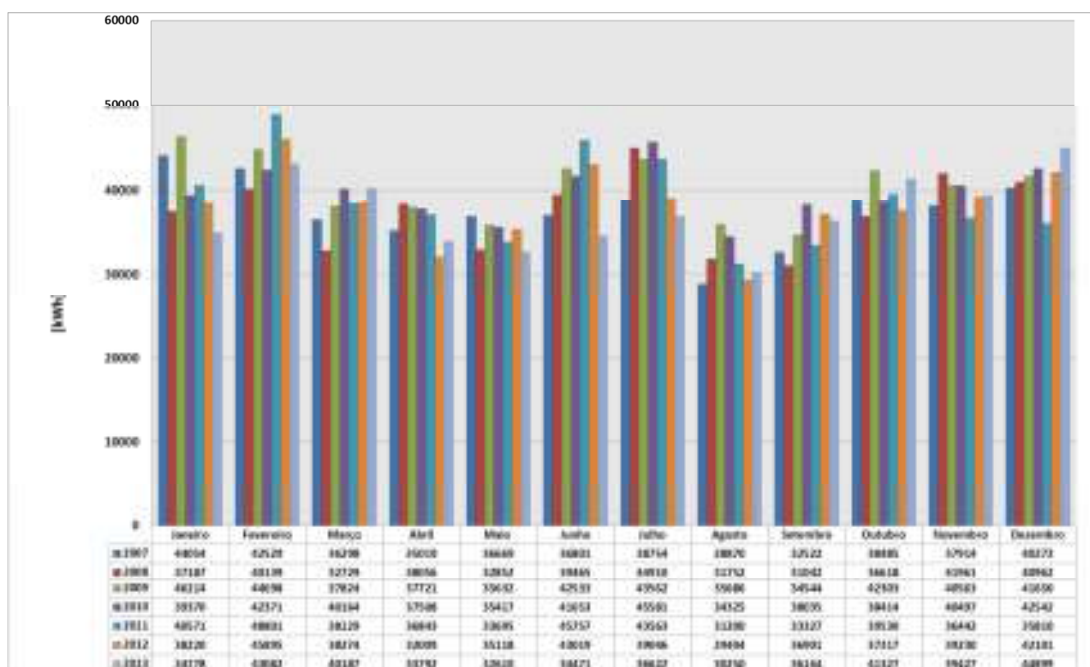
O gráfico seguinte (Gráfico 22) pode ser considerado como o perfil padrão para o consumo de energia ativa em regime de cheias para o Campus da Penha, uma vez que representa a “Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de cheias desde 2007 até 2013”

Gráfico 22 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de cheias desde 2007 até 2013



O Gráfico 23 descreve a “Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de pontas desde 2007 até 2013”.

Gráfico 23 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de pontas desde 2007 até 2013



Na seguinte tabela (Tabela 6), encontram-se discriminados os valores das séries consideradas no cálculo do coeficiente de correlação conforme descrito na equação E20.

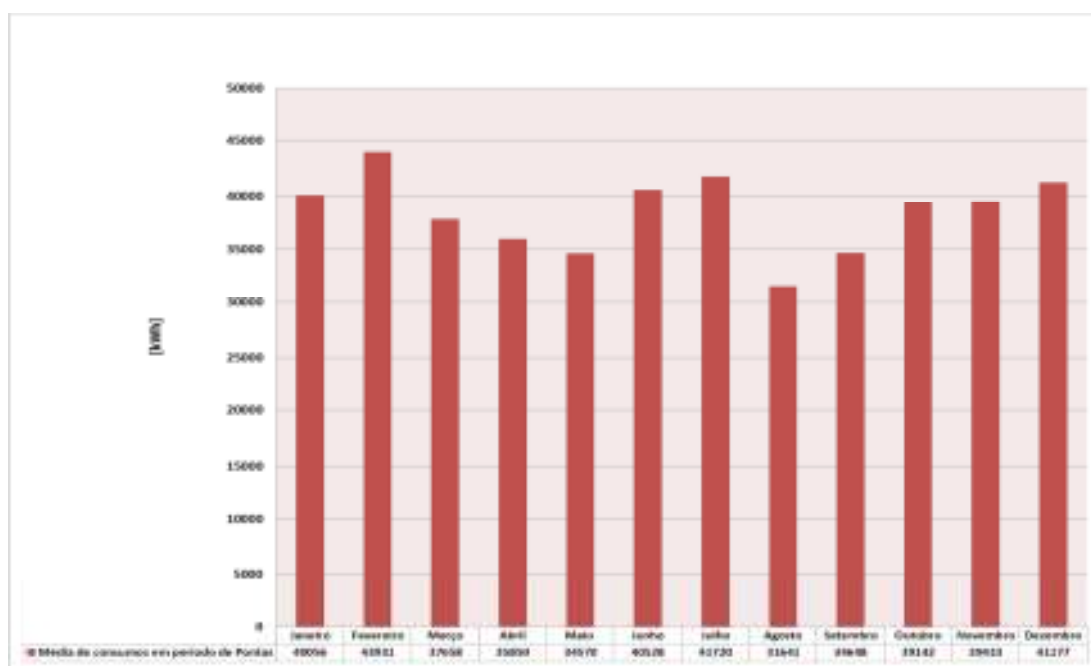
Tabela 5 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha desde 2007 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de pontas desde 2007 até 2013.

Meses	Média dos Consumos Totais Mensais [kWh]	Média dos Consumos em Período de Pontas [kWh]
Janeiro	196090	40056
Fevereiro	211572	43931
Março	178801	37658
Abril	174581	35850
Maio	170912	34570
Junho	198709	40528
Julho	205787	41720
Agosto	166739	31641
Setembro	176330	34648
Outubro	189047	39213
Novembro	190986	39433
Dezembro	198695	41177
Coef. de Correlação	0,97	

De acordo com a definição do coeficiente de correlação de Pearson, o resultado determinado indica a existência de uma “correlação forte”. É possível afirmar-se que a variação registada em regime de “pontas” é muito semelhante à variação verificada no consumo total, embora não tão evidenciada como a verificada no regime de “cheias”.

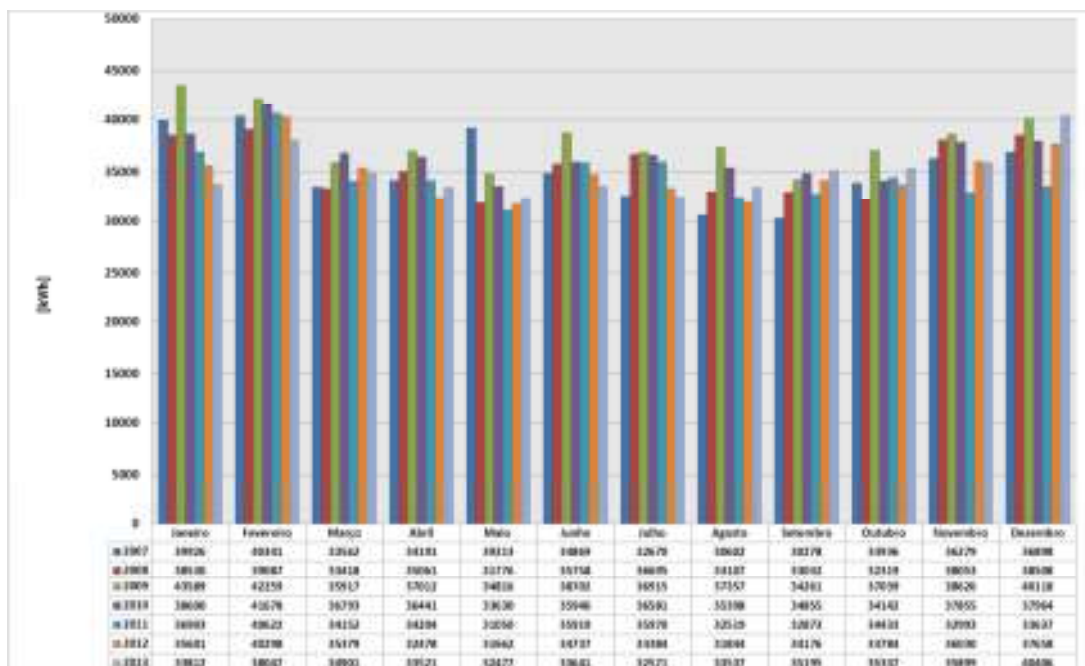
Seguidamente encontra-se representada no Gráfico 24 a “Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de pontas desde 2007 até 2013”. Este gráfico poderá ser considerado como um perfil padrão para os consumos registados sobre o período tarifário de pontas para esta instalação.

Gráfico 24 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de pontas desde 2007 até 2013



No Gráfico 25 encontra-se caracterizada a “Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de vazio normal desde 2007 até 2013”.

Gráfico 25 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de vazio normal desde 2007 até 2013



Na Tabela 7 encontram-se compostos os valores das séries consideradas no cálculo do coeficiente de correlação efetuado de acordo com a equação E21.

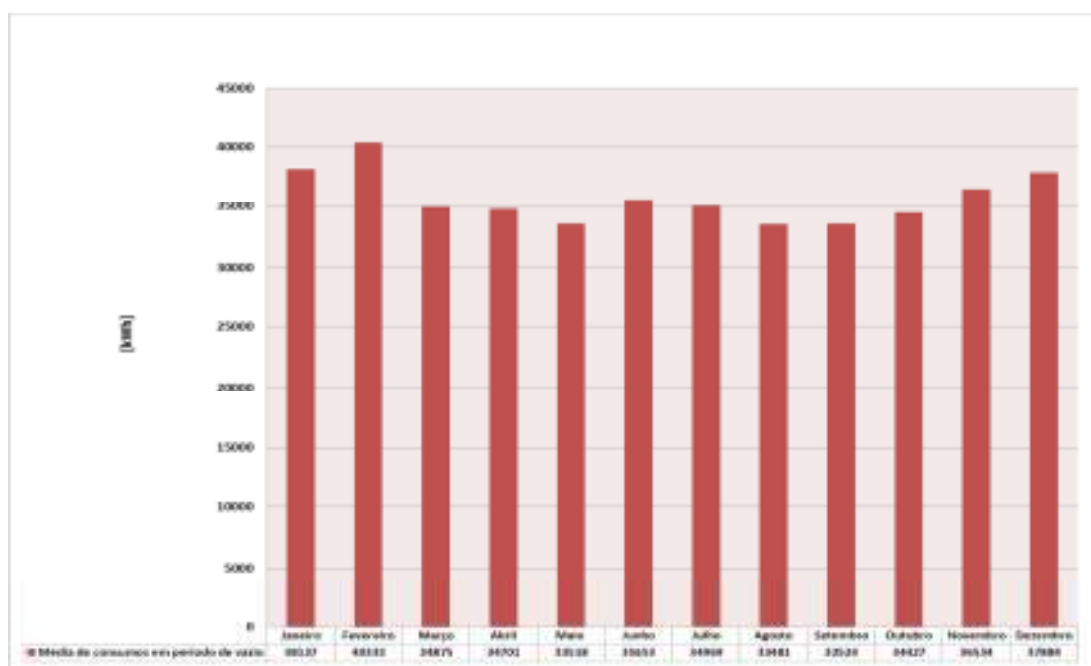
Tabela 6 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha desde 2007 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de vazio normal desde 2007 até 2013.

Meses	Média dos Consumos Totais Mensais [kWh]	Média de Consumos em Período de Vazio Normal [kWh]
Janeiro	196090	38137
Fevereiro	211572	40333
Março	178801	34875
Abril	174581	34701
Maió	170912	33518
Junho	198709	35653
Julho	205787	34969
Agosto	166739	33481
Setembro	176330	33524
Outubro	189047	34427
Novembro	190986	36534
Dezembro	198695	37884
Coef. de Correlação		0,79

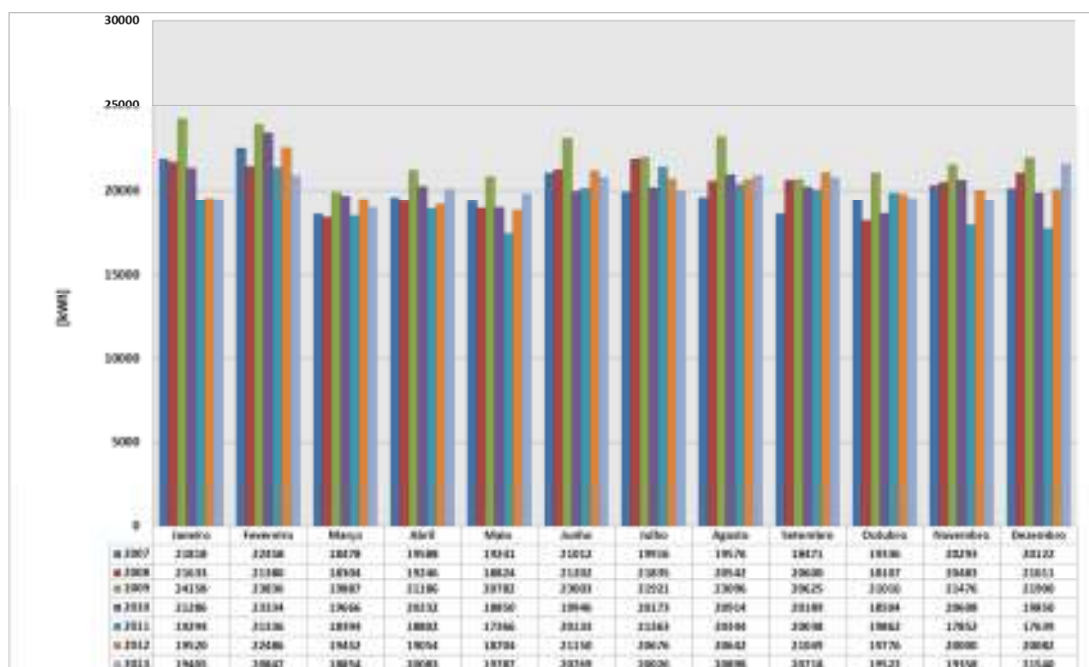
Pela definição do coeficiente de correlação de Pearson, o resultado determinado indica a existência de uma “correlação forte”. A variação registada em regime de “vazio normal” é semelhante à variação verificada no consumo total, embora não tão acentuada como as variações verificadas em regime de “pontas” ou de “cheias”.

O perfil padrão dos consumos registados em período de vazio normal pode ser considerado no gráfico seguinte (Gráfico 26), onde se encontra representada a evolução da “Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de vazio normal desde 2007 até 2013”

Gráfico 26 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de vazio normal desde 2007 até 2013



No Gráfico 27 encontra-se caracterizada a “Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de super vazio desde 2007 até 2013”.

Gráfico 27 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de super vazio desde 2007 até 2013

Na Tabela 8 estão discriminados os valores das séries consideradas no cálculo do coeficiente de correlação efetuado de acordo com a equação E22.

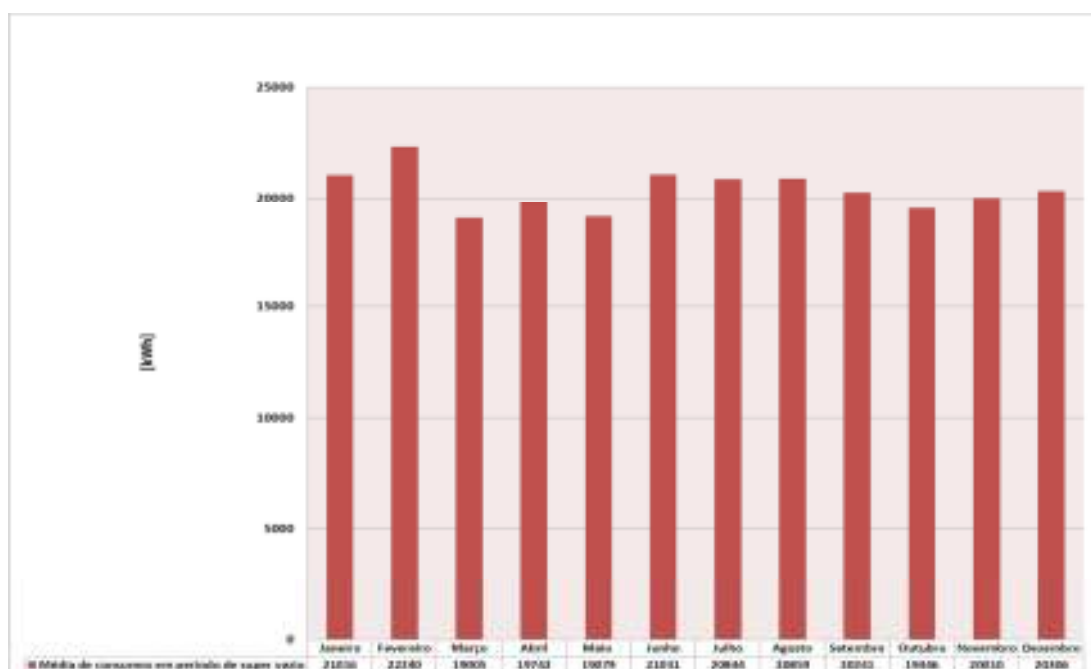
Tabela 7 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha desde 2007 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de super vazio desde 2007 até 2013.

Meses	Média dos Consumos Totais Mensais [kWh]	Média de Consumos em Período de Super Vazio [kWh]
Janeiro	196090	21016
Fevereiro	211572	22240
Março	178801	19005
Abril	174581	19742
Maió	170912	19079
Junho	198709	21031
Julho	205787	20844
Agosto	166739	20859
Setembro	176330	20241
Outubro	189047	19446
Novembro	190986	20010
Dezembro	198695	20306
Coef. de Correlação	0,64	

Segundo a definição do coeficiente de correlação de Pearson, o resultado determinado indica a existência de uma “correlação moderada”. Ou seja, a variação registada no período tarifário “super vazio” apresenta algumas semelhanças relativamente à variação verificada no consumo total. No entanto não é tão evidente como as variações verificadas nos períodos tarifários de “vazio normal”, “pontas” ou “cheias”.

O Gráfico 28 representa a “Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em Período de super vazio desde 2007 até 2013”. Esta é uma característica que pode ser considerada como um perfil padrão para os consumos registados em regime de super vazio, no caso do Campus da Penha.

Gráfico 28 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em Período de super vazio desde 2007 até 2013



4.5 Apreciação Final do Capítulo

Na primeira abordagem realizada verifica-se que o valor que a UAlg tem pago pela fatura da eletricidade do Campus da Penha, tem vindo a aumentar substancialmente. Esse fenómeno é verificado não só devido ao aumento do preço da energia mas também ao aumento do valor do serviço prestado pela concessionária e não devido ao aumento do consumo de energia elétrica, uma vez que este tem vindo a decrescer.

Na análise do consumo anual onde são verificados primeiramente, os consumos totais anuais desde 2003 até 2013 constata-se que, nos primeiros dois anos, a quantidade de energia elétrica consumida foi menor quando comparada com a dos restantes anos, e que no ano de 2009 atingiu-se um valor anormalmente alto, comparativamente com os restantes anos onde se verificou uma maior paridade. O máximo atingido em 2009, pode ser explicado pelo facto de se incluir nesta contabilização, a energia elétrica utilizada na construção do novo edifício da Biblioteca. Para se tentar explicar a evolução do consumo de eletricidade ao longo dos últimos anos no Campus da Penha, efetuou-se o cálculo do coeficiente de correlação que colocou em confronto os dados relativos aos consumos anuais de energia elétrica com a quantidade de alunos inscritos neste Campus por ano letivo. O resultado verificado não permite que se afirme existir influência por parte da alteração de alunos inscritos sobre o aumento ou diminuição da utilização de energia elétrica nesta instalação.

Ao se verificar o consumo mensal de energia elétrica, realizou-se o confronto entre este e os calendários escolares de cada ano letivo, verificando que na maioria das vezes os consumos mais elevados são registados em épocas de exames. A variação do consumo mensal de energia elétrica ativa foi também “comparado” com a variação da temperatura exterior. O resultado obtido conclui que existe uma correlação entre estas duas variáveis, embora de uma forma moderada. Isto quer dizer que a solicitação de sistemas de climatização em épocas com necessidade aquecimento no Campus da Penha é relevante na variação dos consumos de energia.

Verificou-se também que existe uma semelhança na variação dos consumos, quando se efetua uma comparação entre períodos análogos. Este facto permitiu determinar o perfil de consumo anual do Campus da Penha. A variação apresentada nesse perfil é principalmente afetada pela variação dos consumos registados em período tarifário de “cheias”.

5. ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO CAMPUS DE GAMBELAS

5.1 Particularidades da Análise

Durante o registo dos dados de energia elétrica na folha de cálculo do Microsoft Excel, verificou-se a não existência da fatura relativa ao mês de Dezembro de 2008. O procedimento tomado incidiu sobre os dados de consumo de energia elétrica nos períodos tarifários. Determinou-se a média aritmética entre dados do mesmo mês dos anos 2007 e 2009. O mesmo procedimento foi realizado para a determinação dos valores globais (custos) das duas faturas. Em relação aos preços da energia por cada período tarifário, o procedimento tomado foi igualar os preços registados no mês antecedente.

5.2 Valor da Energia Elétrica

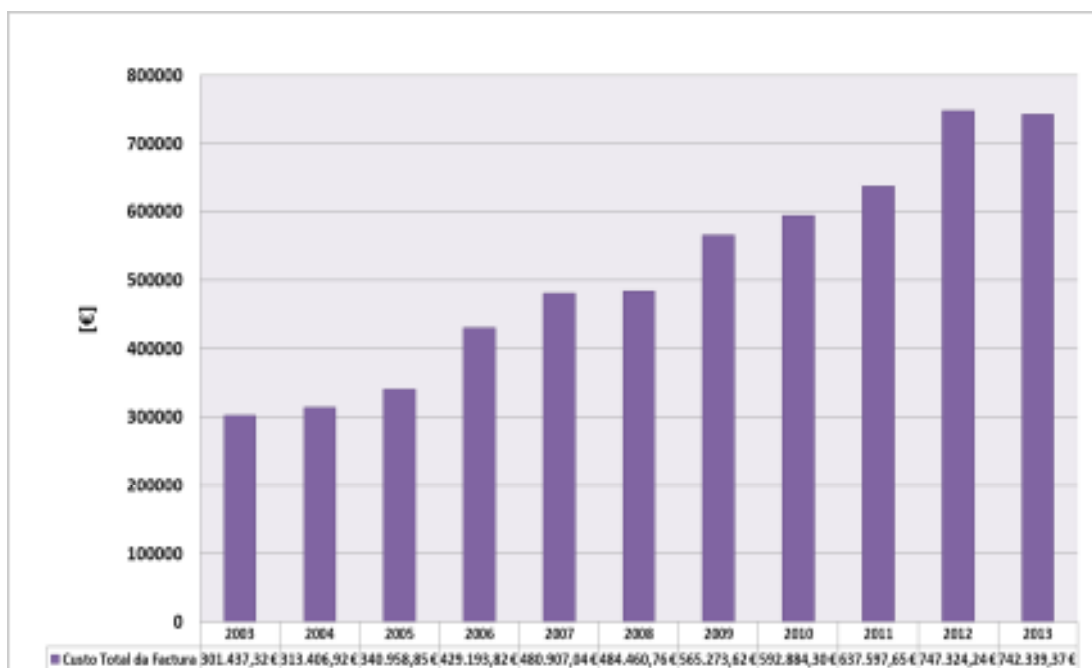
Nesta primeira análise são avaliados os valores totais anuais pagos pela Universidade do Algarve nos últimos 10 anos, sobre as faturas da eletricidade do Campus de Gambelas. Posteriormente é efetuada uma dedução dos valores pagos e implícitos nessas faturas resultantes do consumo efetivo de energia elétrica ativa. A seguir são verificados de uma forma global os outros valores monetários implícitos nas faturas da eletricidade. Por fim, é verificada a evolução dos preços atribuídos ao consumo de energia elétrica ativa, repartidos pelos períodos tarifários, “cheias”, “pontas”, “vazio normal” e “super vazio”.

É importante referir que todos os valores monetários analisados incluem as taxas fiscais dos períodos correspondentes.

O Gráfico 29 mostra a evolução do “Valor total anual da fatura da eletricidade do Campus de Gambelas desde 2003 até 2013”. A partir da sua análise verifica-se que o valor pago pela Universidade do Algarve em 2013 obteve um acréscimo aproximado de 145% comparativamente ao valor pago em 2003. No entanto consegue obter valores

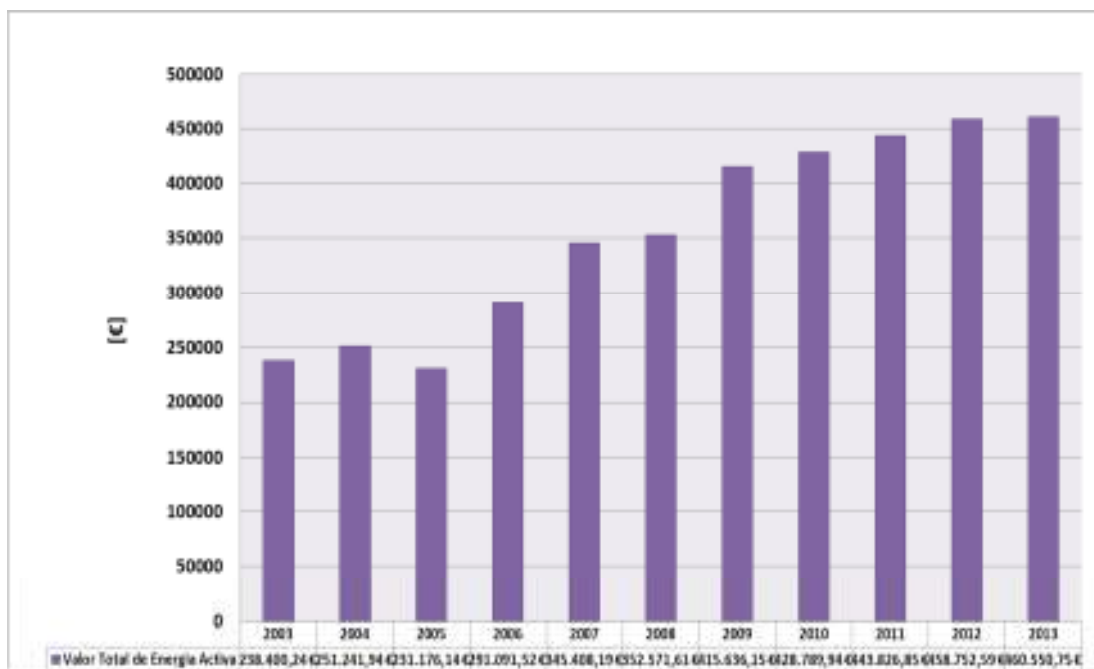
inferiores ao ano de 2012, que se apresenta como o ano com maior despesa relativa ao consumo de energia elétrica no Campus de Gabelas. Nesses 11 anos, apenas houve um ano (2013) em que o valor pago foi menor que o do ano anterior no entanto é o segundo mais alto da lista.

Gráfico 29 - Valor total anual da fatura da eletricidade do Campus de Gambelas desde 2003 até 2013



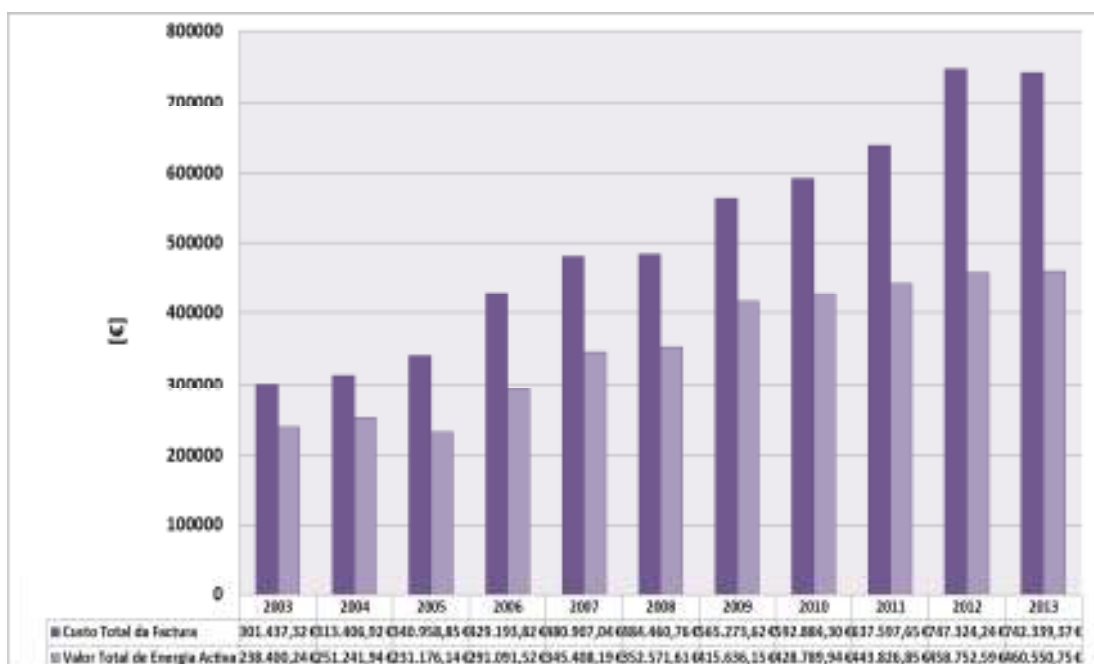
Seguidamente considera-se o custo apenas associado ao consumo de energia elétrica ativa, verifica-se através da análise do Gráfico 30, que o valor correspondente ao ano de 2013 obteve um acréscimo de aproximadamente 93% comparativamente com o valor de 2003. Em termos de valor final da fatura o ano de 2012 é o que apresenta maior despesa, porém em termos de valores gastos apenas com o consumo de energia elétrica, o máximo é obtido em 2013.

Gráfico 30 - Custo anual do consumo de energia elétrica ativa no Campus de Gambelas desde 2003 até 2013



Em 2005, o custo associado ao consumo de energia elétrica ativa foi menor quando comparado com o ano anterior, embora nesse ano (2005), a despesa global tenha sido maior relativamente ao ano 2004.

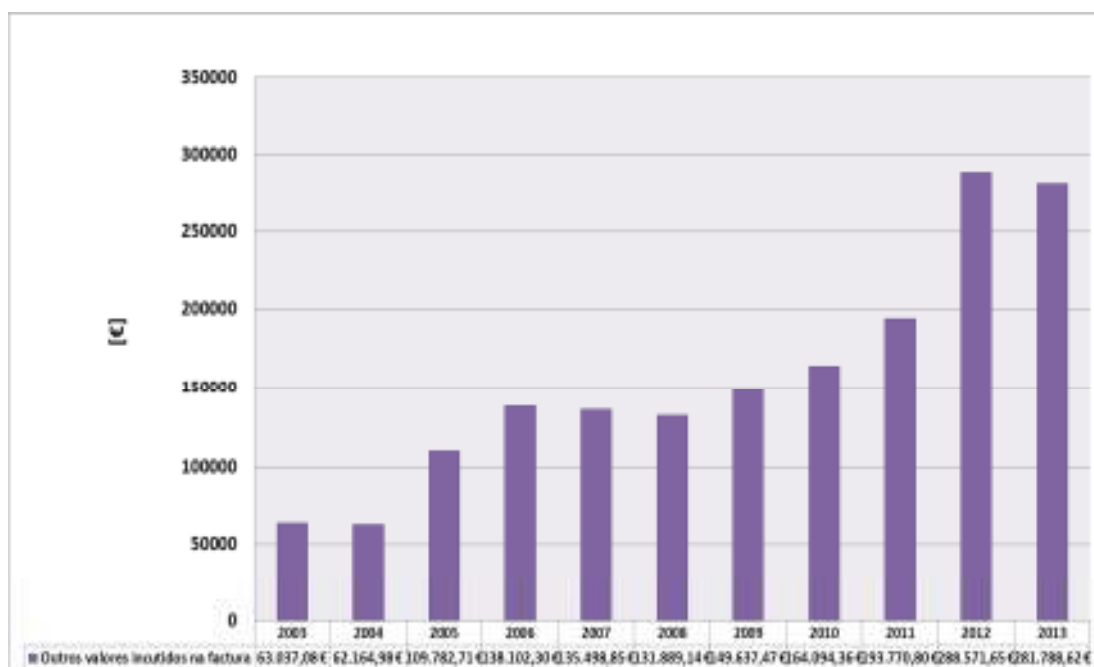
Ao visualizar-se o Gráfico 31, verifica-se a disparidade existente nos anos 2012 e 2013, no diz respeito a despesas não relacionadas com o consumo de energia, relativamente aos restantes anos.

Gráfico 31 - Comparação entre o custo anual com o consumo de energia ativa e o valor total da fatura do Campus de Gambelas desde 2003 até 2013

No Gráfico 32 encontra-se a análise da evolução dos custos inerentes à fatura da eletricidade não relacionados com o consumo efetivo de energia elétrica ativa. A obtenção desta característica é determinada a partir da “Diferença entre o valor global da fatura e o custo anual da energia ativa consumida no Campus de Gambelas desde 2003 até 2013”. Neste caso verifica-se que relativamente ao valor admitido em 2012 (ano em que as despesas foram superiores), houve um acréscimo aproximado de 347% quando comparado com o valor pago em 2003 (ano em que as despesas foram menores). Este valor traduz uma diferença de 218.751,54€ entre o valor pago em 2003 e o valor pago em 2012, no que respeita a despesas incutidas na fatura da eletricidade, embora não relacionadas com o consumo efetivo de energia elétrica ativa.

Outro ponto a focar é que essa parcela da fatura da eletricidade do Campus de Gambelas sofreu um acréscimo de aproximadamente 45,5% no ano 2012, comparativamente com o ano anterior. Isto revela um aumento de mais de 88.000,00€ na fatura da eletricidade não relacionados com o consumo efetivo de energia elétrica ativa.

Gráfico 32 - Diferença entre o valor global anual da fatura e o custo anual da energia ativa consumida no Campus de Gambelas desde 2003 até 2013



No seguinte gráfico, (Gráfico 33) é efetuada uma análise à “Evolução do custo da energia elétrica ativa desde 2003 até 2013 no Campus de Gambelas”. É possível verificar-se os preços praticados pelas concessionárias por kWh para períodos tarifários de “cheias”, “pontas”, “vazio normal” e “super vazio”. Ao olharmos para período de cheias em Janeiro de 2003 o valor praticado era de 0,0518€/kWh. Em Agosto de 2013, esse preço apresenta um acréscimo de aproximadamente 84%, passando a ser 0,095€. No que diz respeito aos preços praticados sobre os outros períodos tarifários, a evolução é muito semelhante à anteriormente descrita. Para os quatro casos projetou-se a linha de tendência exponencial correspondente, dando origem às equações exponenciais respetivas. Verificase que com o início do tarifário “super vazio” em Abril de 2006, os valores atribuídos aos outros tarifário mais que duplicaram.

- Custo unitário de pontas;

;

- Custo unitário de cheias;

;

- Custo unitário de vazio normal;

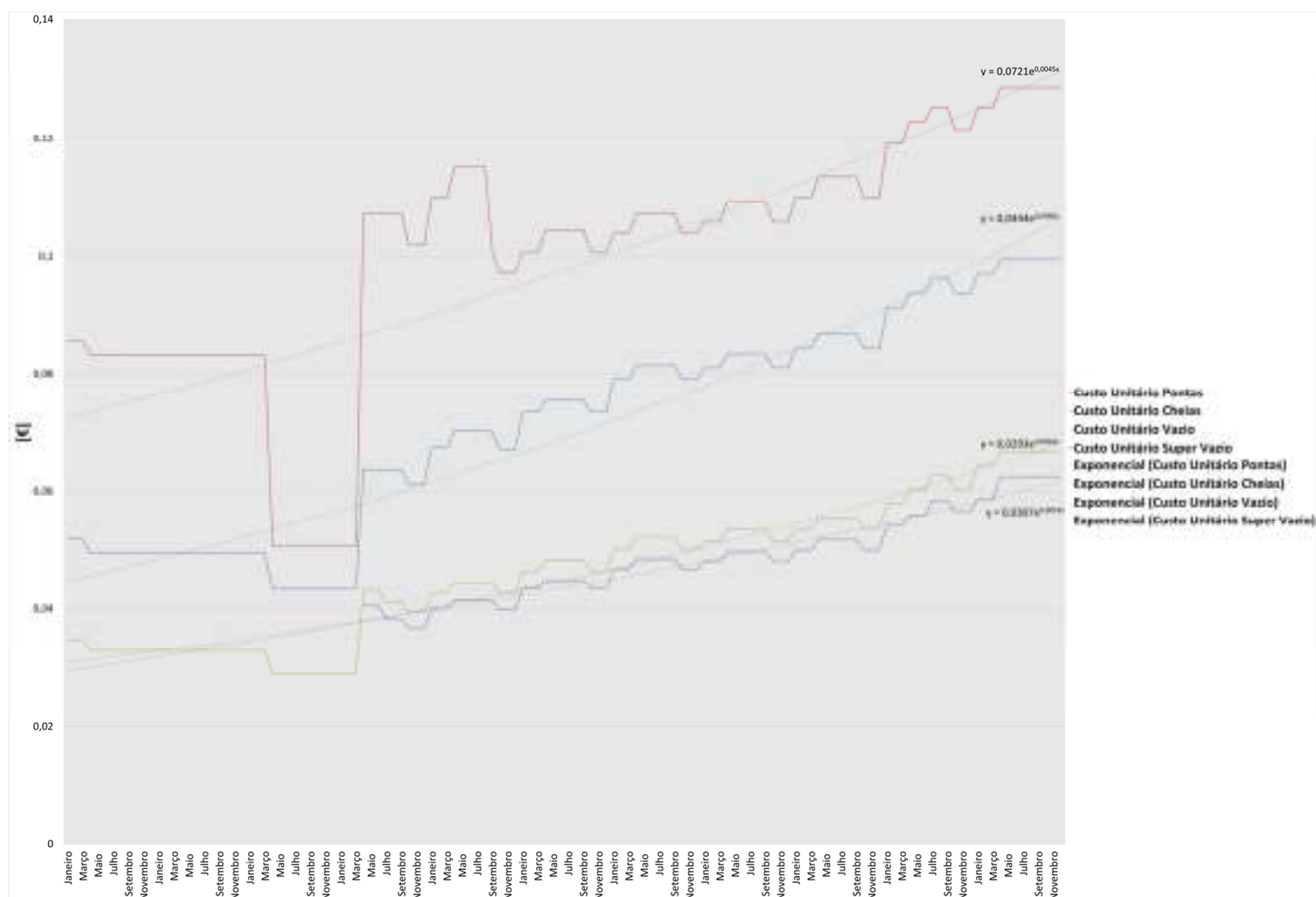
;

- Custo unitário de super vazio;

;

x – Corresponde ao mês que se pretende analisar, sendo que a origem é Janeiro de 2003. Ou seja Janeiro de 2003 = 1, Fevereiro de 2003 = 2, Julho de 2005 = 31, e assim sucessivamente.

Gráfico 33 - Evolução do custo da energia elétrica ativa desde 2003 até 2013 no Campus de Gambelas



Constata-se então que o nos últimos 11 anos, a Universidade do Algarve tem vindo a pagar cada vez mais pelo consumo de energia elétrica no Campus de Gambelas. Este fenómeno deve-se ao aumento do preço da energia elétrica ativa, à inflação, ao aumento do IVA, verificado no final de 2011, e também ao aumento do valor do serviço prestado pela concessionária.

5.3 Consumos Anuais de Energia Elétrica

À semelhança do sucedido na “Análise do consumo de energia elétrica do Campus da Penha”, gerou-se a necessidade de se realizar não só a análise do consumo de energia elétrica perante os anos civis passados mas também perante os anos escolares.

Seguidamente apresenta-se a observação sobre o consumo total de energia elétrica ativa desde o ano 2003 até ao ano 2013. Encontram-se também analisados os contributos de cada período tarifário. Posteriormente são considerados os consumos totais de energia elétrica por ano letivo para se determinar o “coeficiente de correlação” entre o consumo de energia elétrica e a quantidade de alunos inscritos no Campus de Gambelas. O confronto dados respeitantes ao consumo de energia por ano letivo, com a quantidade de alunos inscritos, tem como base os seis últimos anos letivos. Conforme descrito anteriormente, considerou-se que cada ano letivo inicia-se a 1 de Setembro e termina a 31 de Agosto do ano civil seguinte. Por fim, são determinados os equivalentes de consumo de energia por aluno e por metro quadrado e analisadas as respetivas evoluções.

No Gráfico 34 é possível observar a evolução do “Consumo anual de energia elétrica ativa no Campus de Gambelas”. A caracterização dos gráficos é semelhante à efetuada no capítulo anterior. As barras com a cor azul-escuro caracterizam os totais anuais determinados desde o ano 2003 até ao ano 2013. Verifica-se que os anos 2003 e 2004 são os anos que apresentam menores consumos e que os anos 2009 e 2010 são aqueles que apresentam maiores consumos de energia elétrica ativa, estando o ano de 2010 no topo. É também visível que a partir de 2010, o total anual de energia elétrica consumida tem vindo a diminuir, sendo o ano de 2013, o que apresenta menores consumos desde o pico, atingindo um valor inferior aos anos de 2005, 2006 e 2007.

Ainda no Gráfico 34, encontram-se discriminados os consumos anuais de energia elétrica ativa, nos períodos tarifários de “pontas”, “cheias”, “vazio normal” e “super vazio”. As barras com a cor azul-clara, representam o consumo em período “super

vazio” e neste caso constata-se que não existe registo nos anos 2003, 2004 e 2005, respetivamente os anos em que o consumo em “vazio normal”, caracterizado pelas barras de cor roxa, é muito superior, comparativamente com anos os seguintes. A explicação deve-se ao facto de o período tarifário “super vazio”, apenas ter sido considerado a partir de Abril de 2006, ano em que o consumo registado neste período tarifário é menor quando comparado com os anos seguintes, precisamente pelo facto do seu registo ter-se iniciado em Abril desse ano. O consumo energético em “super vazio” atinge o seu valor máximo em 2009, no entanto quando comparado com os registos de consumos dos outros períodos tarifários, este é o que apresenta maior linearidade.

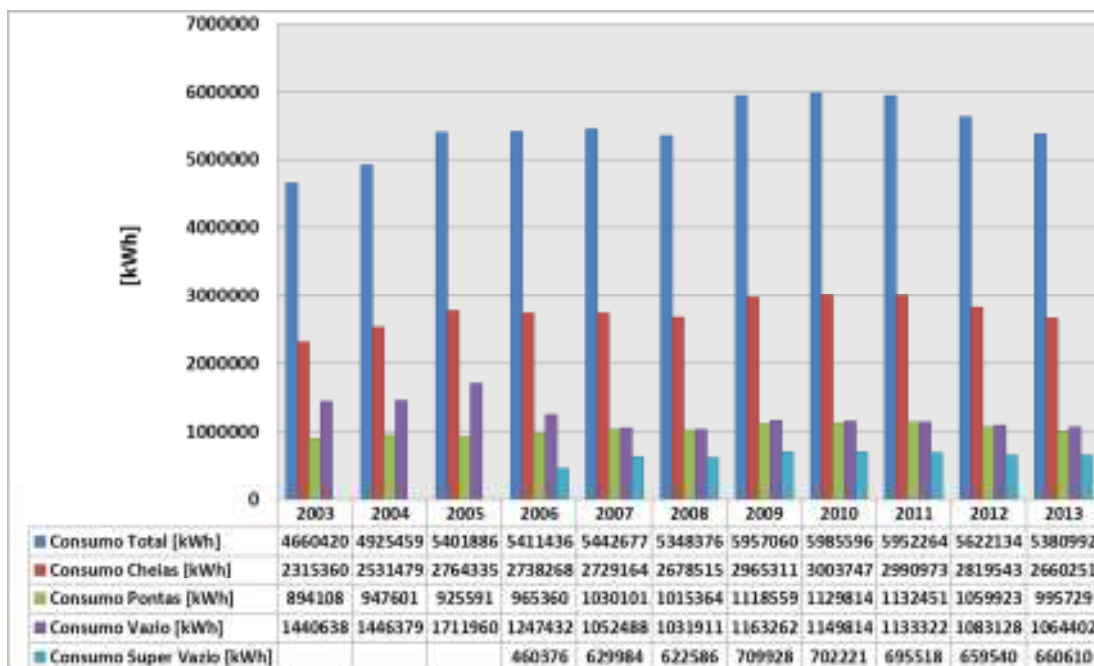
A partir de 2007, em parte devido ao aparecimento do período tarifário “super vazio”, o consumo registado em “vazio normal” passou a ser equiparado ao consumo registado no período tarifário “pontas” que se encontra representado no gráfico pelas barras de cor verde.

O registo verificado em regime de “pontas” apresenta o seu máximo em 2011 e o seu mínimo em 2003, acompanhando em parte, as variações registadas no consumo total de energia nestes 10 anos.

Já os consumos em regime de “cheias” são aqueles que apresentam maior peso nos consumos totais de energia. Representados no gráfico pelas barras de cor vermelha, os consumos registados em período de “cheias” apresentam uma variação muito semelhante com a verificada na análise dos consumos totais.

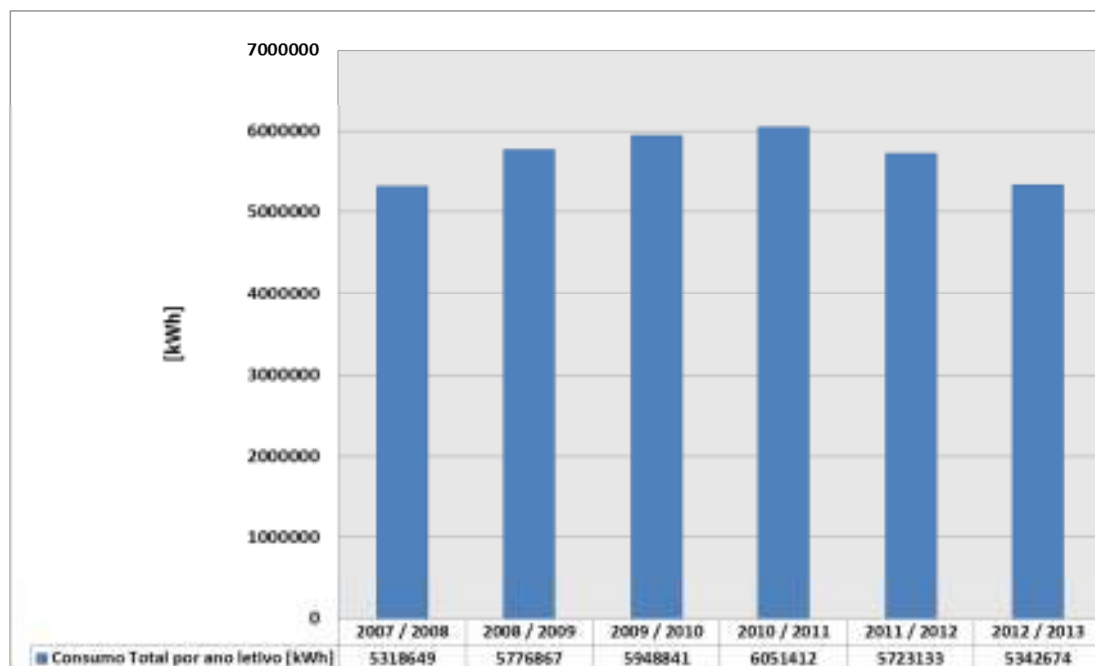
Se recuarmos atrás e olharmos para as evoluções registadas nos Gráficos 29 e 30, onde se verificam os valores pagos anualmente sobre as faturas e os valores pagos sobre o consumo efetivo de energia elétrica, respetivamente, e compararmos esses gráficos com o Gráfico 34, é fácil chegar à conclusão que apesar de haver uma redução significativa no consumo de energia a partir de 2010, essa diminuição não se refletiu no valor final a pagar, muito pelo contrário.

Gráfico 34 - Consumo anual de energia elétrica ativa no Campus de Gambelas



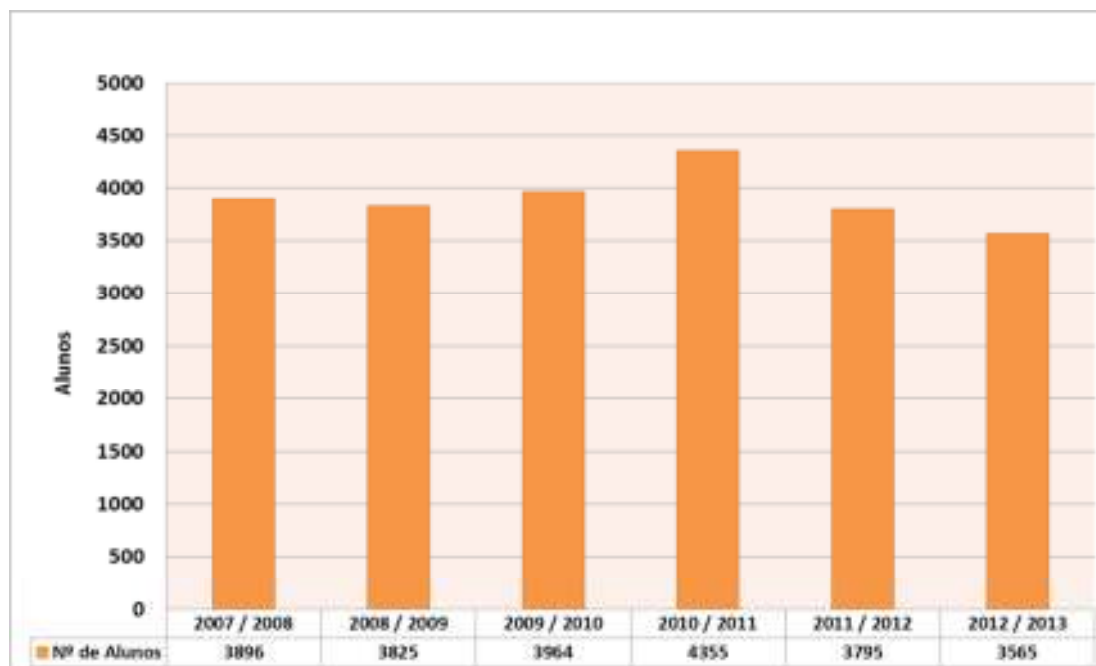
No Gráfico 35 encontram-se discriminados os dados do “Consumo de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas por ano letivo”, cuja base corresponde aos seis últimos anos letivos.

Consegue-se ter uma perceção quanto à paridade existente entre o Gráfico 34 e o Gráfico 35 no que diz respeito a consumos totais de energia, tendo em conta os anos civis em questão. Ou seja, verifica-se que os anos letivos 2009/2010 e 2010/2011 são os que apresentam maiores consumos, havendo a partir daí uma consecutiva diminuição até ao ano letivo 2012/2013.

Gráfico 35 - Consumo de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas por ano letivo

Dando seguimento ao raciocínio implementado no capítulo anterior, o passo seguinte é perceber quais os parâmetros que afetam na variação do consumo de energia no Campus de Gambelas. Assim, seguidamente encontra-se realizada uma análise a alguns desses parâmetros.

No gráfico seguinte encontra-se discriminado a “Quantidade de alunos inscritos por ano letivo nas instituições do Campus de Gambelas”. Nele, é possível visualizar que o ano letivo de 2010/2011 foi aquele que obteve mais inscrições e que desde então a quantidade de alunos tem vindo a diminuir, tendo em 2012/2013, sido atingido o mínimo de toda a análise.

Gráfico 36 - Quantidade de alunos inscritos por ano letivo nas instituições do Campus de Gambelas

Na tabela seguinte (Tabela 9) encontram-se discriminados os valores das séries consideradas no cálculo do coeficiente de correlação efetuado de acordo com a equação E24.

Tabela 8 - Determinação do coeficiente de correlação entre os consumos totais de energia ativa por ano letivo e a quantidade de alunos inscritos nas instituições do Campus de Gambelas por ano letivo.

Ano Letivo	Energia [kWh]	Nº de Alunos
2007/2008	5318649	3896
2008/2009	5776867	3825
2009/2010	5948841	3964
2010/2011	6051412	4355
2011/2012	5723133	3795
2012/2013	5342674	3565
Coef. Correlação	0,73	

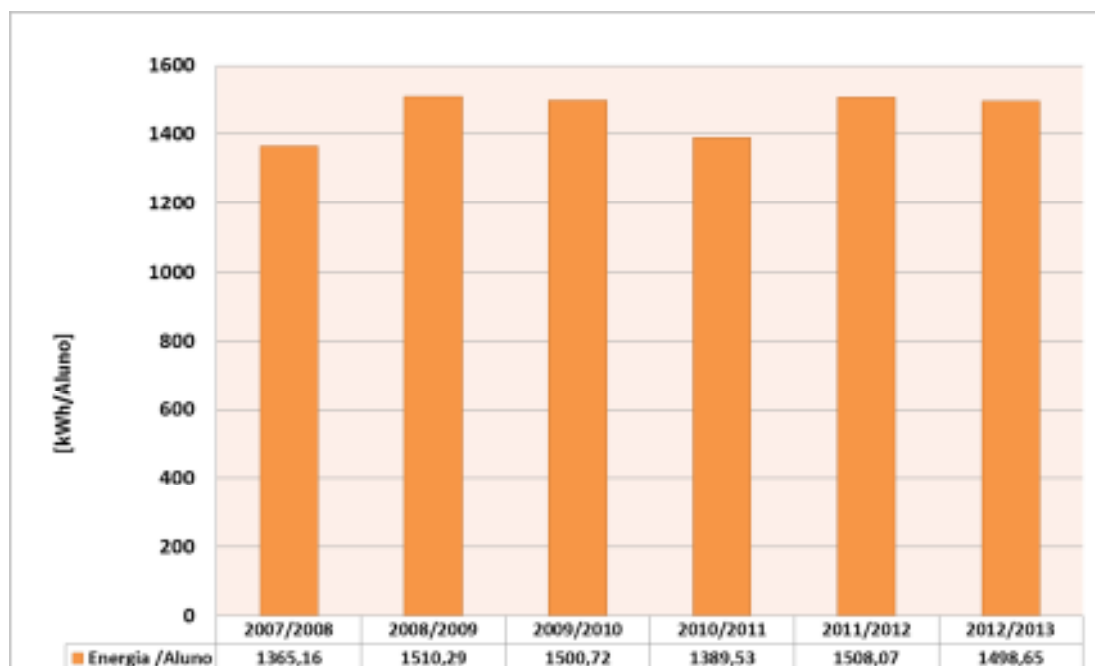
Segundo a definição do coeficiente de correlação de Pearson, o resultado determinado indica a existência de uma “correlação forte”. Ou seja, a influência da

quantidade de alunos inscritos sobre o consumo de energia é evidente, embora o valor obtido tenha sido muito próximo do valor limite que separa a classificação de forte e moderada.

No Gráfico 37 encontra-se evidenciada a "quantidade anual de energia ativa consumida no Campus de Gambelas por aluno", ou seja, o gráfico representa o peso de cada aluno em termos de consumo de energia elétrica por ano letivo. Verifica-se que este consumo específico se mantém aproximadamente constante, sendo a diferença entre o máximo e o mínimo de apenas 10% do valor médio.

Se compararmos o consumo energético entre aluno da Penha e o aluno de Gambelas, verificamos que o aluno de Gambelas é cerca de três vezes "mais pesado" que o aluno da Penha.

Gráfico 37 - Quantidade anual de energia ativa consumida no Campus de Gambelas por aluno



No gráfico seguinte, verifica-se o consumo de energia por metro quadrado (Gráfico 38). A variação do consumo energético por metro quadrado é em tudo semelhante ao apurado no Gráfico 35. Os valores determinados são sempre superiores aos valores obtidos no campus da Penha, isto quer dizer que em termos de área, a energia é melhor aproveitada na Penha do que em Gambelas.

Gráfico 38 - Quantidade anual de energia ativa consumida no Campus de Gambelas por m²

5.4 Consumos Mensais de Energia Elétrica

Em tudo semelhante ao realizado no capítulo anterior, pretende-se discriminar os perfis de consumo de energia no Campus de Gambelas desde o ano civil de 2007 até ao ano civil de 2013, posteriormente são determinados os perfis de consumo total, cheias, pontas, vazio normal e super vazio, através do cálculo da média aritmética dos consumos registados nos anos atrás referidos. A variação do perfil determinado para o consumo “total” será comparada com as variações dos perfis de consumo determinados para cada um dos períodos tarifários, através do cálculo do coeficiente de correlação.

Este cálculo é igualmente utilizado para avaliar a eventual dependência do consumo energético com as variações climáticas, utilizando-se como variável independente os valores de Graus-dia de aquecimento mensais. Neste caso a análise encontra-se realizada apenas para os valores registados nos meses com necessidades de aquecimento, numa amostra compreendida entre Março de 2011 e Dezembro de 2013.

Esta análise destina-se à discriminação dos consumos verificados mês após mês, desde o ano 2007 até ao ano 2013, conforme anteriormente dito. Os gráficos seguintes são caracterizados da seguinte forma (do Gráfico 49 ao Gráfico 45):

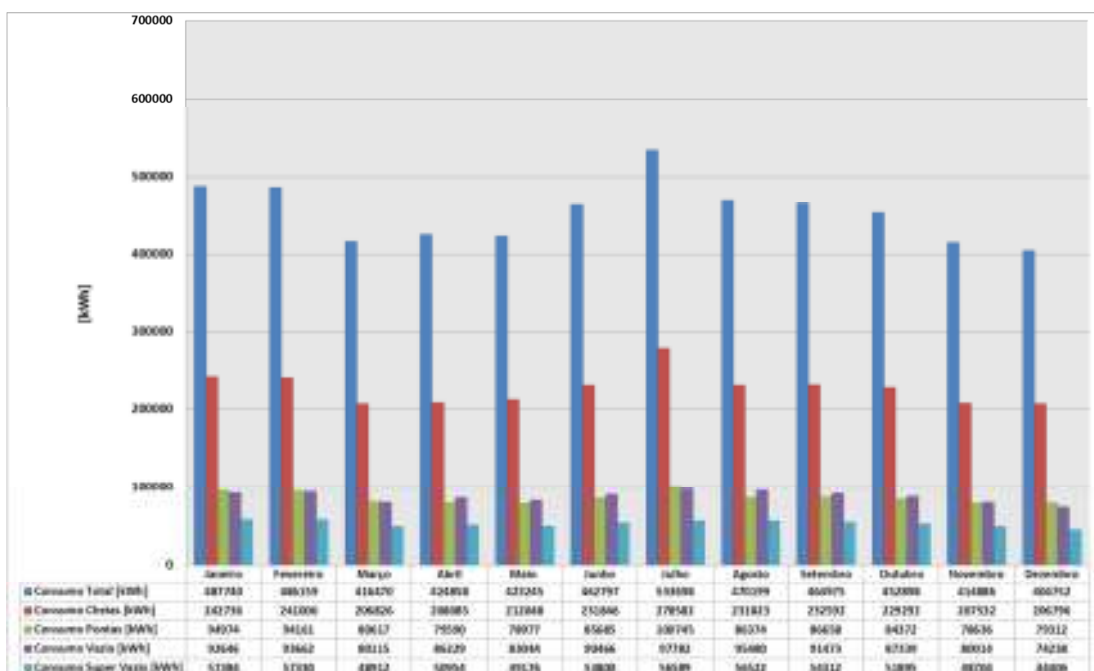
- Barras de cor azul escura – consumos totais mensais de energia elétrica ativa;

- Barras de cor vermelha – consumos mensais de energia elétrica ativa em período de cheias;
- Barras de cor verde – consumos mensais de energia elétrica ativa em período de pontas;
- Barras de cor roxa – consumos mensais de energia elétrica ativa em período de vazio normal;
- Barras de cor azul clara – consumos mensais de energia elétrica ativa em período de super vazio;

As estações do ano encontram-se perfeitamente discriminadas aquando da análise das características seguintes, nomeadamente o Inverno e “pré-Verão”/Verão são as alturas onde existem sempre maiores necessidades energéticas devido à necessidade de climatização dos espaços. Os consumos mínimos registam-se em grande parte nos meses de temperaturas moderadas ou de média estação. Já no mês de Agosto, apesar de ser um mês de temperaturas elevadas, os consumos registados são medianos, isto por se tratar de uma altura em que a Universidade se encontra em funcionamento reduzido devido às férias de verão, no entanto, nos anos 2009 e 2010 os consumos registados neste mês, foram significativos.

No que diz respeito aos períodos tarifários, é possível visualizar-se e verificar-se uma maior linearidade nos períodos de custo reduzido, nomeadamente “vazio normal” e “super vazio”. A variação registada pelos consumos totais é acompanhada, principalmente, pelos consumos em regime de “cheia”.

Gráfico 39 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em 2007



No Anexo A encontra-se discriminado o calendário escolar referente ao ano letivo 2007/2008. O início deste ano escolar verificou-se a 25 de Setembro de 2007 e o seu término a 25 de Julho de 2008. Durante este período é importante salientar o seguinte:

Consumo máximo registado:

→ Julho de 2008 – Mês de época de exames;

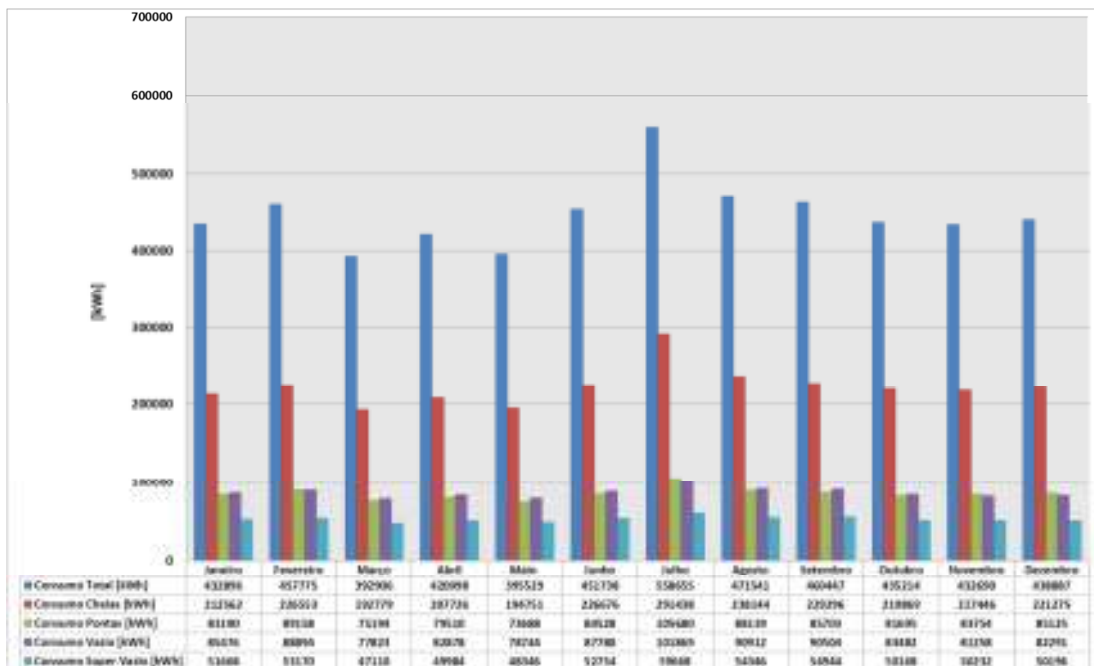
Consumo mínimo registado:

→ Março de 2008 – Mês de época normal de aulas mas com uma semana de férias para a Páscoa;

Particularidade:

→ Dezembro de 2007 – Apesar de ser um mês de necessidades energéticas evidentes, apresentou consumos de energia elétrica baixos, quando comparado com outros anos.

Gráfico 40 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em 2008



No Anexo B encontra-se discriminado o calendário escolar referente ao ano letivo 2008/2009. O início deste ano escolar verificou-se a 15 de Setembro de 2008 e o seu término a 24 de Julho de 2009. Durante este período é importante salientar o seguinte:

Consumo máximo registado:

→ Julho de 2009 – Mês de época de exames;

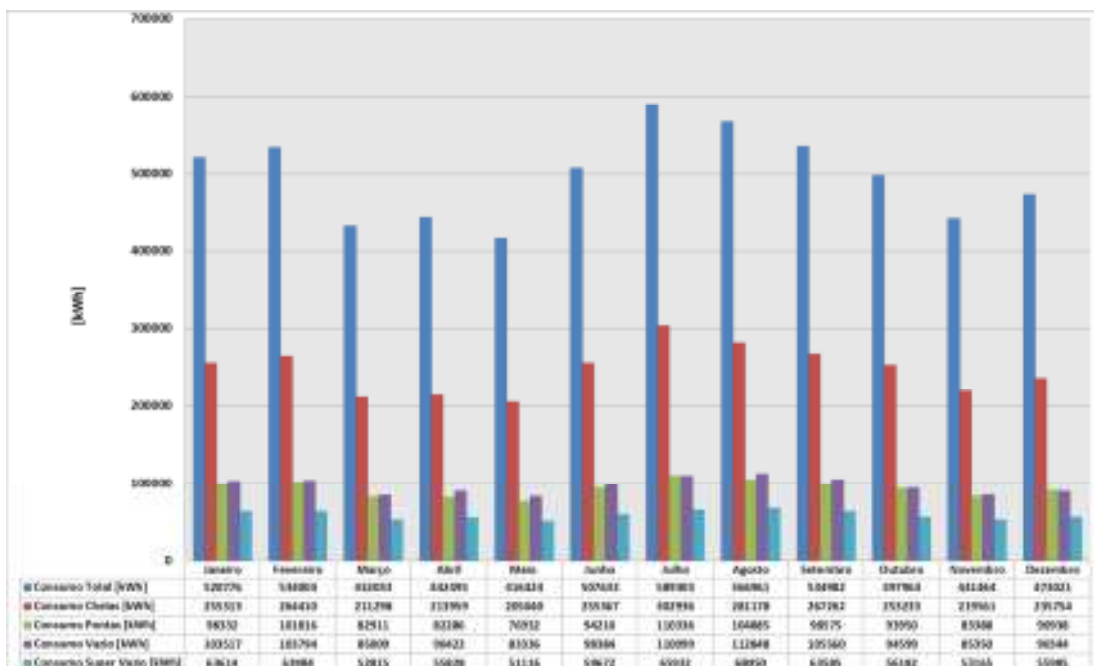
Consumo mínimo registado:

→ Maio de 2009 – Mês de época normal de aulas e da Semana Académica;

Particularidade:

→ Agosto de 2009 – Apresenta o segundo maior consumo energético registado, no entanto é um mês em que os serviços da Universidade se encontram reduzidos devido ao período de férias de Verão;

Gráfico 41 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em 2009



No Anexo C encontra-se discriminado o calendário escolar referente ao ano letivo 2009/2010. O início deste ano escolar verificou-se a 14 de Setembro de 2009 e o seu término a 23 de Julho de 2010. Durante este período é importante salientar o seguinte:

Consumo máximo registado:

→ Julho de 2010 – Mês de época de exames;

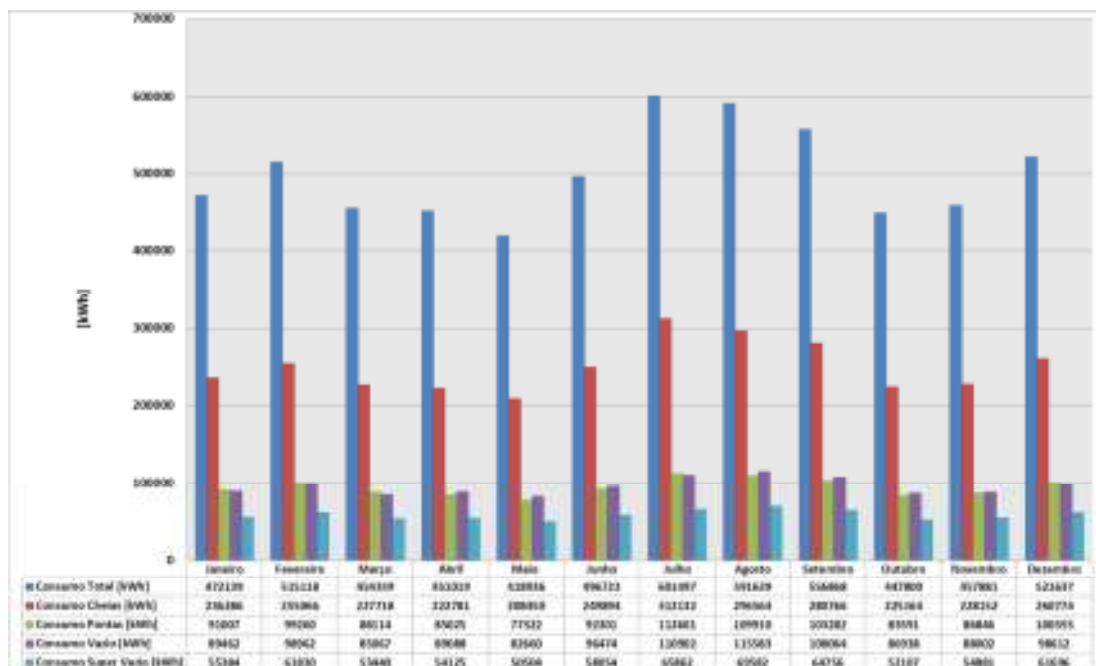
Consumo mínimo registado:

→ Maio de 2010 – Mês de época normal de aulas e da Semana Académica;

Particularidade:

→ Agosto de 2010 – Apresenta o segundo maior consumo energético registado, no entanto é um mês em que os serviços da Universidade se encontram reduzidos devido ao período de férias de Verão;

Gráfico 42 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em 2010



No Anexo D encontra-se discriminado o calendário escolar referente ao ano letivo 2010/2011. O início deste ano escolar verificou-se a 20 de Setembro de 2010 e o seu término a 22 de Julho de 2011. Durante este período é importante salientar o seguinte:

Consumo máximo registado:

→ Julho de 2011 – Mês de época de exames;

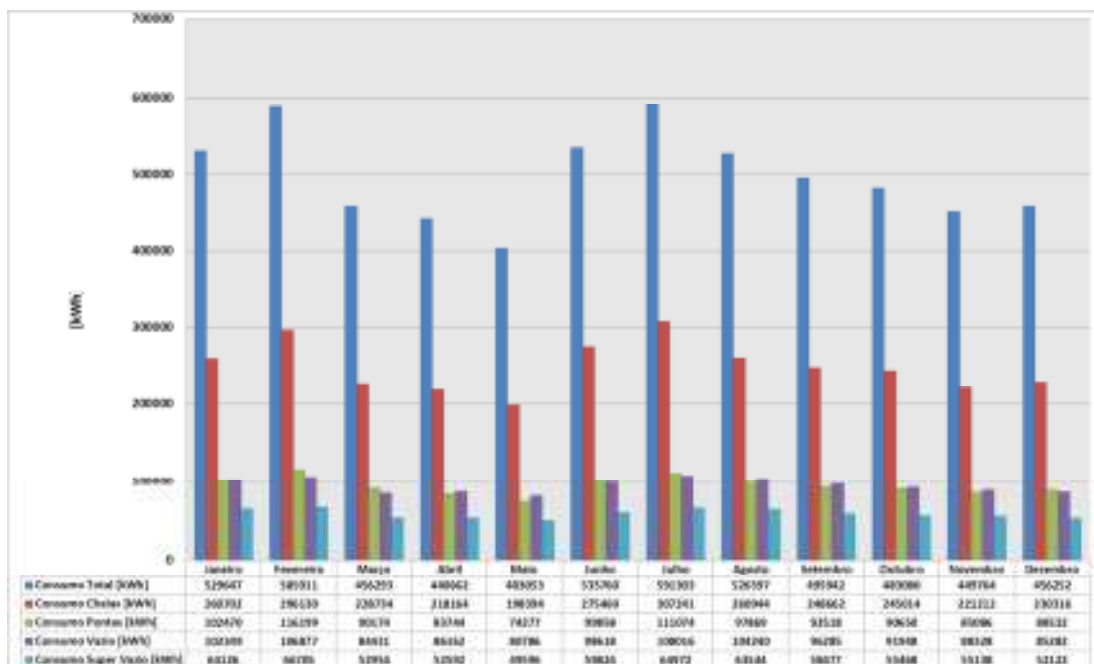
Consumo mínimo registado:

→ Maio de 2011 – Mês de época normal de aulas e da Semana Académica;

Particularidade:

→ Fevereiro de 2011 – Segundo maior consumo registado do ano letivo, mesmo sendo um mês preenchido na sua maioria pela época de exames;

Gráfico 43 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em 2011



No Anexo E encontra-se discriminado o calendário escolar referente ao ano letivo 2011/2012. O início deste ano escolar verificou-se a 19 de Setembro de 2011 e o seu término a 20 de Julho de 2012. Durante este período é importante salientar o seguinte:

Consumo máximo registado:

→ Fevereiro de 2012 – Mês preenchido na sua maioria pela época de exames;

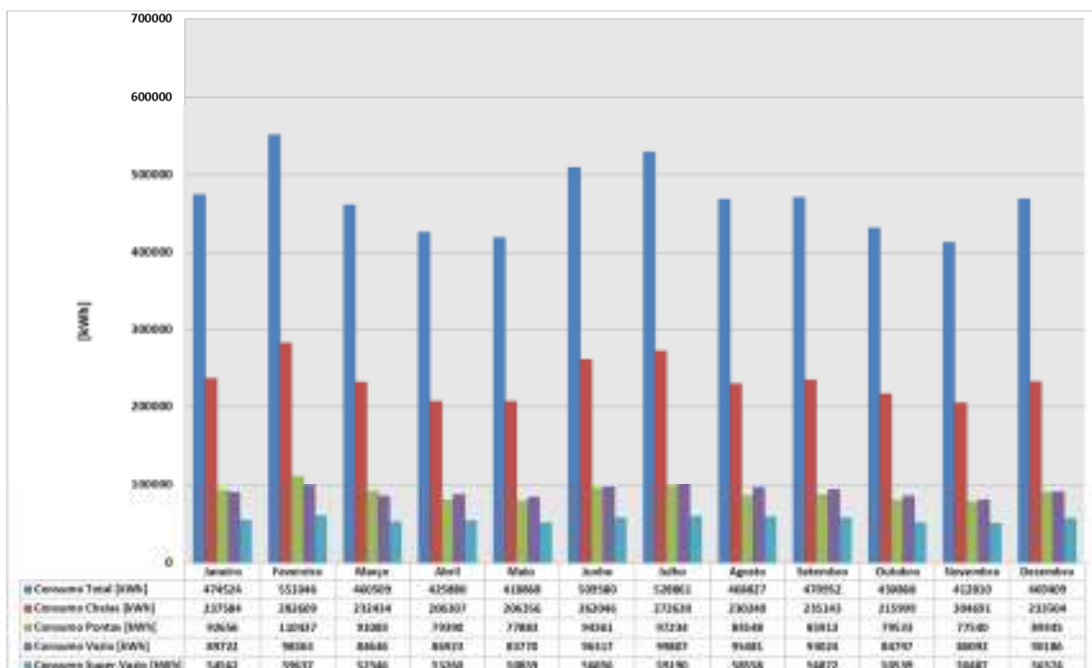
Consumo mínimo registado:

→ Maio de 2012 – Mês de época normal de aulas e da Semana Académica;

Particularidade:

→ Novembro de 2011 – Apesar de ser um mês de necessidades energéticas evidentes, apresentou consumos de energia elétrica baixos.

Gráfico 44 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em 2012



No Anexo F encontra-se discriminado o calendário escolar referente ao ano letivo 2012/2013. O início deste ano escolar verificou-se a 10 de Setembro de 2012 e o seu término a 05 de Julho de 2013. Durante este período é importante salientar o seguinte:

Consumo máximo registado:

→ Fevereiro de 2013 – Mês preenchido na sua maioria pela época de exames;

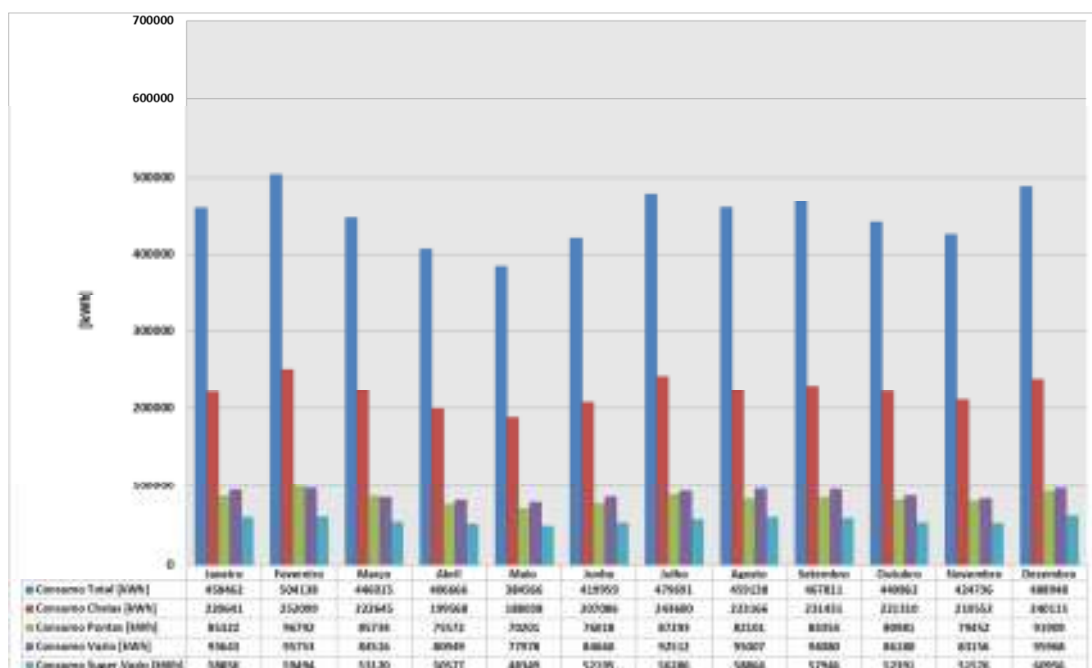
Consumo mínimo registado:

→ Maio de 2013 – Mês de época normal de aulas e da Semana Académica;

Particularidade:

→ Novembro de 2012 – Apesar de ser um mês de necessidades energéticas evidentes, apresentou consumos de energia elétrica baixos.

Gráfico 45 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em 2013



Na comparação do consumo de energia elétrica com o calendário escolar, verifica-se portanto, que os maiores consumos foram registados sempre em épocas de exames. Já os menores consumos aconteceram sempre em Maio, mês preenchido por época normal de aulas e com um período de interrupção não superior a dez dias úteis. Pode-se concluir então que em época de exames geram-se maiores consumos de energia elétrica e que no mês de Maio, altura em que decorrem aulas e existe sempre uma interrupção, os consumos são reduzidos.

Agora, com o intuito de tentar perceber até que ponto a variação da temperatura do ar exterior afeta no consumo de energia elétrica do Campus de Gambelas, considerou-se a seguinte análise e que resulta do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson determinado a partir dos valores obtidos dos consumos de energia elétrica ativa registados nos meses em que existiram necessidades de aquecimento, com os Graus-dia de Aquecimento mensais. Para a realização do cálculo, definiu-se que os meses com necessidades de aquecimento são o Novembro, o Dezembro, o Janeiro, o Fevereiro e o Março. Assim as séries consideradas correspondem a uma amostra de dados com base temporal desde Março de 2011 até Dezembro de 2013 e onde só foram considerados os valores correspondentes aos meses de aquecimento.

Os valores de Graus-dia de aquecimento mensais foram calculados a partir das temperaturas exteriores de bolbo seco registadas na estação meteorológica do Aeroporto de Faro⁴ e considerando-se uma temperatura de base $T_b = 20^\circ\text{C}$. A determinação do coeficiente de correlação foi realizada de acordo com a equação E23, apresentada no capítulo 3. Na tabela 10 encontram-se os valores considerados no cálculo.

Tabela 9 - Determinação do coeficiente de correlação entre os consumos totais mensais de energia ativa no Campus de Gambelas nos meses de aquecimento desde Março de 2011 até Dezembro de 2013 e os graus-dia de aquecimento mensais dos meses de aquecimento desde Março de 2011 até Dezembro de 2013.

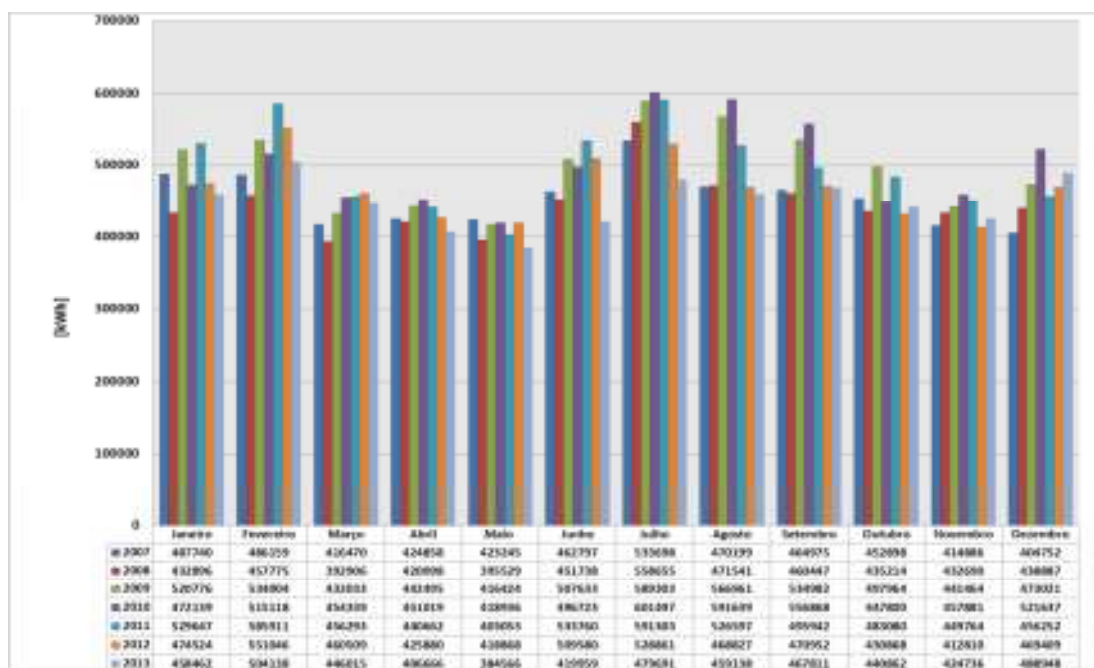
Meses com Necessidades de Aquecimento	Consumo Total [kWh]	Graus-Dia de Aquecimento para $T_b=20^\circ\text{C}$
Março de 2011	456293	181
Novembro de 2011	449764	133
Dezembro de 2011	456252	229
Janeiro de 2012	474524	244
Fevereiro de 2012	551046	267
Março de 2012	460509	162
Novembro de 2012	412810	138
Dezembro de 2012	469409	212
Janeiro de 2013	458462	227
Fevereiro de 2013	504138	229
Março de 2013	446015	181
Novembro de 2013	424736	157
Dezembro de 2013	488948	208
Coef. Correlação	0,78	

Segundo a definição do coeficiente de correlação de Pearson, o resultado determinado indica a existência de uma “correlação forte”. Este cálculo matemático indica que a variação da temperatura exterior registada no local da instalação apresenta influência sobre o consumo de energia do Campus de Gambelas de uma forma patente. A existência de correlação pode não dizer nada sobre a natureza da relação causal que porventura exista entre as variáveis. Ao interpretar um coeficiente de correlação deve ter-se presente que um valor X seja causa de Y ou Y seja causa de X. A análise apenas indica qual o relacionamento matemático que pode existir, se existir algum. A lógica de uma relação causal deve provir de teorias externas ao âmbito da estatística, no entanto análise matemática realizada aponta para exista uma relação causa-efeito.

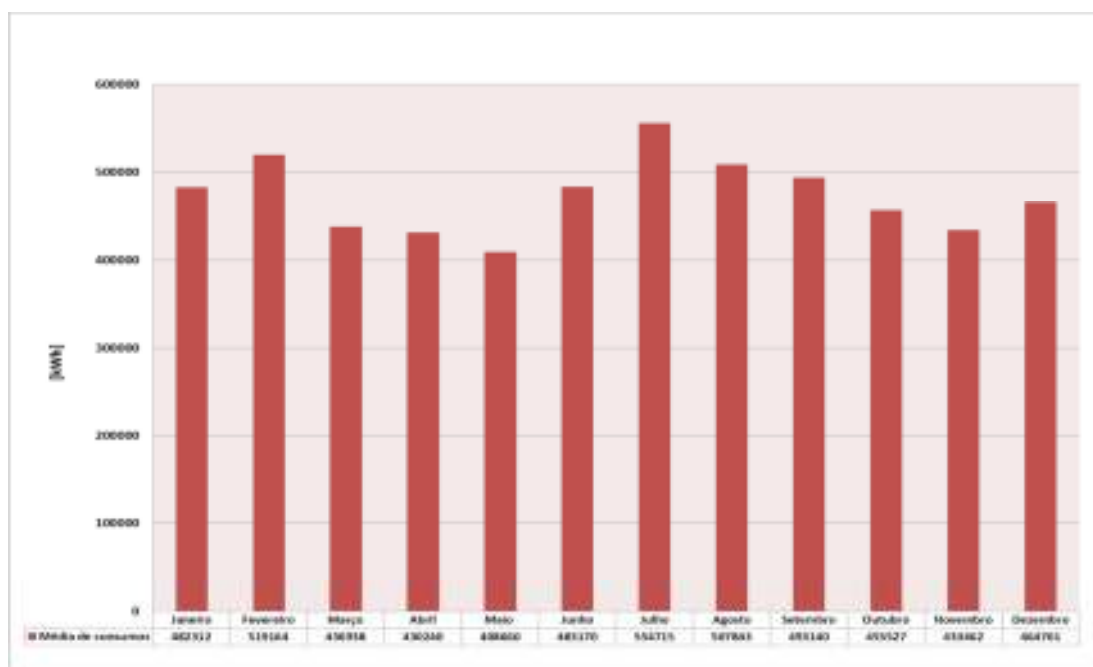
⁴ Estação meteorológica LPFR - Faro / Aeroporto, PT (7.97W,37.01N)

No Gráfico 46 encontra-se evidenciada a “Comparação dos consumos totais mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas desde 2007 até 2013”. Consegue-se visualizar uma certa paridade entre os consumos registados nos meses homólogos. Ou seja, é possível determinar um perfil anual de consumo para a instalação em causa.

Gráfico 46 - Comparação dos consumos totais mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas desde 2007 até 2013



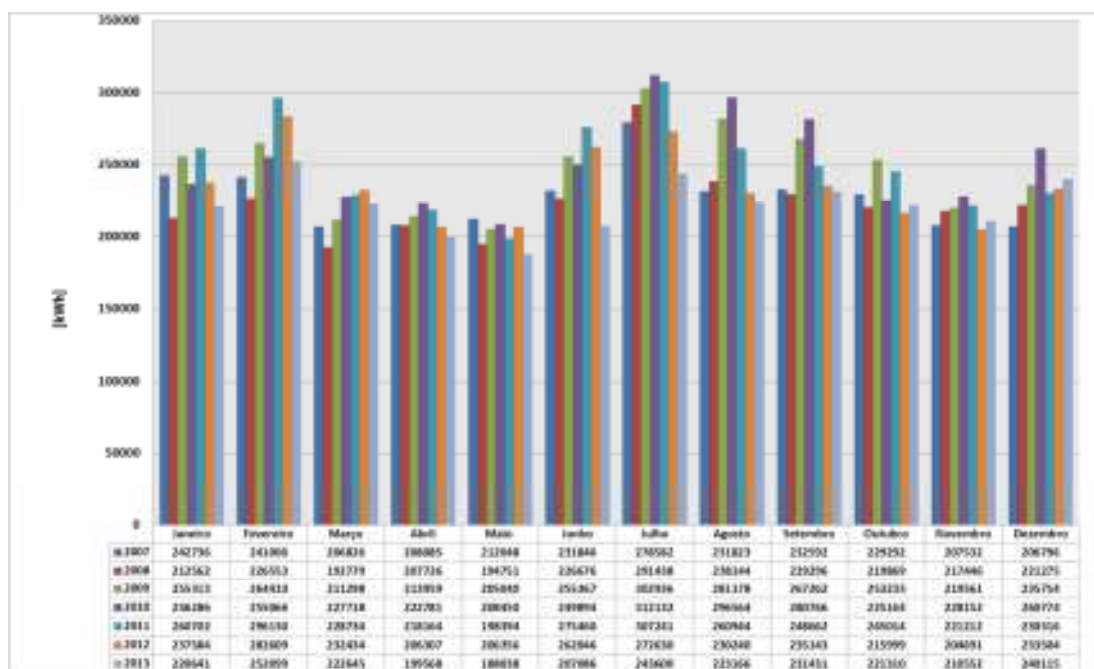
Ao se calcularem as médias aritméticas entre os consumos registados de cada mês através da equação E7, obtém-se o perfil padrão de consumo de energia elétrica do Campus de Gambelas, representado no Gráfico 47 como “Média dos consumos mensais de energia elétrica do Campus de Gambelas desde 2007 até 2013”. Fica evidenciado que os meses de Fevereiro e Julho são meses críticos em termos de gastos energéticos. Por outro lado, conforme já mencionado, o mês de Maio é aquele que detém um consumo de energia mais reduzido. O máximo de Julho é aproximadamente 36% superior ao mínimo de Maio.

Gráfico 47 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas desde 2007 até 2013

A variação apresentada pela “Média dos consumos mensais de energia elétrica” é de certa maneira acompanhada pela variação registada nos diferentes regimes de consumo. Foram igualmente determinadas as médias aritméticas para cada um dos períodos tarifários e aplicados mais uma vez, os cálculos do coeficiente de correlação de Pearson. Assim pode-se determinar qual a taxa de contribuição de cada período tarifário no consumo total.

No Gráfico 48 encontra-se a “Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de cheias desde 2007 até 2013”.

Gráfico 48 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de cheias desde 2007 até 2013



Na seguinte tabela (Tabela 11), encontram-se discriminados os valores das séries consideradas no cálculo do coeficiente de correlação efetuado de acordo com a equação E19.

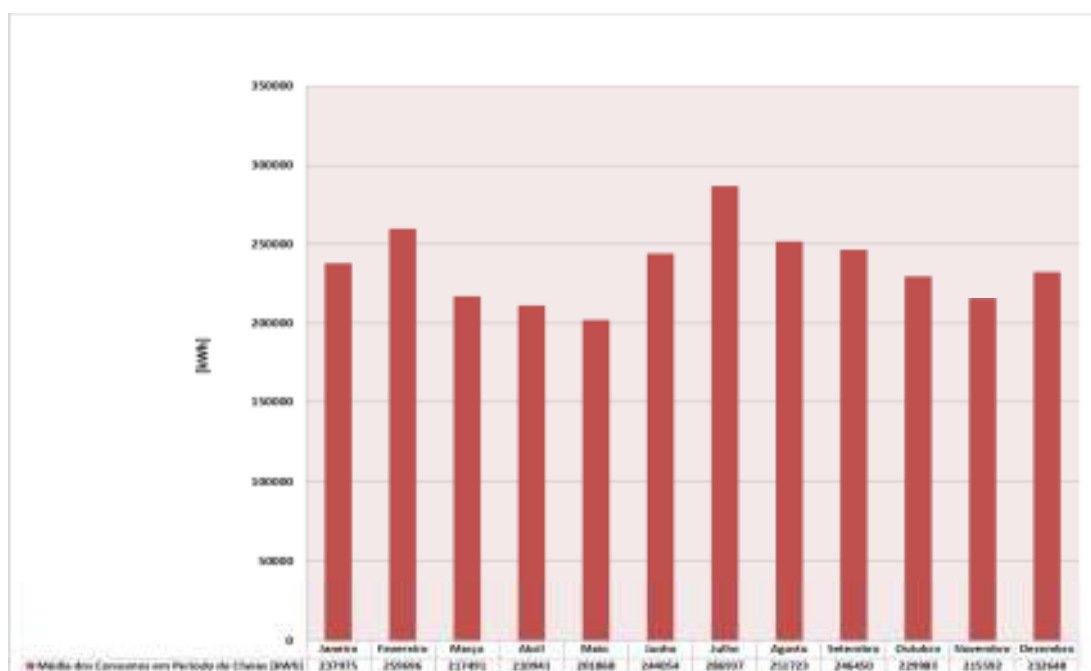
Tabela 10 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas desde 2007 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de cheias desde 2007 até 2013.

Meses	Média dos Consumos Totais Mensais [kWh]	Média dos Consumos em Período de Cheias [kWh]
Janeiro	482312	237975
Fevereiro	519164	259696
Março	436938	217491
Abril	430240	210941
Maio	408660	201868
Junho	483170	244054
Julho	554715	286937
Agosto	507843	251723
Setembro	493140	246450
Outubro	455527	229983
Novembro	433462	215592
Dezembro	464701	232648
Coef. de Correlação	0,99	

De acordo com a definição do coeficiente de correlação de Pearson, o resultado determinado indica a existência de uma “correlação forte”. Em suma, pode-se afirmar que a variação registada em período de “cheias” é praticamente igual à variação verificada no consumo total.

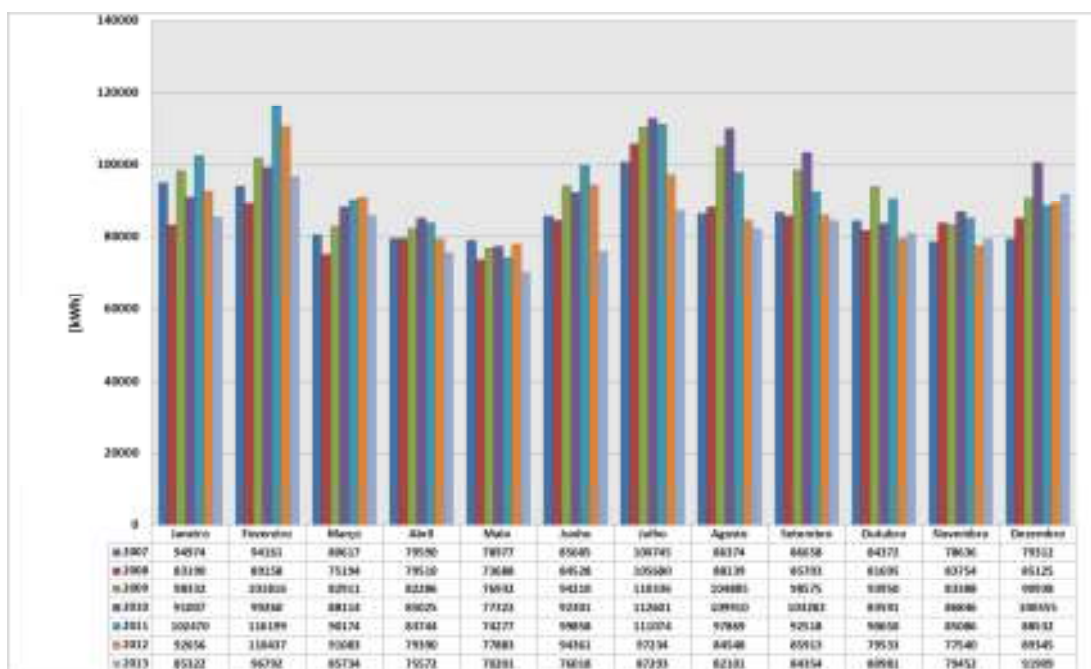
No seguinte gráfico (Gráfico 49) encontra-se discriminada a “Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de cheias desde 2007 até 2013”, que pode ser caracterizado como o perfil padrão para os consumos de energia referentes ao período tarifário de cheias no Campus de Gambelas.

Gráfico 49 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de cheias desde 2007 até 2013



O Gráfico 50 discrimina a “Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de pontas desde 2007 até 2013”.

Gráfico 50 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de pontas desde 2007 até 2013



Na seguinte tabela (Tabela 12), encontram-se discriminados os valores das séries consideradas no cálculo do coeficiente de correlação conforme descrito na equação E20.

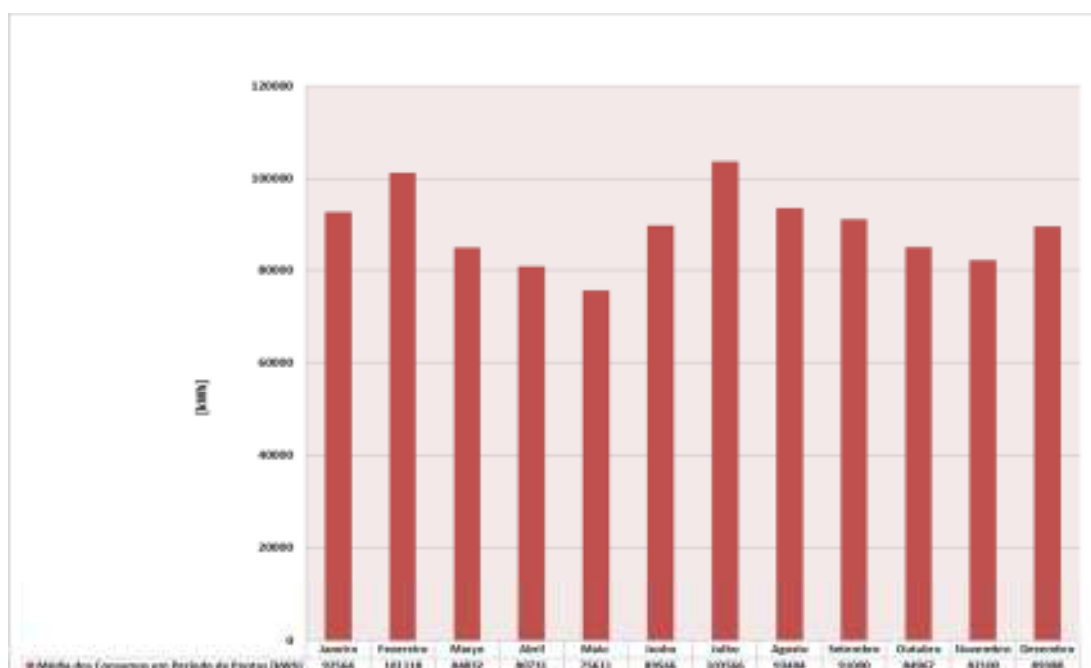
Tabela 11 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas desde 2007 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de pontas desde 2007 até 2013.

Meses	Média dos Consumos Totais Mensais [kWh]	Média dos Consumos em Período de Pontas [kWh]
Janeiro	482312	92564
Fevereiro	519164	101118
Março	436938	84832
Abril	430240	80731
Maió	408660	75611
Junho	483170	89566
Julho	554715	103566
Agosto	507843	93404
Setembro	493140	91000
Outubro	455527	84967
Novembro	433462	82100
Dezembro	464701	89388
Coef. de Correlação	0,97	

De acordo com a definição do coeficiente de correlação de Pearson, o resultado determinado indica a existência de uma “correlação forte”. É possível afirmar-se que a variação registada em regime de “pontas” é muito semelhante à variação verificada no consumo total, no entanto o valor determinado indica que a variação apresentada em “pontas” tenha sido menor quando comparado com o valor obtido para o regime de “cheias”.

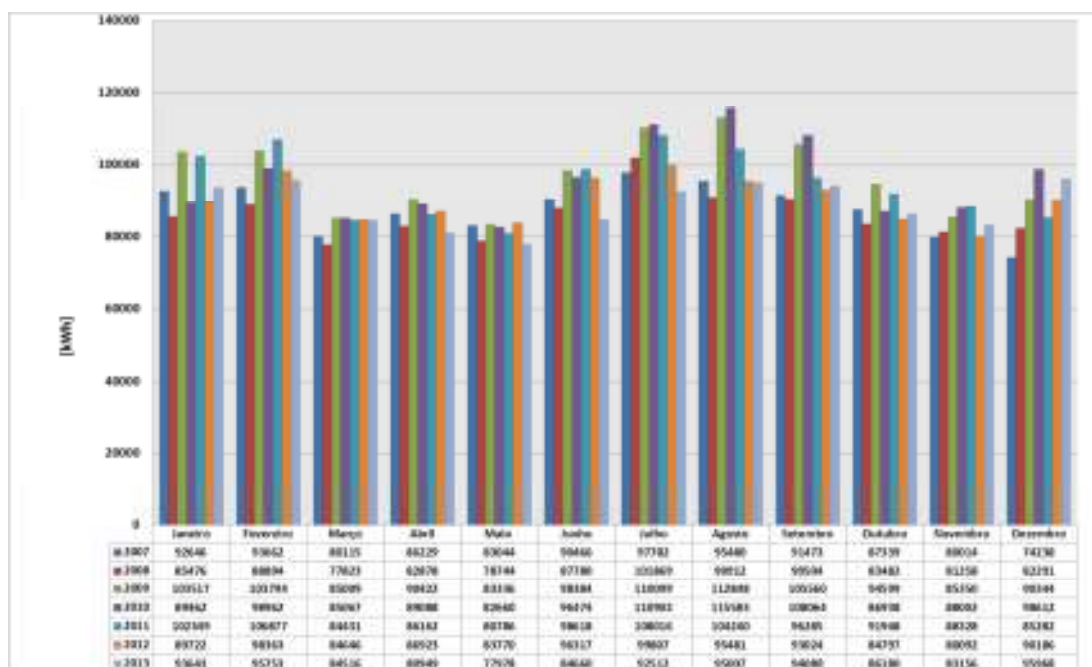
Seguidamente, encontra-se ilustrado aquele que poderá ser considerado o perfil padrão anual para o consumo de energia elétrica em regime de pontas no Campus de Gambelas, uma vez que se trata do Gráfico 59, denominado “Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de pontas desde 2007 até 2013”

Gráfico 51 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de pontas desde 2007 até 2013



No Gráfico 52 encontra-se caracterizada a “Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de vazio normal desde 2007 até 2013”.

Gráfico 52 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de vazio normal desde 2007 até 2013



Na Tabela 13 encontram-se compostos os valores das séries consideradas no cálculo do coeficiente de correlação efetuado de acordo com a equação E21.

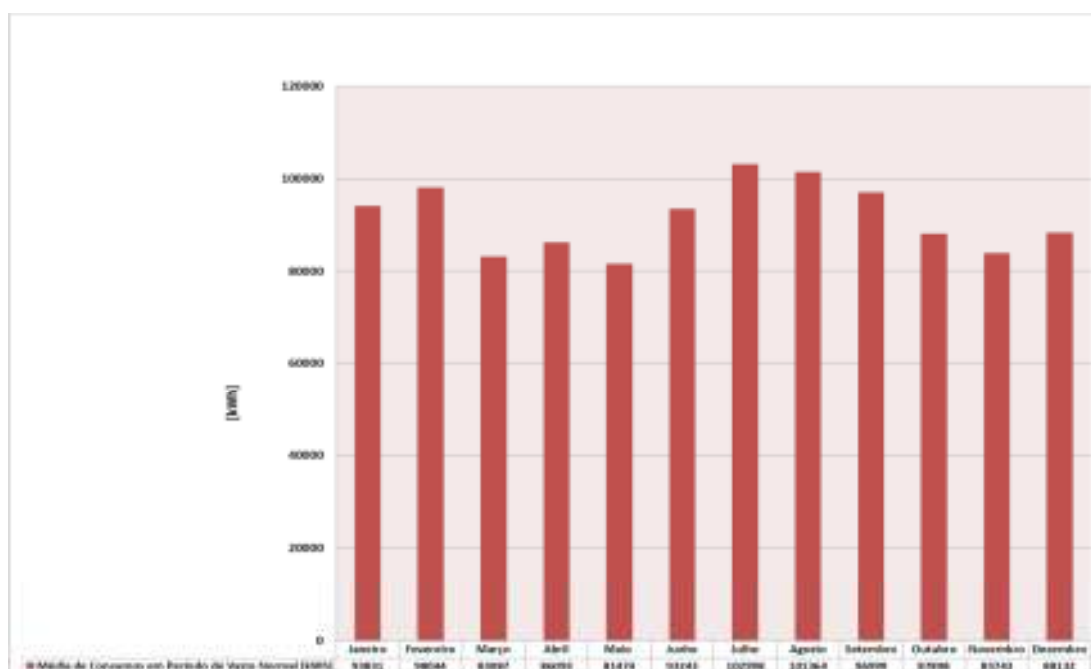
Tabela 12 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas desde 2007 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de vazio normal desde 2007 até 2013.

Meses	Média dos Consumos Totais Mensais [kWh]	Média de Consumos em Período de Vazio Normal [kWh]
Janeiro	482312	93831
Fevereiro	519164	98044
Março	436938	83087
Abril	430240	86093
Maió	408660	81474
Junho	483170	93243
Julho	554715	102998
Agosto	507843	101364
Setembro	493140	96999
Outubro	455527	87898
Novembro	433462	83743
Dezembro	464701	88132
Coef. de Correlação	0,96	

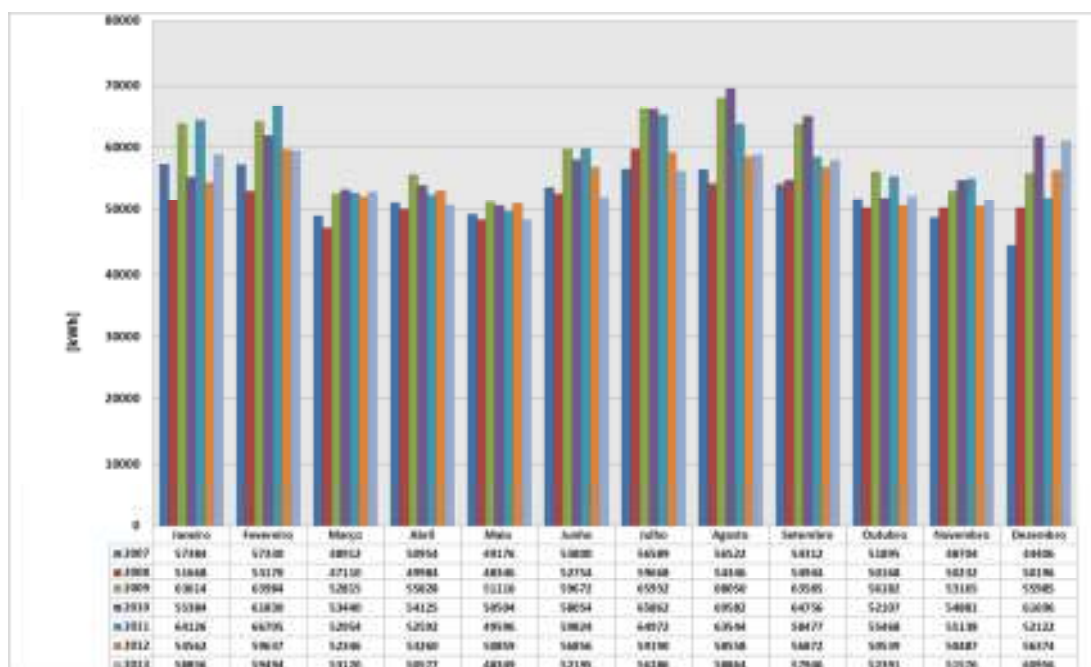
Pela definição do coeficiente de correlação de Pearson, o resultado determinado indica a existência de uma “correlação forte”. A variação registada em regime de “vazio normal” é semelhante à variação verificada no consumo total, embora não tão acentuada como as variações verificadas em regime de “pontas” ou de “cheias”.

O Gráfico 53 representa a “Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de vazio normal desde 2007 até 2013”. Esta característica poderá representar o perfil padrão anual para os consumos registados nas Gambelas em vazio normal.

Gráfico 53 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de vazio normal desde 2007 até 2013



No Gráfico 54 encontra-se caracterizada a “Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de vazio normal desde 2007 até 2013”.

Gráfico 54 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de super vazio desde 2007 até 2013

Na Tabela 14 estão discriminados os valores das séries consideradas no cálculo do coeficiente de correlação efetuado de acordo com a equação E22.

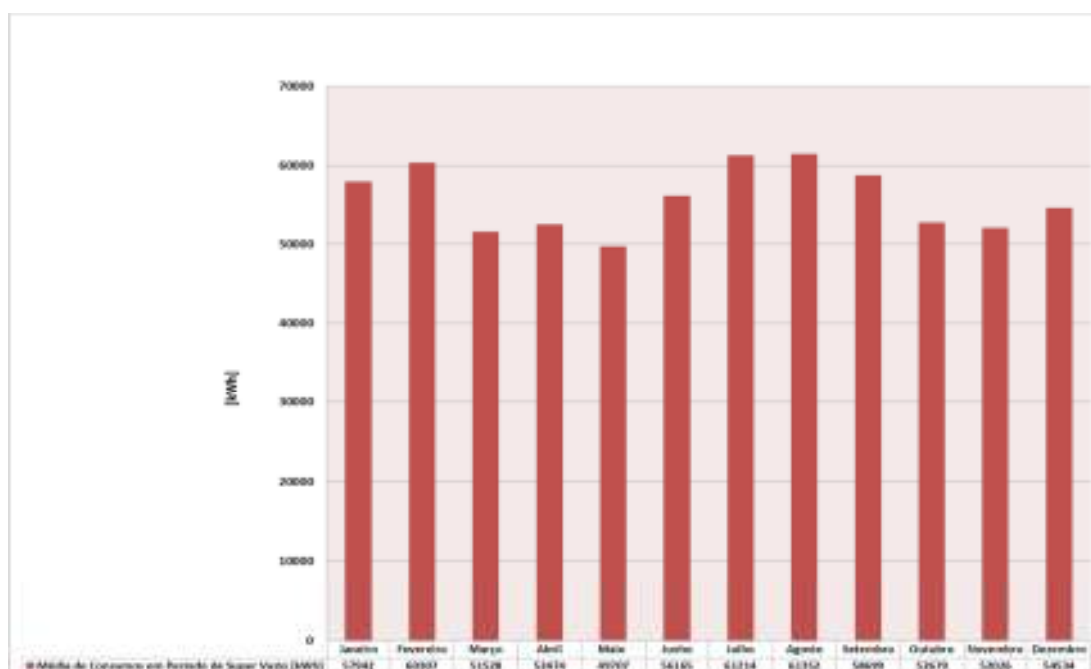
Tabela 13 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas desde 2007 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de super vazio desde 2007 até 2013.

Meses	Média dos Consumos Totais Mensais [kWh]	Média de Consumos em Período de Super Vazio [kWh]
Janeiro	482312	57942
Fevereiro	519164	60307
Março	436938	51528
Abril	430240	52474
Mai	408660	49707
Junho	483170	56165
Julho	554715	61214
Agosto	507843	61352
Setembro	493140	58699
Outubro	455527	52679
Novembro	433462	52026
Dezembro	464701	54534
Coef. de Correlação	0,95	

Segundo a definição do coeficiente de correlação de Pearson, o resultado determinado indica a existência de uma “correlação forte”. Sendo um valor inferior aos determinados anteriormente, ainda assim é uma variação que acompanha os valores determinados para o consumo total.

A “Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de super vazio desde 2007 até 2013” encontra-se seguidamente representada no Gráfico 55. Esta característica pode ser considerada como o perfil padrão de consumo neste período tarifário.

Gráfico 55 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Gambelas em período de super vazio desde 2007 até 2013



5.5 Apreciação Final do Capítulo

Na primeira parte foram considerados os valores monetários respeitantes ao consumo de energia elétrica no Campus de Gambelas concluindo-se que essa despesa tem vindo a aumentar substancialmente à semelhança do que se verificou na análise análoga efetuada ao Campus da Penha. O crescimento do valor da fatura da eletricidade é resultado do aumento do preço da energia, agravado com a subida do Imposto de Valor Acrescentado (IVA), verificada no final do ano de 2012, mas também é devido ao aumento do valor cobrado pela concessionária distribuidora de energia elétrica, pelo serviço

prestado. No entanto, constatou-se que o consumo de energia elétrica tem vindo a decrescer, embora esse fenómeno não se reflita em termos monetários uma vez que a tendência tem sido contrária, verificando-se que consome-se menos, paga-se mais!

Ao analisar o consumo anual, onde são verificados primeiramente os consumos totais anuais desde 2003 até 2013 constata-se que, nos primeiros dois anos, a quantidade de energia elétrica consumida foi menor quando comparada com a dos restantes anos. Em 2009, 2010 e 2011 atingiram-se valores considerados altos quando comparados com os restantes anos, tendo sido o máximo atingido em 2010. Na determinação do coeficiente correlação do consumo de energia por ano letivo com o número de alunos inscritos na instituição conclui-se uma “correlação forte”. Este valor permite-nos afirmar que a quantidade de alunos influencia o consumo de energia.

Na análise ao consumo mensal de energia elétrica, realizou-se o confronto entre este e os calendários escolares de cada ano letivo, verificando que na maioria das vezes os consumos mais elevados são registados em épocas de exames. A variação do consumo mensal de energia elétrica ativa foi também “comparado” com a variação da temperatura exterior, na forma de Graus-dia de aquecimento, concluindo-se que existe uma correlação forte entre estas duas variáveis. Este resultado é de uma grande importância porque fica explícito que o consumo de energia elétrica no Campus de Gambelas é incrementado com a solicitação de equipamentos de climatização nas épocas em que existe necessidade de aquecimento. Assim é possível constatar que existe uma grande influência por parte dos sistemas de climatização no consumo de energia elétrica no Campus de Gambelas.

Nesta análise verificou-se também que existe uma semelhança na variação dos consumos, quando se efetua uma comparação entre períodos análogos. Este facto permitiu determinar o perfil de consumo anual do Campus de Gambelas. A variação apresentada nesse perfil é principalmente afetada pela variação dos consumos registados em período tarifário de “cheias”.

6. ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO CAMPUS DE SAÚDE

6.1 Particularidades da Análise

Relativamente aos dados recolhidos das faturas da eletricidade do Campus de Saúde, existem várias particularidades a evidenciar. Enquanto os dados das outras duas análises realizadas tiveram uma base temporal de 10 anos, nesta análise a base temporal é de apenas de 7 anos. Ou seja, a análise incide sobre os anos 2006, 2007, 2009, 2010, 2011, 2012 e 2013 estando o ano de 2008 sem qualquer expressão, por razões alheias à recolha de dados. Desta forma, quando os resultados são apresentados com base em anos civis, há que se ter em atenção que o ano 2008 não está a ser considerado. Já quando a análise incide sobre anos letivos, apenas são considerados 5 anos, 2006/2007, 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 e 2012/2013, ficando de fora os anos de 2007/2008 e 2008/2009.

À semelhança dos capítulos 4 e 5 a base de dados relativa à quantidade de alunos apenas abrange os anos 2007/2008, 2008/2009, 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 e 2012/2013. Este facto faz com que a análise sobre a influência da variação da quantidade de alunos sobre o consumo energético seja de carácter muito pobre, isto porque apenas se conseguem “cruzar” 4 pontos de cada uma das variáveis.

6.2 Valor da Energia Elétrica

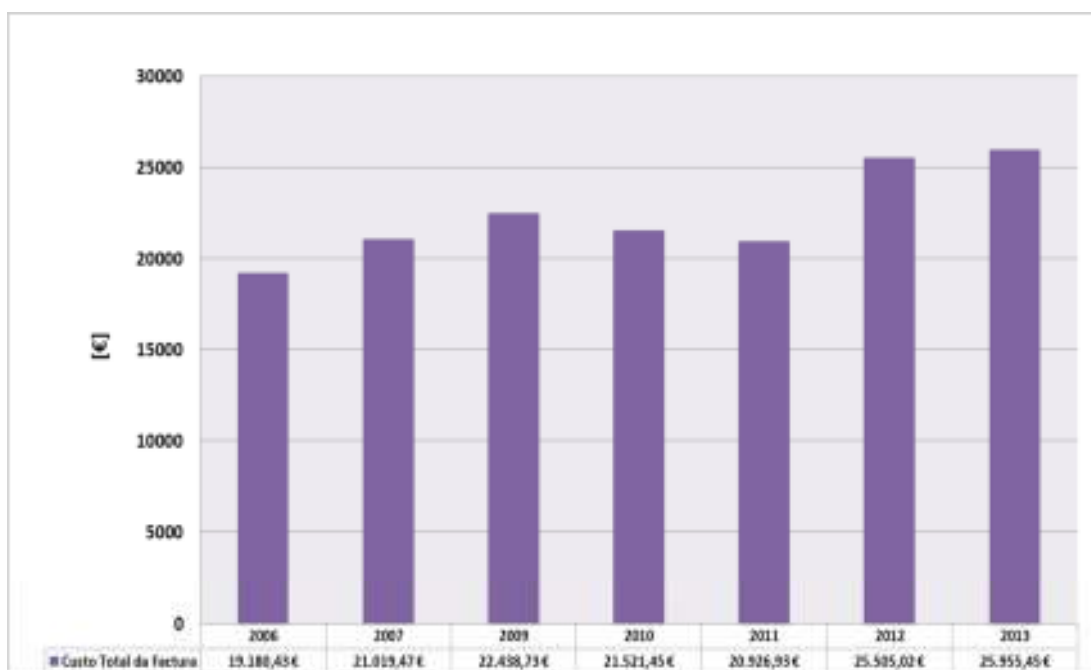
O valor da energia elétrica do Campus de Saúde da Universidade do Algarve é uma análise que incide sobre os valores totais anuais pagos pela Universidade nos últimos 7 anos. São verificados os valores pagos e implícitos nas faturas, resultantes do consumo efetivo de energia elétrica ativa, assim como de uma forma global, são também analisados os valores monetários que representam outras variáveis que não o consumo de energia elétrica. Por fim, é verificada a evolução dos preços atribuídos ao consumo de energia

elétrica ativa, repartidos pelos períodos tarifários, “cheias”, “pontas”, “vazio normal” e “super vazio”.

Convém sublinhar que todos os valores monetários analisados incluem as taxas fiscais dos períodos correspondentes.

No Gráfico 56 encontra-se registada a evolução do “Valor total anual da fatura da eletricidade do Campus de Saúde desde 2006 até 2013”, com exceção do ano 2008. Verifica-se que o custo que a Universidade do Algarve teve em 2013 obteve um acréscimo aproximado de 35% comparativamente ao valor pago em 2006. É visível que a partir do ano de 2009 houve uma tendência de descida nos gastos com a energia elétrica, contrariada a partir de 2012, com um acréscimo de quase 22%, quando comparado com ano anterior.

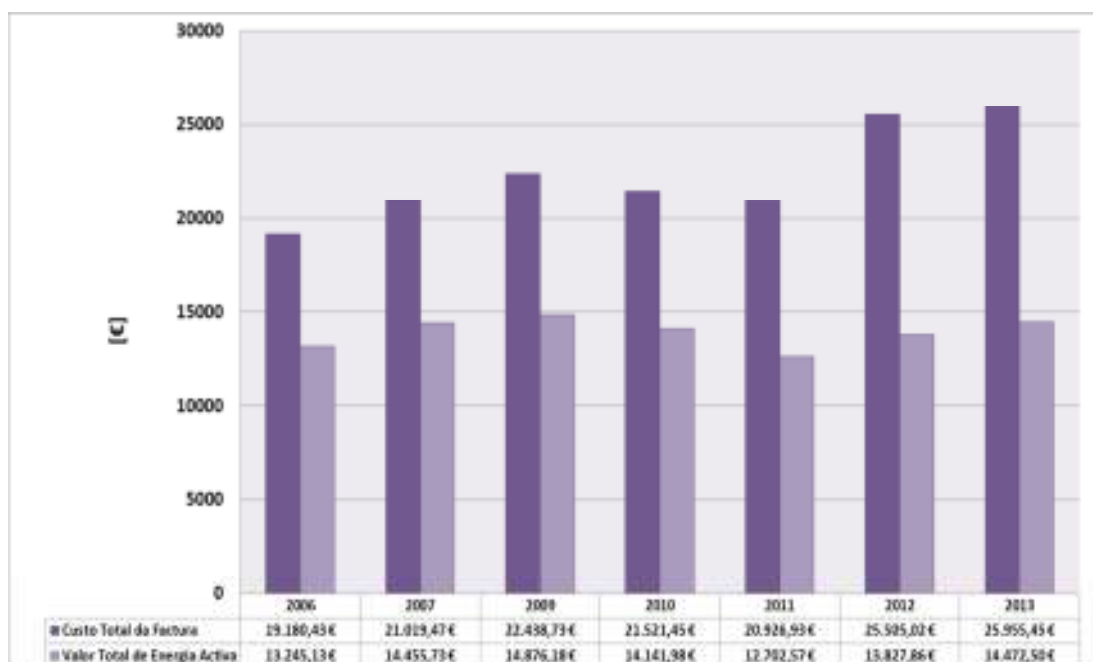
Gráfico 56 - Valor total anual da fatura da eletricidade do Campus de Saúde desde 2006 até 2013



Quando olhamos para o custo apenas associado ao consumo de energia elétrica ativa, discriminado no Gráfico 57, verifica-se que o valor correspondente ao ano de 2013 obteve um acréscimo de apenas de 9,2% comparativamente com o valor de 2006. No entanto o valor máximo obtido verificou-se em 2009 com uma diferença de 2.173,61€ do ano em que o valor foi menor (2011).

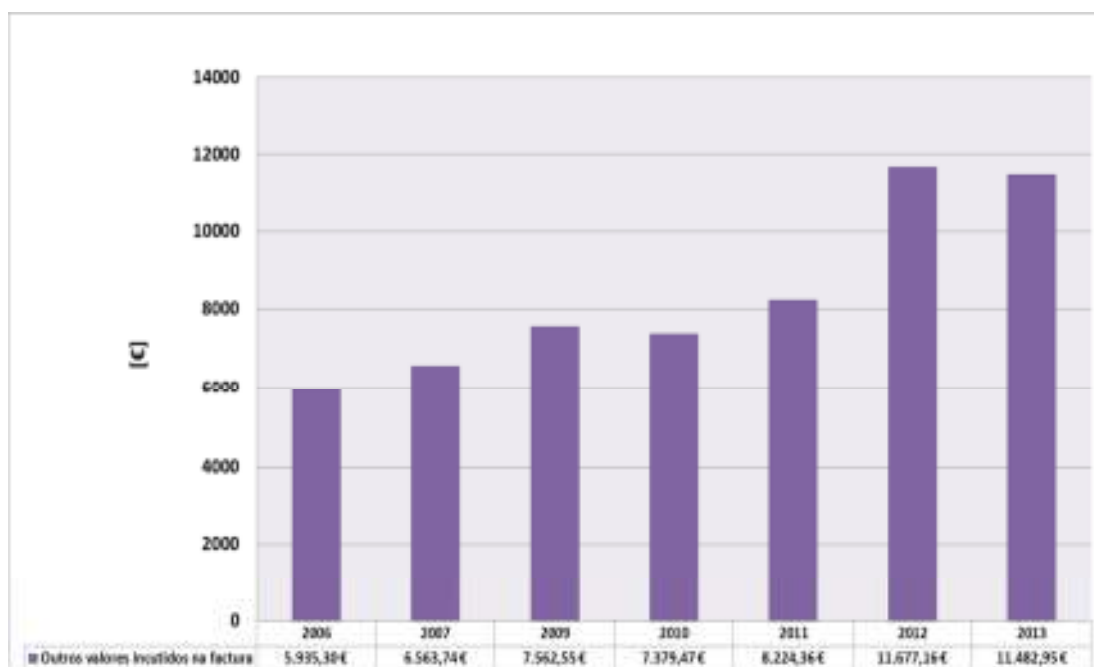
Gráfico 57 - Custo anual do consumo de energia elétrica ativa no Campus de Saúde desde 2003 até 2013

As diferenças entre os valores homólogos, considerados nos dois gráficos anteriores, apresentam-se com maior evidência nos últimos dois anos da análise. Os valores totais das faturas desses dois anos correspondem a aproximadamente 80% dos valores correspondentes ao consumo efetivo de energia elétrica. Por outro lado, no ano em que essa diferença é menor (2006), o valor total da fatura é cerca de 45% superior ao valor monetário correspondente ao consumo de energia elétrica ativa.

Gráfico 58 - Comparação entre o custo anual com o consumo de energia ativa e o valor total anual da fatura do Campus de Saúde desde 2006 até 2013

A evolução dos custos inerentes à fatura da eletricidade, não relacionados com o consumo efetivo de energia elétrica ativa encontra-se representada no gráfico seguinte. A obtenção desta característica é determinada a partir da “Diferença entre o valor global anual da fatura e o custo anual da energia ativa consumida no Campus de Saúde desde 2006 até 2013”, não incluindo o ano de 2008. Neste caso verifica-se que o valor em 2013 obteve um acréscimo aproximado de 93% quando comparado com o valor de 2006. Na realidade, corresponde a uma diferença de 5.547,65€ entre o valor admitido em 2006 e o valor de 2013, no que respeita a despesas incutidas na fatura da eletricidade, embora não relacionadas com o consumo efetivo de energia elétrica ativa.

Outro ponto a focar é que essa parcela da fatura da eletricidade do Campus de Saúde sofreu um acréscimo de aproximadamente 42% no ano 2012, comparativamente com o ano anterior. Isto revela um aumento de 3.452,80€ na fatura da eletricidade não relacionados com o consumo efetivo de energia elétrica ativa. Estes valores podem ser comprovados a partir da análise do gráfico seguinte (Gráfico 59).

Gráfico 59 - Diferença entre o valor global anual da fatura e o custo anual da energia ativa consumida no Campus de Saúde desde 2006 até 2013

No Gráfico 60 é apresentada a “Evolução do custo da energia elétrica ativa desde 2006 até 2013 no Campus de Saúde”. Encontram-se evidenciados os preços por kWh, praticados pelas concessionárias distribuidoras de energia elétrica, para períodos tarifários de “cheias”, “pontas”, “vazio normal” e “super vazio”. No período de cheias, em Janeiro de 2006 o valor praticado era de 0,0637€/kWh. Em Agosto de 2013, esse preço apresenta um acréscimo de aproximadamente 58%, passando a ser 0,1008€.

No que diz respeito aos preços praticados sobre os outros três períodos tarifários considerados, a evolução é praticamente semelhante à descrita anteriormente. Esse facto é comprovado através da projeção das linhas de tendência exponencial correspondentes, dando origem às equações exponenciais respetivas.

- Custo unitário de pontas;

;

- Custo unitário de cheias;

;

- Custo unitário de vazio normal;

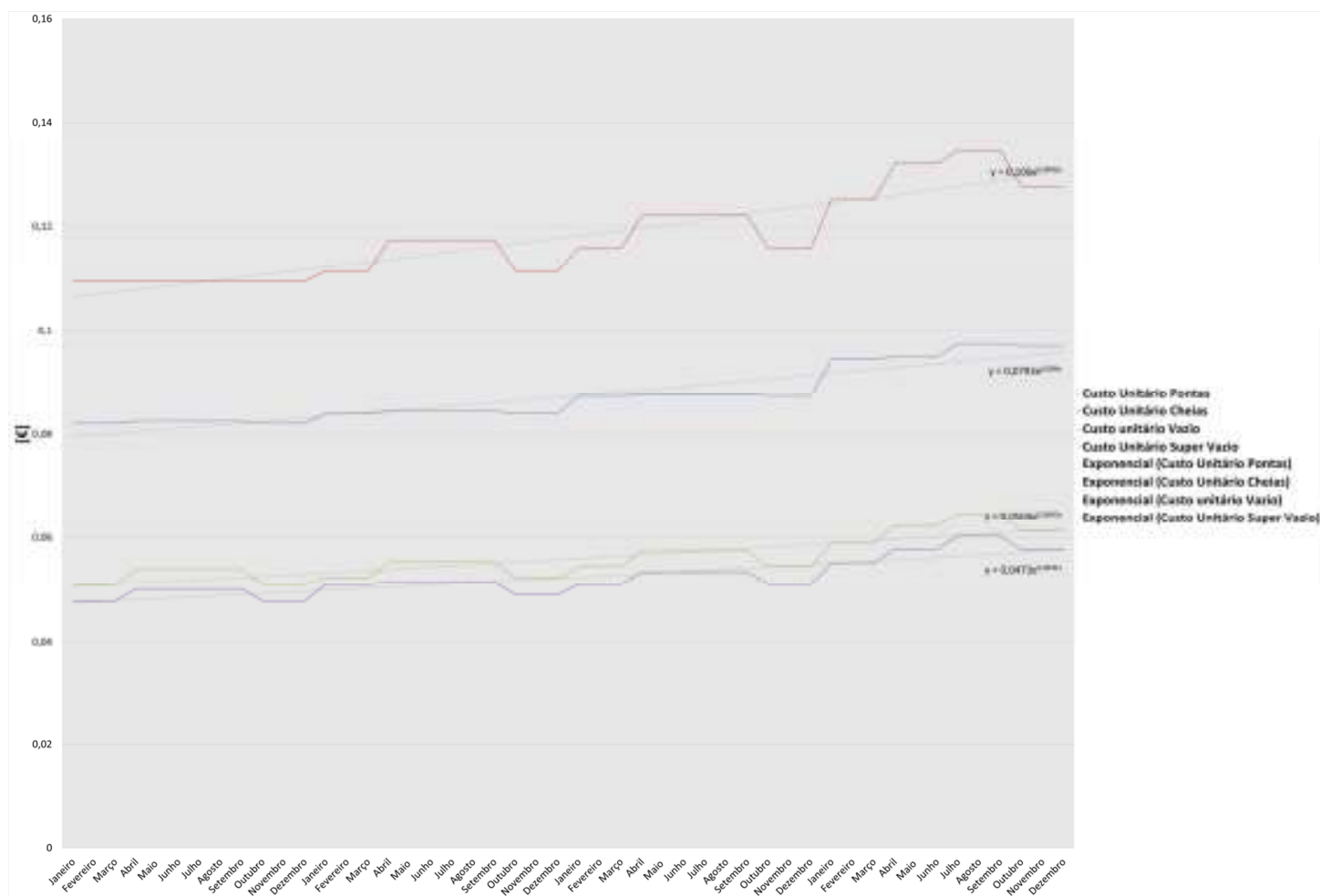
;

- Custo unitário de super vazio;

;

x – Corresponde ao mês que se pretende analisar, sendo que a origem é Janeiro de 2003. Ou seja Janeiro de 2006 = 1, Fevereiro de 2006 = 2, Julho de 2009 = 31, tendo em atenção que o ano de 2008 não existe.

Gráfico 60 - Evolução do custo da energia elétrica ativa desde 2006 até 2013 no Campus de Saúde



Constata-se então que o nos últimos 8 anos, a Universidade do Algarve tem vindo a pagar cada vez mais pelo consumo de energia elétrica no Campus de Saúde. Este fenómeno deve-se ao aumento do preço da energia elétrica ativa, à inflação, ao aumento do IVA, verificado no final de 2011, e também ao aumento do valor do serviço prestado pela concessionária.

6.3 Consumos Anuais de Energia Elétrica

A análise que se segue é realizada com o intuito de se observar o consumo total de energia elétrica ativa desde o ano 2006 até ao ano 2013, mais uma vez, sem se incluir o ano de 2008. Os consumos registados em cada período tarifário são também considerados de forma a se entender qual a escala de importância de cada um deles no total registado. Numa outra fase são analisados, por ano letivo, os consumos totais de energia elétrica. Estes valores são assim comparados com os dados relativos à quantidade de alunos. Esta comparação é efetuada através do cálculo do “coeficiente de correlação” embora com uma série de valores bastante reduzida, o que implica incertezas consideráveis, conforme explicado em 6.1). Por fim, são determinados os equivalentes de consumo de energia por aluno e por metro quadrado e analisadas as respetivas evoluções.

Em tudo semelhante com as análises realizadas nos capítulos anteriores, considerou-se que cada ano letivo inicia-se a 1 de Setembro e termina a 31 de Agosto do ano civil seguinte.

No Gráfico 61 encontra-se evidenciado o “Consumo anual de energia elétrica ativa no Campus de Saúde”. As barras com a cor azul-escura caracterizam os totais anuais determinados desde o ano 2006 até ao ano 2013, excluindo 2008. Verifica-se que os anos 2011 e 2013 são os anos que apresentam menores consumos e que os anos 2007 e 2009 são aqueles que apresentam maiores consumos de energia elétrica ativa, estando o ano de 2007 no topo. É notório um decréscimo significativo do consumo de energia elétrica a partir do ano de 2009. Ainda no Gráfico 61, encontram-se discriminados os consumos anuais de energia elétrica ativa nos períodos tarifários de “pontas”, “cheias”, “vazio normal” e “super vazio”. As barras com a cor azul-clara, representam o consumo em período “super vazio” e neste caso constata-se que não existe registo no ano 2006 e que em 2007 os valores apresentados são grotescos, logo nos anos em que o consumo em “vazio normal”,

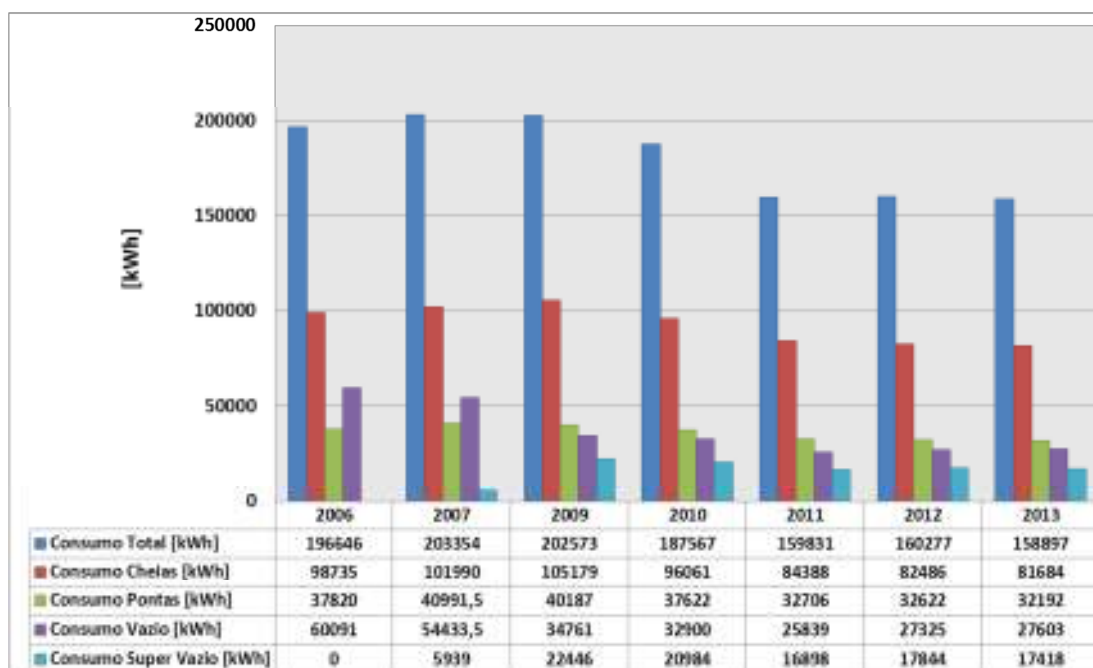
caracterizado pelas barras de cor roxa, é muito superior, comparativamente com anos os seguintes. A explicação deve-se ao facto de o período tarifário “super vazio”, apenas ter sido considerado a partir de Outubro de 2007. O consumo energético em “super vazio” atinge o seu valor máximo em 2009, não indo de acordo com variação do consumo total registado, pois o máximo de consumo total de energia elétrica verificou-se em 2007.

A partir de 2007, em parte devido ao aparecimento do período tarifário “super vazio”, o consumo registado em “vazio normal” passou a ser menor que o consumo registado no período tarifário “pontas” que se encontra representado no gráfico pelas barras de cor verde.

O registo verificado em regime de “pontas” apresenta o seu máximo em 2007 e o seu mínimo em 2013.

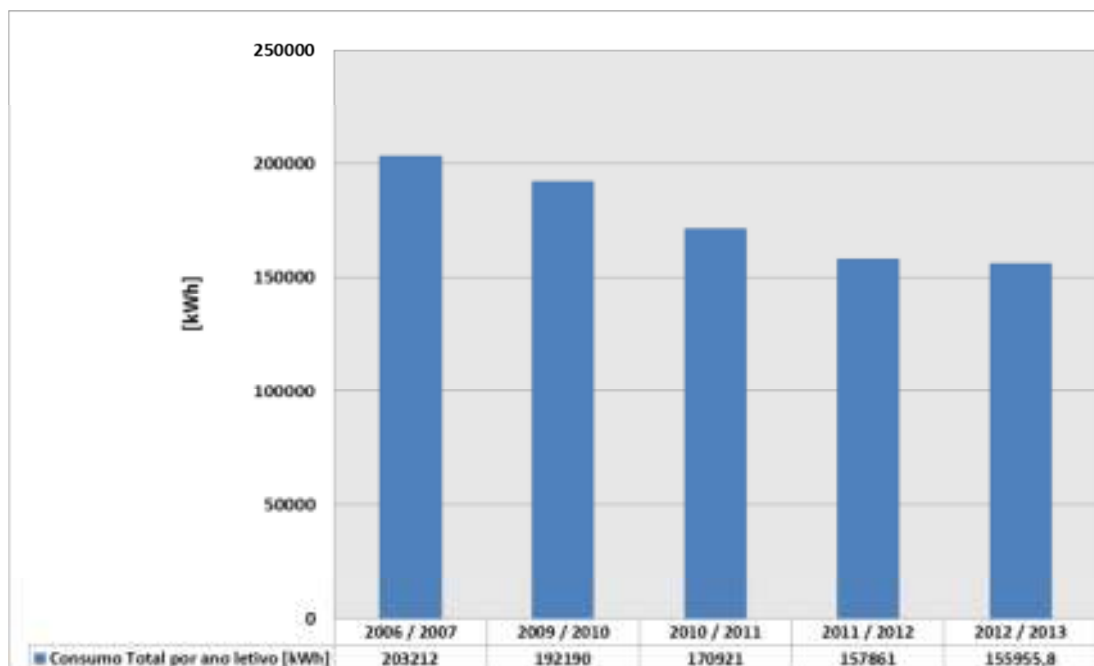
Os consumos aferidos em regime de “cheias” são aqueles que apresentam maior peso nos consumos totais de energia. Representados no gráfico pelas barras de cor vermelha, apresentam uma variação muito semelhante com a verificada na análise dos consumos totais.

Ao se efetuar uma comparação com o verificado no Gráfico 56, onde se verificam os valores pagos anualmente sobre as faturas, conclui-se que apesar de haver uma redução significativa no consumo de energia a partir de 2009, essa diminuição apresenta pouco impacto no valor final a pagar. Ou seja, desde o máximo atingido em 2009 até ao mínimo, atingido em 2011, em termos de consumo total houve uma redução de cerca de 26%. Se analisarmos o valor total da fatura destes mesmos anos, verificamos que houve apenas uma redução 7%. No entanto, após o aumento do IVA verificado em 2012, o valor total da fatura nesse mesmo ano e no ano seguinte, foi superior ao valor atingido em 2009. Mesmo com reduções significativas no consumo total de energia elétrica.

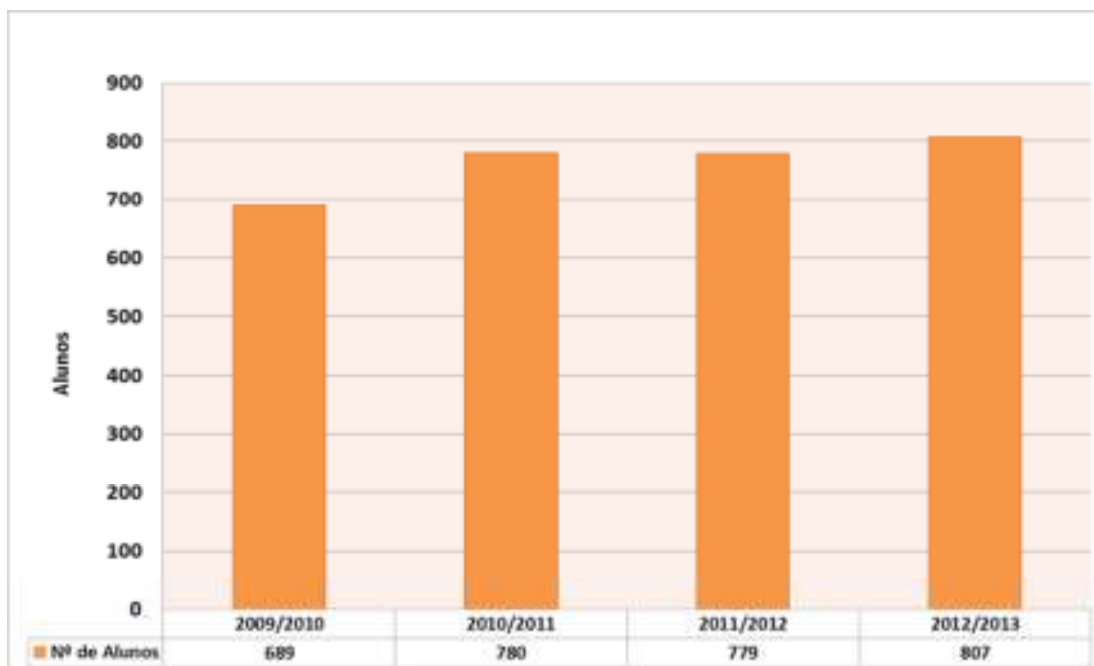
Gráfico 61 - Consumo anual de energia elétrica ativa no Campus de Saúde

No Gráfico 62 encontra-se caracterizado o “Consumo de energia elétrica ativa do Campus de Saúde por ano letivo”, cuja base corresponde à descrita no ponto 6.1). Conforme sucedido nas análises realizadas anteriormente, verifica-se uma paridade existente entre o gráfico do consumo por ano civil e o gráfico do consumo por ano letivo.

O consumo energético do Campus de Saúde tem vindo a diminuir a cada ano escolar que passa, de tal forma que no último ano em análise o valor registado apresenta um decréscimo de cerca de 30% quando comparado com o ano de maior consumo.

Gráfico 62 - Consumo de energia elétrica ativa do Campus de Saúde por ano letivo

Uma vez expostos os consumos de energia elétrica anuais do Campus de Saúde dá-se então seguimento ao raciocínio implementado também nos capítulos anteriores e perceber quais os parâmetros que afetam a variação do consumo de energia registada no Campus, ano após ano. Assim, no Gráfico 63 pode visualizar-se a “Quantidade de alunos inscritos por ano letivo no Campus de Saúde”. Nele, constata-se que o ano letivo de 2012/2013 foi o que obteve maior número de inscrições, no entanto a variação registada revela grande expressão, uma vez que o máximo registado de inscrições é de 807 alunos e o mínimo 689 alunos, uma diferença de apenas 118 alunos.

Gráfico 63 - Quantidade de alunos inscritos por ano letivo no Campus de Saúde

Na tabela seguinte (Tabela 15) encontram-se discriminados os valores das séries consideradas no cálculo do coeficiente de correlação efetuado de acordo com a equação E24. Importa lembrar que a análise sobre a influência da variação da quantidade de alunos sobre o consumo energético do Campus de Saúde seja de carácter muito pobre, isto porque apenas se conseguem “cruzar” 4 pontos de cada uma das variáveis, conforme explicado no ponto 6.1).

Tabela 14 - Determinação do coeficiente de correlação entre os consumos totais de energia ativa por ano letivo e a quantidade de alunos inscritos no Campus de Saúde por ano letivo.

Ano Letivo	Energia	Alunos
2009/2010	192190	689
2010/2011	170921	780
2011/2012	157861	779
2012/2013	155956	807
Coef. Correlação		-0,95

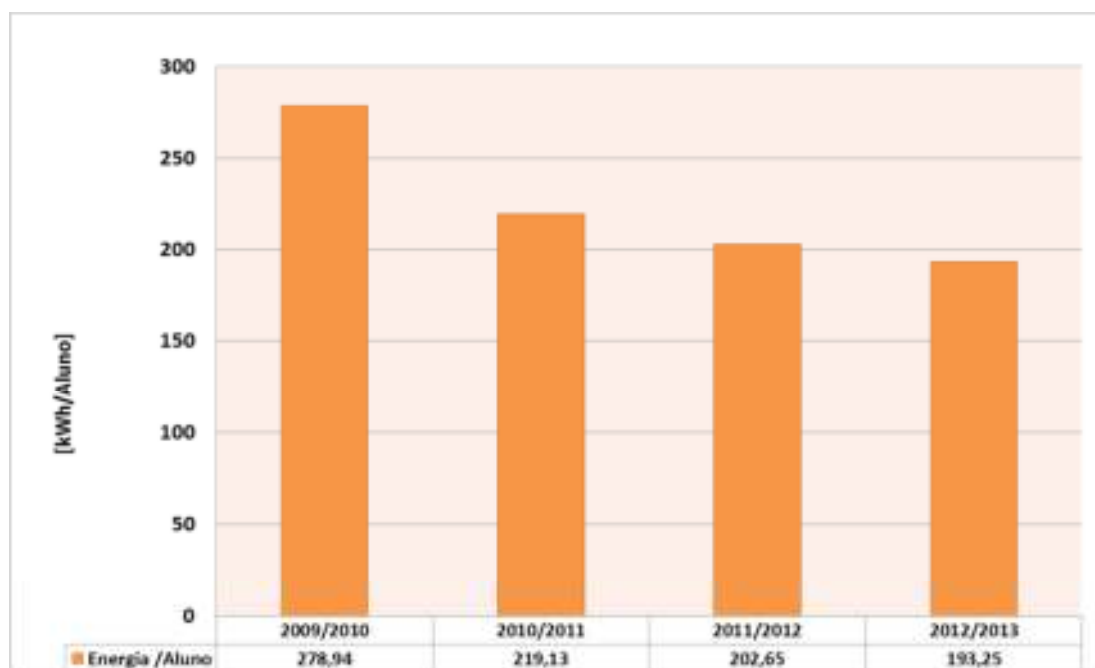
Segundo a definição do coeficiente de correlação de Pearson, o resultado obtido indica a existência de uma “correlação forte”, embora de sentidos opostos. Ou seja, a influência da quantidade de alunos inscritos sobre o consumo de energia é bastante

evidente, porém de uma forma contrária, uma vez que a existência de mais alunos na instituição implica menores consumos ou vice-versa.

O resultado obtido torna-se um tanto ou quanto contraintuitivo, talvez pelo facto da série considerada ser bastante reduzida

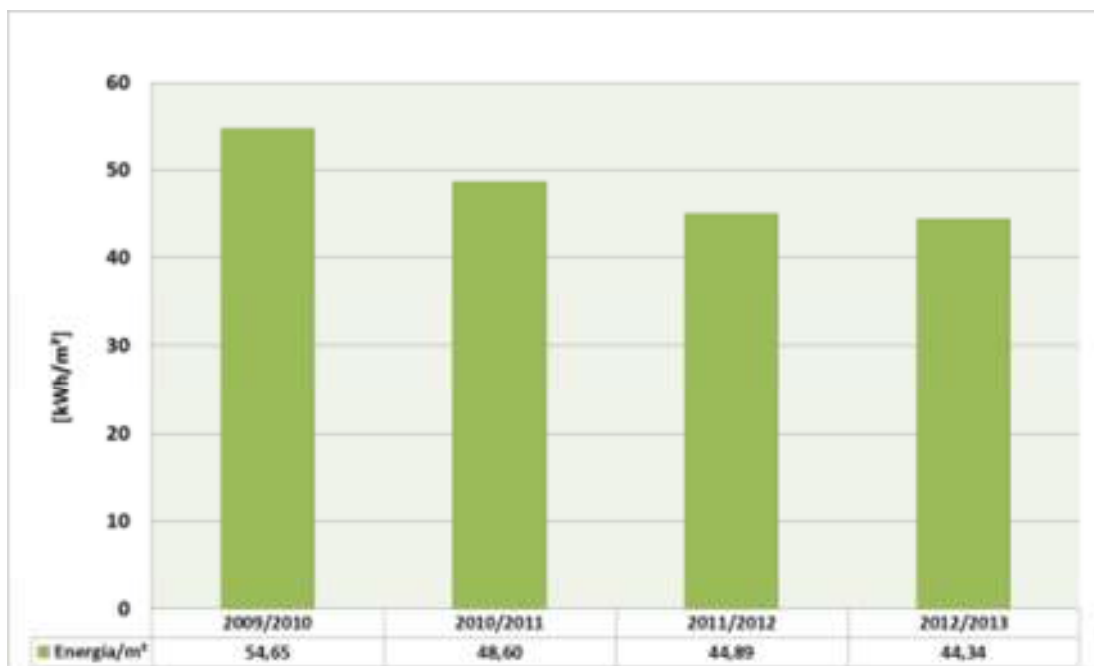
No Gráfico 64 encontra-se evidenciada a "Quantidade anual de energia ativa consumida no Campus de Saúde por aluno". O ano 2009/2010 evidencia-se pela negativa, uma vez que a energia que cada aluno representa é consideravelmente superior nesse ano quando comparado com os restantes anos em análise. Por outro lado a partir desse ano letivo tem-se vindo a verificar uma diminuição dos valores energéticos por aluno, isso significa uma aproximação ao ponto ideal.

Gráfico 64 - Quantidade anual de energia ativa consumida no Campus de Saúde por aluno



À semelhança do sucedido no Campus de Gambelas, nos anos em análise não se verificaram alterações significativas em termos de construção no Campus de Saúde.

No próximo gráfico, verifica-se o consumo de energia por metro quadrado (Gráfico 65). Uma vez que a área útil construída manteve inalterada nos anos em análise a variação apresentada é igual à do Gráfico 62. O aproveitamento da eletricidade por metro quadrado encontra-se em franca melhoria uma vez que o consumo diminuiu e a área de construção manteve-se.

Gráfico 65 - Quantidade anual de energia ativa consumida no Campus de Saúde por m²

6.4 Consumos Mensais de Energia Elétrica

Pretende-se agora discriminar os perfis de consumo de energia no Campus de Saúde, desde o ano civil de 2006 até ao ano civil de 2013, sem contar com o ano de 2008, pelas razões atrás explicadas.

A análise seguinte considera os consumos totais mensais de energia elétrica registados no Campus de Saúde por forma a se determinar a linha de base do consumo da infraestrutura. Por outro lado são também determinados os perfis de consumo em período de cheias, pontas, vazio normal e super vazio, através do cálculo da média aritmética dos consumos registados nos anos referidos. A variação do perfil determinado para o consumo “total” será comparada com as variações dos perfis de consumo determinados para cada um dos períodos tarifários, através do cálculo do coeficiente de correlação.

O cálculo do coeficiente de correlação de Pearson é de igual forma utilizado para testar uma eventual dependência do consumo energético com as variações do clima, mais propriamente através da variável independente Grau-dia de aquecimento. Esta análise encontra-se realizada apenas para os valores registados nos meses com necessidades de aquecimento, numa amostra compreendida entre Março de 2011 e Dezembro de 2013.

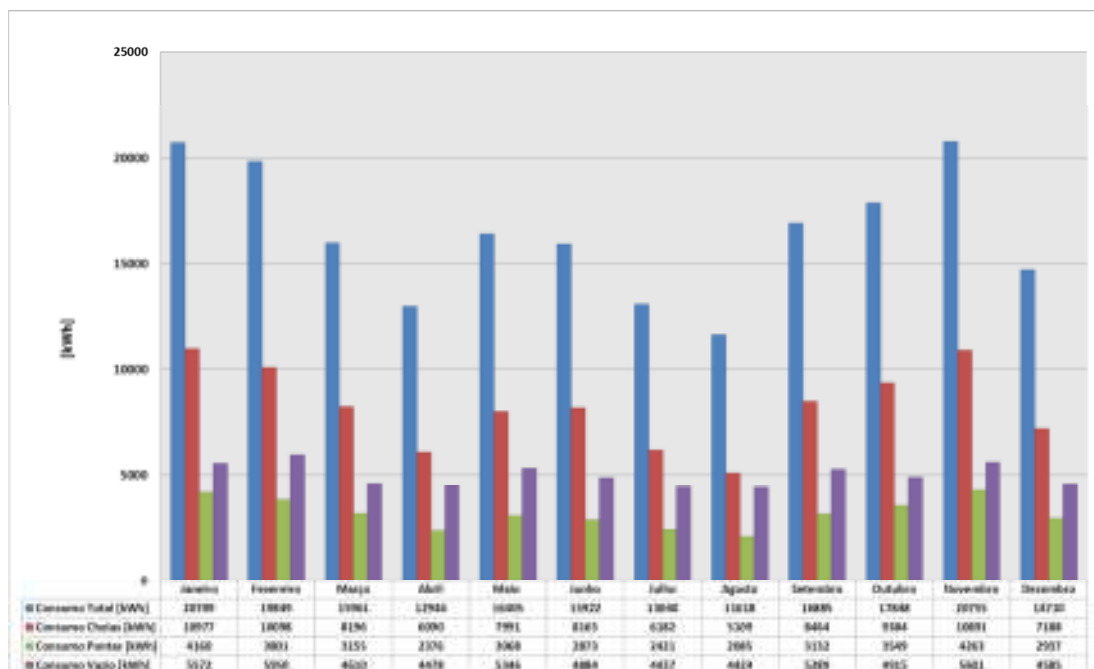
Seguindo a mesma linha de raciocínio estabelecida nos capítulos anteriores, a análise seguinte destina-se à discriminação dos consumos verificados mês após mês, desde o ano 2006 até ao ano 2013. Os gráficos seguintes são caracterizados da seguinte forma (do Gráfico 66 ao Gráfico 72):

- Barras de cor azul escura – consumos totais mensais de energia elétrica ativa;
- Barras de cor vermelha – consumos mensais de energia elétrica ativa em período de cheias;
- Barras de cor verde – consumos mensais de energia elétrica ativa em período de pontas;
- Barras de cor roxa – consumos mensais de energia elétrica ativa em período de vazio normal;
- Barras de cor azul clara – consumos mensais de energia elétrica ativa em período de super vazio;

Os padrões de consumo seguidamente apresentados expõem com bastante clareza que os meses de Inverno foram, na sua maioria, aqueles que registaram maiores consumos de energia. Sendo o Campus de Saúde composto por apenas um edifício, poderá se especular que as necessidades de aquecimento da instalação são em termos energéticos superiores que as necessidades de arrefecimento. Isto porque nos meses quentes o consumo é substancialmente inferior aos meses frios. A comparação dos consumos registados com o calendário escolar e com os dados climáticos são os passos que se seguem, e terão o intuito de responder a essas e a outras questões.

No que diz respeito aos períodos tarifários, verifica-se que o período “super vazio” apenas foi considerado a partir de Outubro de 2007 e que a partir daí, apresentou sempre valores muito coerentes, contrariamente ao verificado nos outros períodos em análise. Os consumos registados em período de “cheias” apresentam uma grande semelhança com os consumos totais, em termos de variação, no entanto ao se verificar o sucedido nas análises dos capítulos anteriores, os períodos de “vazio normal” e “pontas” apresentam maiores variações.

Gráfico 66 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em 2006



Os dados relativos ao calendário académico não englobam o ano de 2006/2007, porém podem-se retirar algumas ilações com base nos calendários dos outros anos, pois existem em todos eles o mesmo tipo de disposição.

Consumo máximo registado:

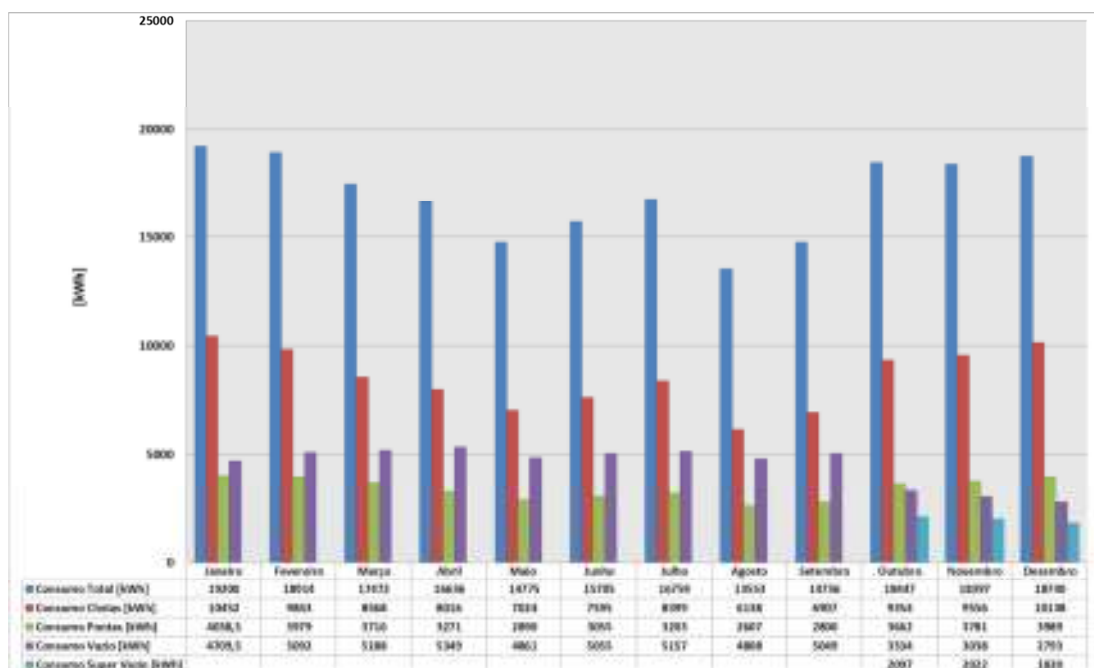
→ Novembro de 2006 – Mês de época normal de aulas e de necessidades energéticas de aquecimento;

Consumo mínimo registado:

→ Dezembro de 2006 – Mês de época normal de aulas mas com uma semana de férias para o Natal e com necessidades energéticas de aquecimento;

Particularidade:

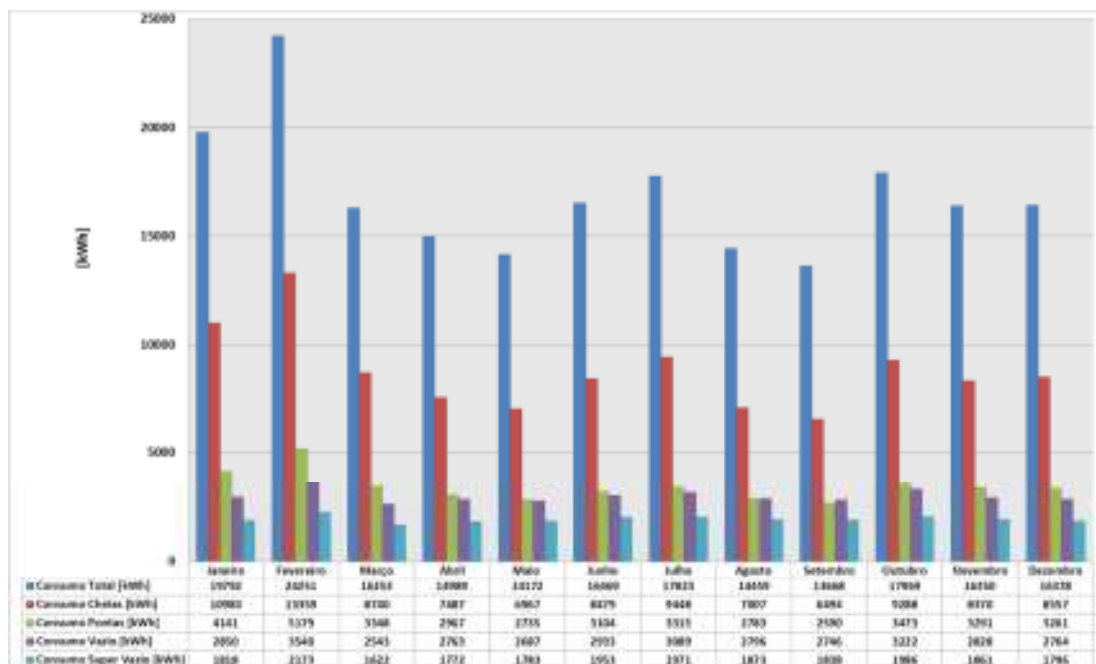
→ Dezembro de 2006 – O mínimo regista-se no mês seguinte ao máximo e onde existem em ambos necessidades energéticas de aquecimento.

Gráfico 67 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em 2007

Ainda sobre os Gráficos 66 e 67, nos meses de Agosto de 2006 e de 2007, registaram-se os consumos mais baixos, isto porque o Campus encontra-se, como é hábito, com os serviços bastante reduzidos devido ao período de férias de Verão. São também verificados consumos reduzidos nos meses de Março, Abril e Maio, sendo por norma, meses de época normal de aulas.

Olhando-se para os primeiros meses do gráfico seguinte tem-se a percepção de que o mês de Fevereiro é o que apresenta os maiores consumos de energia elétrica, estabelecendo o valor máximo atingido em toda a análise.

Gráfico 68 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em 2009



No Anexo C encontra-se discriminado o calendário escolar referente ao ano letivo 2009/2010. O início deste ano escolar verificou-se a 14 de Setembro de 2009 e o seu término a 23 de Julho de 2010. Durante este período é importante salientar o seguinte:

Consumo máximo registado:

→ Fevereiro de 2010 – Mês preenchido na sua maioria pela época de exames;

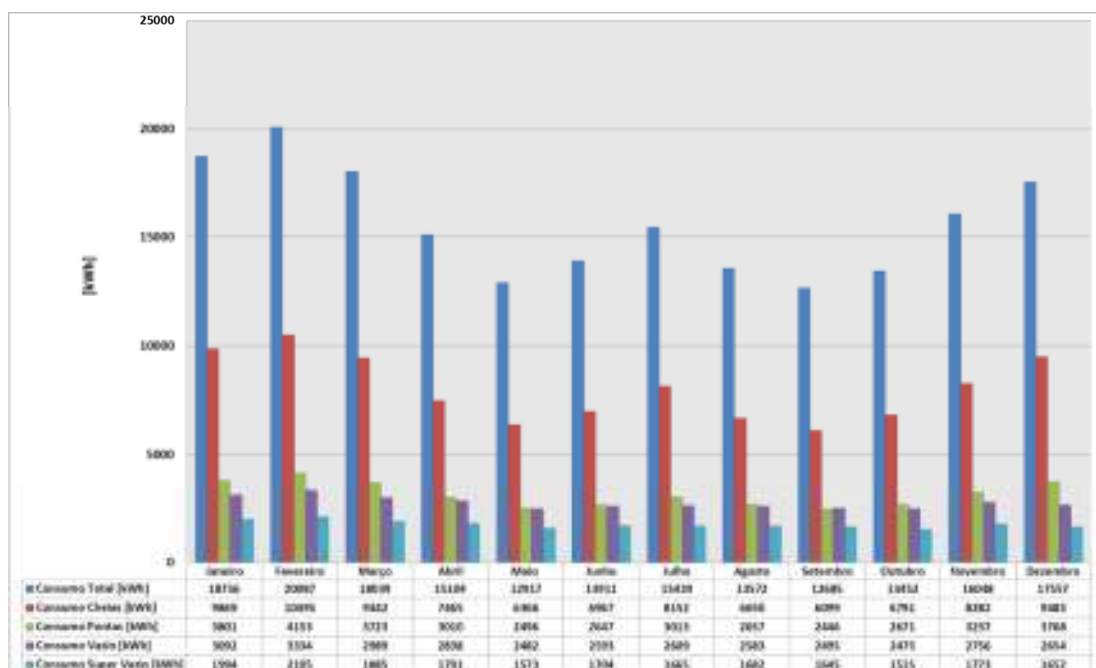
Consumo mínimo registado:

→ Maio de 2010 – Mês de época normal de aulas e da Semana Académica;

Particularidade:

→ Setembro de 2009 – Apresentou consumos inferiores aos registados no mês de Agosto, em que supostamente os serviços do Campus encontraram-se parcialmente encerrados.

Gráfico 69 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em 2010



No Anexo D encontra-se discriminado o calendário escolar referente ao ano letivo 2010/2011. O início deste ano escolar verificou-se a 20 de Setembro de 2010 e o seu término a 22 de Julho de 2011. Durante este período é importante salientar o seguinte:

Consumo máximo registado:

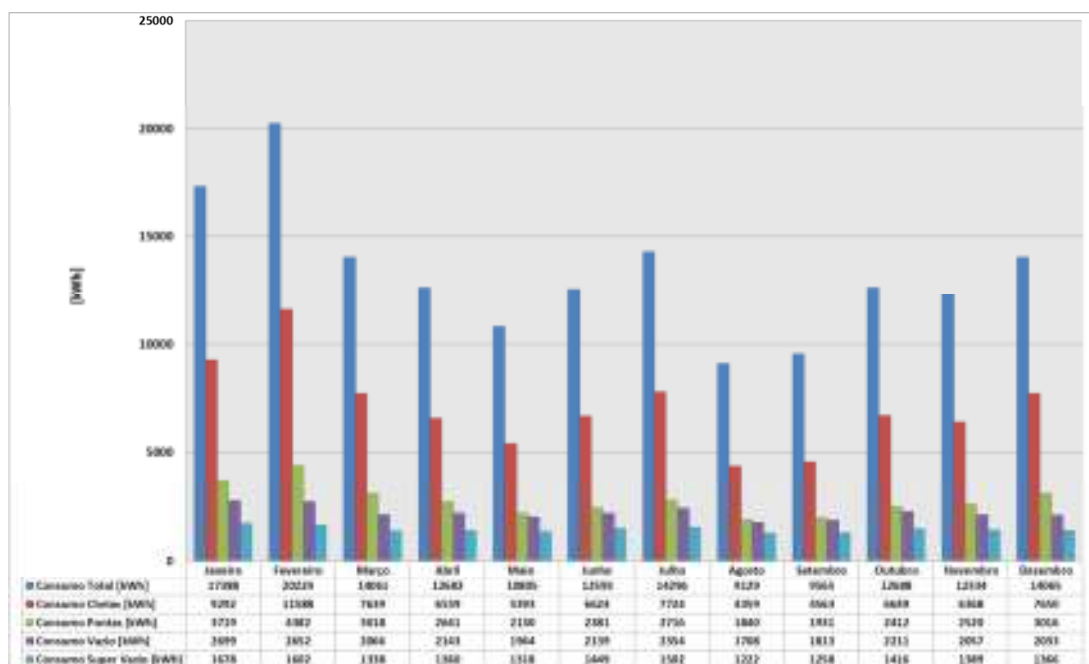
→ Fevereiro de 2011 – Mês preenchido na sua maioria pela época de exames;

Consumo mínimo registado:

→ Maio de 2011 – Mês de época normal de aulas e da Semana Académica;

Particularidade:

→ Fevereiro de 2011 e Agosto de 2011 – Os valores registados em Fevereiro são mais do dobro dos valores registados em Agosto.

Gráfico 70 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em 2011

No Anexo E encontra-se discriminado o calendário escolar referente ao ano letivo 2011/2012. O início deste ano escolar verificou-se a 19 de Setembro de 2011 e o seu término a 20 de Julho de 2012. Durante este período é importante salientar o seguinte:

Consumo máximo registado:

→ Fevereiro de 2012 – Mês preenchido na sua maioria pela época de exames;

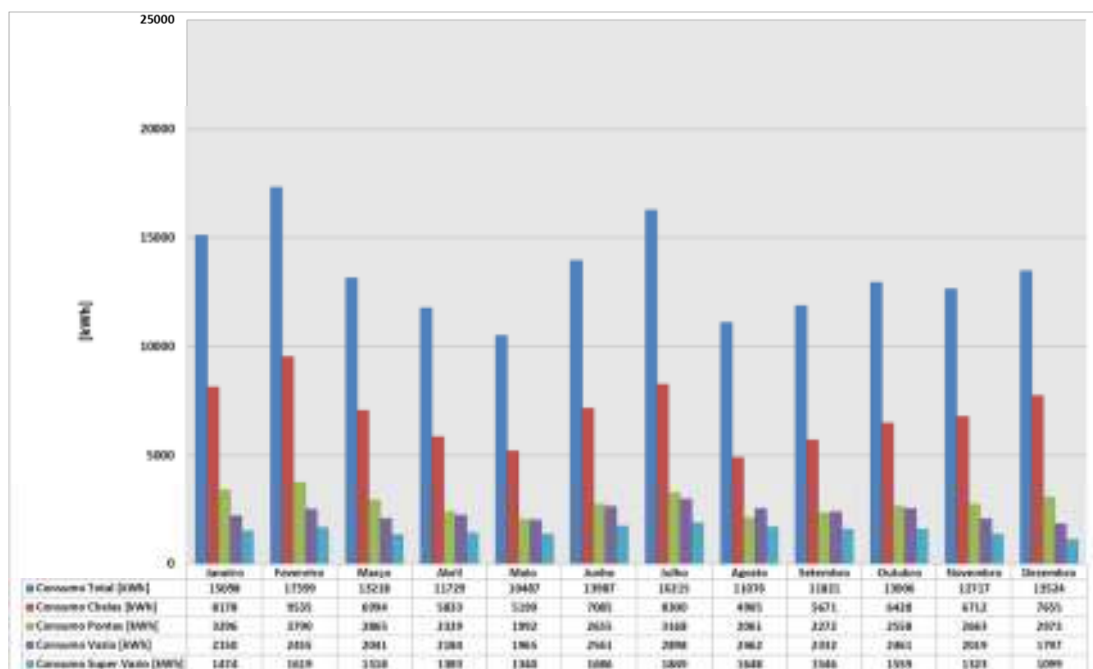
Consumo mínimo registado:

→ Setembro de 2011 – Mês dividido entre a época normal de aulas e período de férias de Verão;

Particularidade:

→ Maio de 2012 – Apresenta-se como o segundo menor consumo mesmo sendo um mês de época normal de aulas e da Semana Académica;

Gráfico 71 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em 2012



No Anexo F encontra-se discriminado o calendário escolar referente ao ano letivo 2012/2013. O início deste ano escolar verificou-se a 10 de Setembro de 2012 e o seu término a 05 de Julho de 2013. Durante este período é importante salientar o seguinte:

Consumo máximo registado:

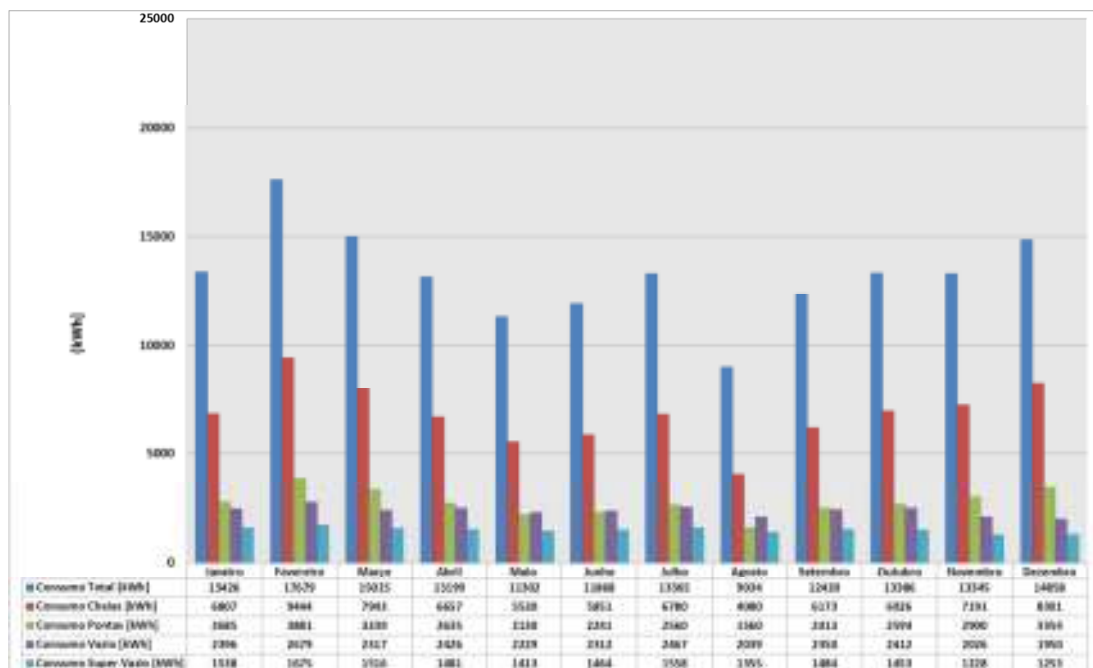
→ Fevereiro de 2013 – Mês preenchido na sua maioria pela época de exames;

Consumo mínimo registado:

→ Maio de 2013 – Mês de época normal de aulas e da Semana Académica;

Particularidade:

→ Setembro de 2012 – O consumo registado é o segundo mais baixo do ano letivo mesmo sendo mês repartido entre 3 semanas de época normal de aulas e uma semana de período de férias Verão;

Gráfico 72 - Consumo mensal de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em 2013

Na comparação do consumo de energia elétrica com o calendário escolar, verifica-se portanto, que os maiores consumos foram registados sempre em épocas de exames. Já os menores consumos aconteceram em meses preenchidos por épocas normais de aulas e que apresentavam interrupções não superiores a quinze dias úteis. Pode-se concluir então que em época de exames foram gerados maiores consumos de energia elétrica e que nos meses em que decorreram aulas mas que apresentaram uma interrupção, foram os períodos de menor consumo. Também é possível afirmar-se que nos meses não abrangidos pelos calendários escolares, os consumos de energia elétrica são claramente menores quando comparados com períodos de consumo superior.

A análise seguinte corresponde à determinação do coeficiente de correlação de Pearson determinado a partir dos valores obtidos dos consumos de energia elétrica ativa registados nos meses em que existiram necessidades de aquecimento, com os Graus-dia de Aquecimento mensais. Para a realização do cálculo, definiu-se que os meses com necessidades de aquecimento são o Novembro, o Dezembro, o Janeiro, o Fevereiro e o Março. Assim as séries consideradas correspondem a uma amostra de dados com base temporal desde Março de 2011 até Dezembro de 2013 e onde só foram considerados os valores correspondentes aos meses de aquecimento. Os Graus-dia de aquecimento mensais

foram determinados a partir das temperaturas exteriores de bolbo seco, medidas na estação meteorológica do Aeroporto de Faro⁵, com uma temperatura de base $T_b = 20^\circ\text{C}$. Para a determinação do coeficiente de correlação considerou-se a equação E23, apresentada no capítulo 3. Na tabela 16 encontram-se discriminados os valores considerados no cálculo.

Tabela 15 - Determinação do coeficiente de correlação entre os consumos totais mensais de energia ativa no Campus de Saúde nos meses de aquecimento desde Março de 2011 até Dezembro de 2013 e os graus-dia de aquecimento mensais dos meses de aquecimento desde Março de 2011 até Dezembro de 2013

Meses com Necessidades de Aquecimento	Consumo Total [kWh]	Graus-Dia de Aquecimento para $T_b=20^\circ\text{C}$
Março de 2011	14061	181
Novembro de 2011	12334	133
Dezembro de 2011	14065	229
Janeiro de 2012	15098	244
Fevereiro de 2012	17399	267
Março de 2012	13218	162
Novembro de 2012	12717	138
Dezembro de 2012	13524	212
Janeiro de 2013	13426	227
Fevereiro de 2013	17679	229
Março de 2013	15015	181
Novembro de 2013	13345,37	157
Dezembro de 2013	14858	208
Coef. Correlação	0,74	

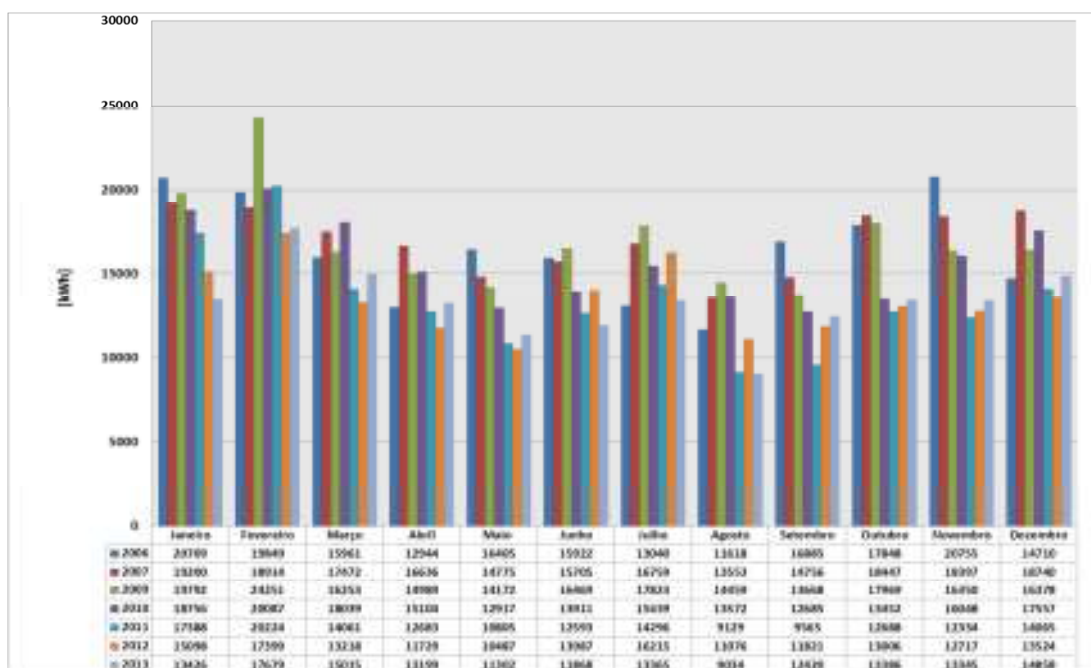
O resultado determinado indica a existência de uma “correlação forte”, isto segundo a definição do coeficiente de correlação de Pearson. Numa perspetiva matemática, variação da temperatura exterior registada no local da instalação apresenta influência sobre o consumo de energia do Campus de Saúde de uma forma patente. No entanto, a existência de correlação pode não dizer nada sobre a natureza da relação causal que porventura exista entre as variáveis. A interpretação de um coeficiente de correlação deve ter em consideração o facto de que o resultado apenas indique qual o relacionamento matemático que pode existir, ou não, entre duas variáveis.

No Gráfico 73 encontra-se evidenciada a “Comparação dos consumos totais mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde desde 2006 até 2013”. Consegue-se

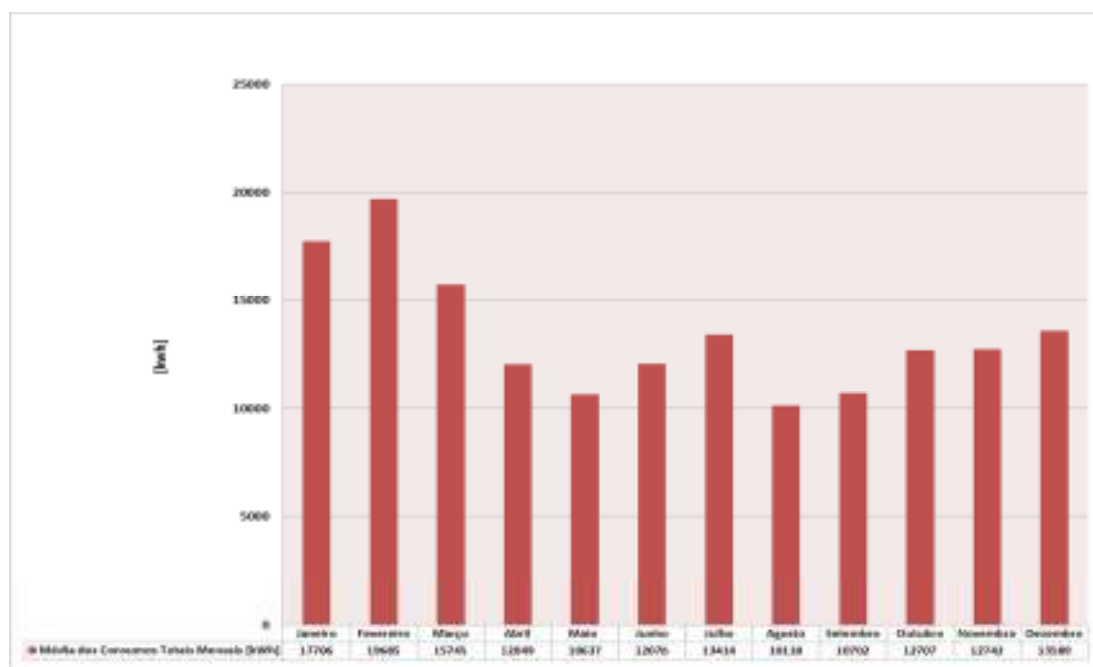
⁵ Estação meteorológica LPFR - Faro / Aeroporto, PT (7.97W,37.01N)

visualizar uma certa paridade entre os consumos registados nos meses homólogos. Ou seja, é possível determinar um perfil anual de consumo para a instalação em causa.

Gráfico 73 - Comparação dos consumos totais mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde desde 2006 até 2013



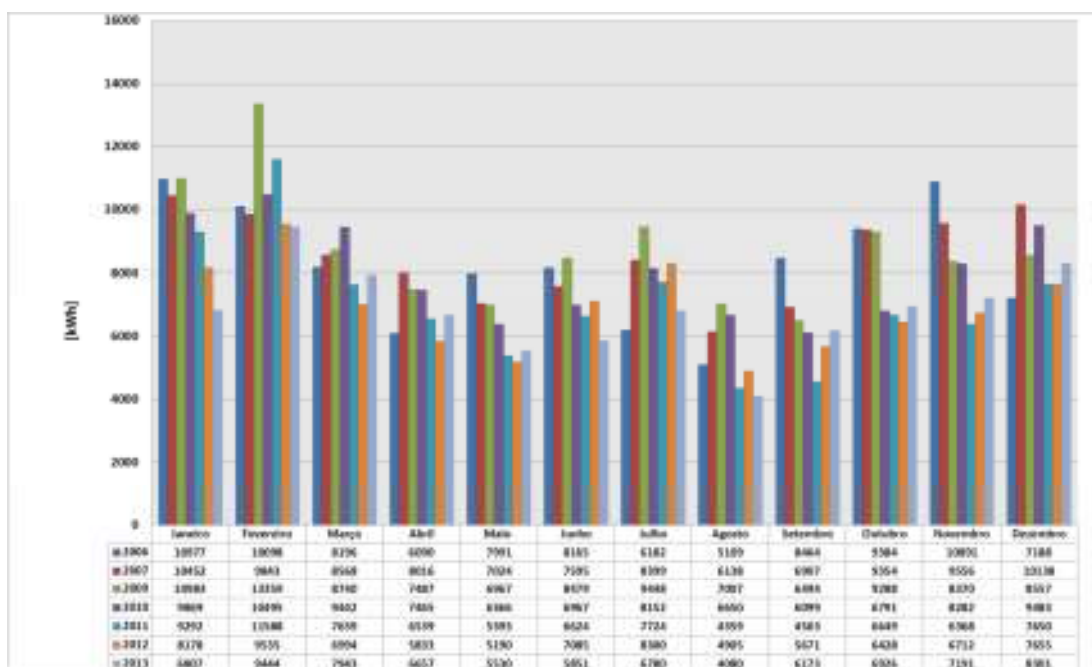
Ao se calcularem as médias aritméticas entre os consumos registados de cada mês através da equação E7, obtém-se o perfil padrão de consumo de energia elétrica do Campus de Saúde, representado no Gráfico 74 como “Média dos consumos mensais de energia elétrica do Campus de Saúde desde 2006 até 2013”. Fica evidenciado que os meses de Janeiro, Fevereiro e Março são meses críticos em termos de gastos energéticos. Por outro lado, conforme já mencionado, o mês de Agosto é aquele que detém um menor consumo de energia. O máximo de Fevereiro é aproximadamente 95% superior ao mínimo de agosto e aproximadamente 85% superior ao mês de Maio, que é o mês inserido no calendário escolar que em média apresenta menores consumos.

Gráfico 74 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde desde 2006 até 2013

A variação apresentada pela “Média dos consumos mensais de energia elétrica” é de certa maneira acompanhada pela variação registada nos diferentes regimes de consumo. Foram igualmente determinadas as médias aritméticas para cada um dos períodos tarifários e aplicados mais uma vez, os cálculos do coeficiente de correlação de Pearson. Assim pode-se compreender qual a taxa de contribuição de cada período tarifário no consumo total.

No Gráfico 75 encontra-se evidenciada a “Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de cheias desde 2006 até 2013”.

Gráfico 75 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de cheias desde 2006 até 2013



Na seguinte tabela (Tabela 17), encontram-se discriminados os valores das séries consideradas no cálculo do coeficiente de correlação efetuado de acordo com a equação E19.

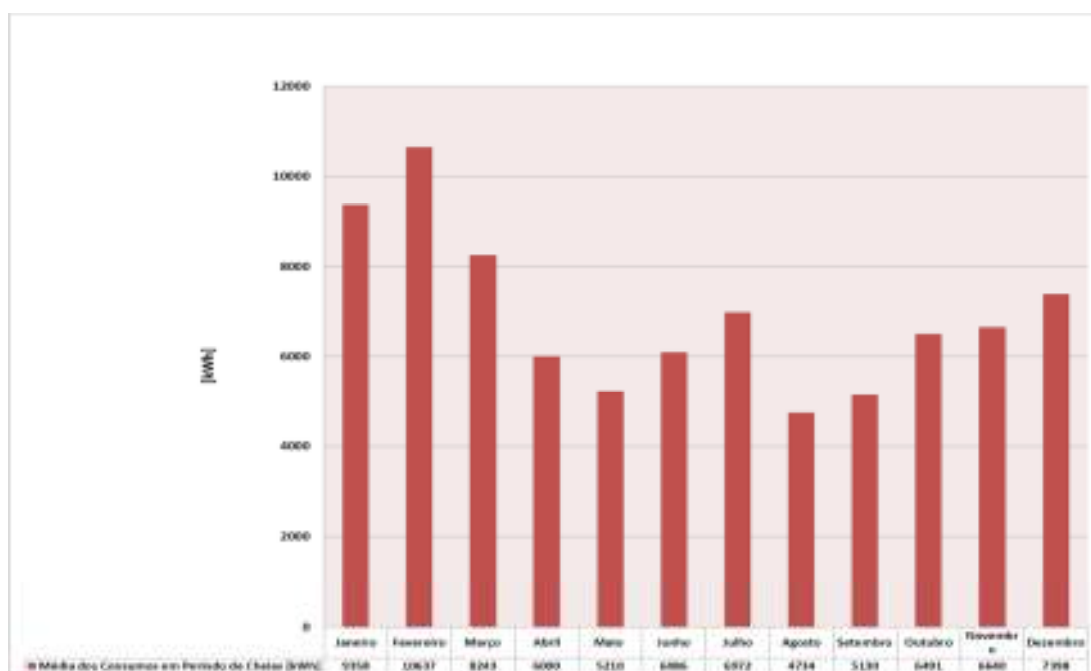
Tabela 16 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde desde 2006 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de cheias desde 2006 até 2013.

Meses	Média dos Consumos Totais Mensais [kWh]	Média dos Consumos em Período de Cheias [kWh]
Janeiro	17706	9358
Fevereiro	19685	10637
Março	15745	8243
Abril	12049	6000
Maió	10637	5210
Junho	12076	6086
Julho	13414	6972
Agosto	10118	4734
Setembro	10702	5130
Outubro	12707	6491
Novembro	12742	6640
Dezembro	13589	7398
Coef. de Correlação	1,00	

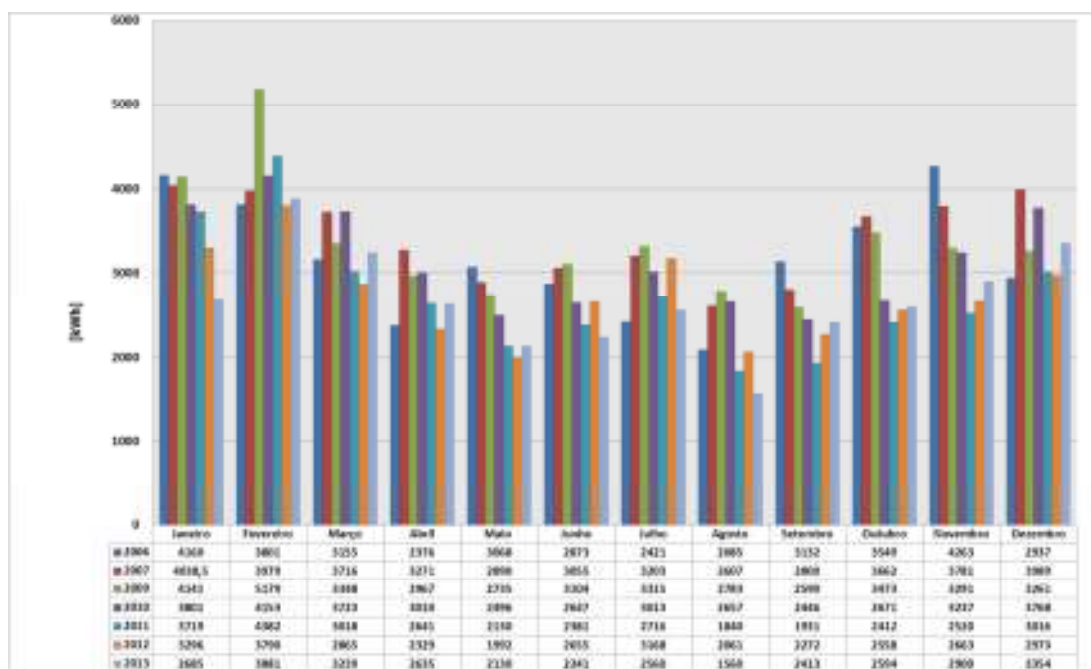
De acordo com a definição do coeficiente de correlação de Pearson, o resultado determinado indica a existência de uma “correlação perfeita”. Em suma, pode-se afirmar que a variação registada em período de “cheias” é igual à variação verificada no consumo total.

Através do cálculo da “Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de cheias desde 2006 até 2013”, determinou-se o Gráfico 76, que representa o perfil padrão anual de consumo de energia elétrica referente a este regime tarifário do Campus de Saúde.

Gráfico 76 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de cheias desde 2006 até 2013



O Gráfico 77 corresponde à “Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de pontas desde 2006 até 2013”.

Gráfico 77 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de pontas desde 2006 até 2013

Na seguinte tabela (Tabela 18), encontram-se discriminados os valores das séries consideradas no cálculo do coeficiente de correlação conforme descrito na pela equação E20.

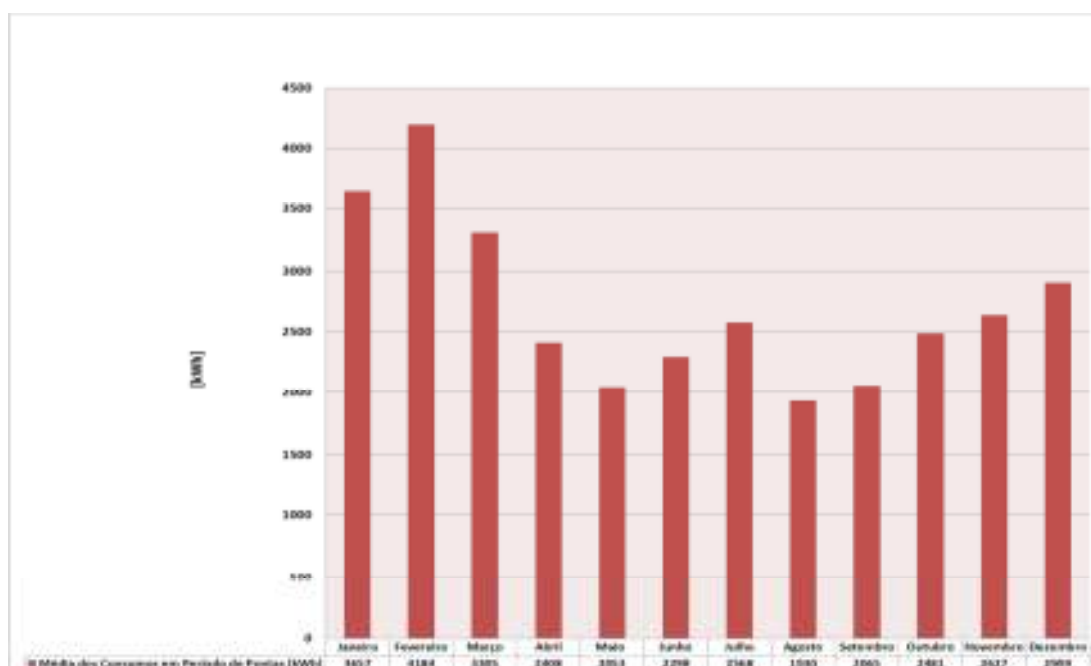
Tabela 17 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde desde 2006 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de pontas desde 2006 até 2013.

Meses	Média dos Consumos Totais Mensais [kWh]	Média dos Consumos em Período de Pontas [kWh]
Janeiro	17706	3657
Fevereiro	19685	4184
Março	15745	3305
Abril	12049	2408
Maió	10637	2053
Junho	12076	2298
Julho	13414	2568
Agosto	10118	1930
Setembro	10702	2065
Outubro	12707	2481
Novembro	12742	2627
Dezembro	13589	2909
Coef. de Correlação	0,99	

De acordo com a definição do coeficiente de correlação de Pearson, o resultado determinado indica a existência de uma “correlação forte”. É possível afirmar-se que a variação registada em regime de “pontas” é muito semelhante à variação verificada no consumo total, embora não tão evidenciada como a verificada no regime de “Cheias”.

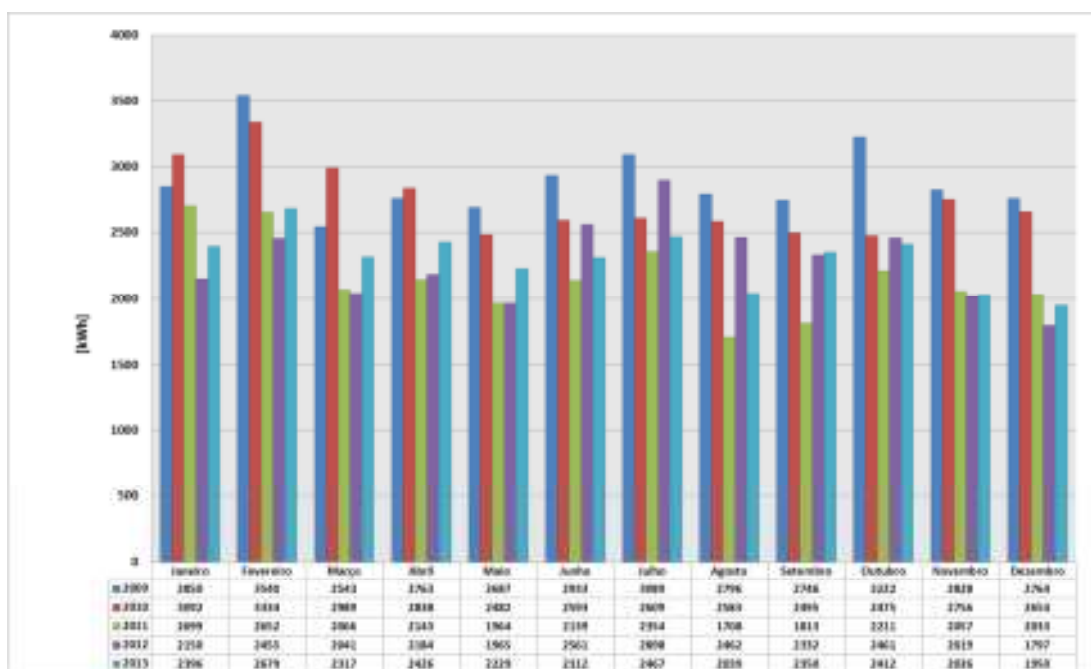
Seguidamente, no Gráfico 78, obtém-se a representação da “Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de pontas desde 2006 até 2013”. Por outras palavras, esta é uma característica que pode ser chamada como o perfil padrão de consumo em regime de pontas do Campus de Saúde.

Gráfico 78 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de pontas desde 2006 até 2013



No Gráfico 79 encontra-se caracterizada a “Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de vazio normal desde 2006 até 2013”.

Gráfico 79 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de vazio normal desde 2006 até 2013



Na Tabela 19 encontram-se compostos os valores das séries consideradas no cálculo do coeficiente de correlação efetuado de acordo com a equação E21.

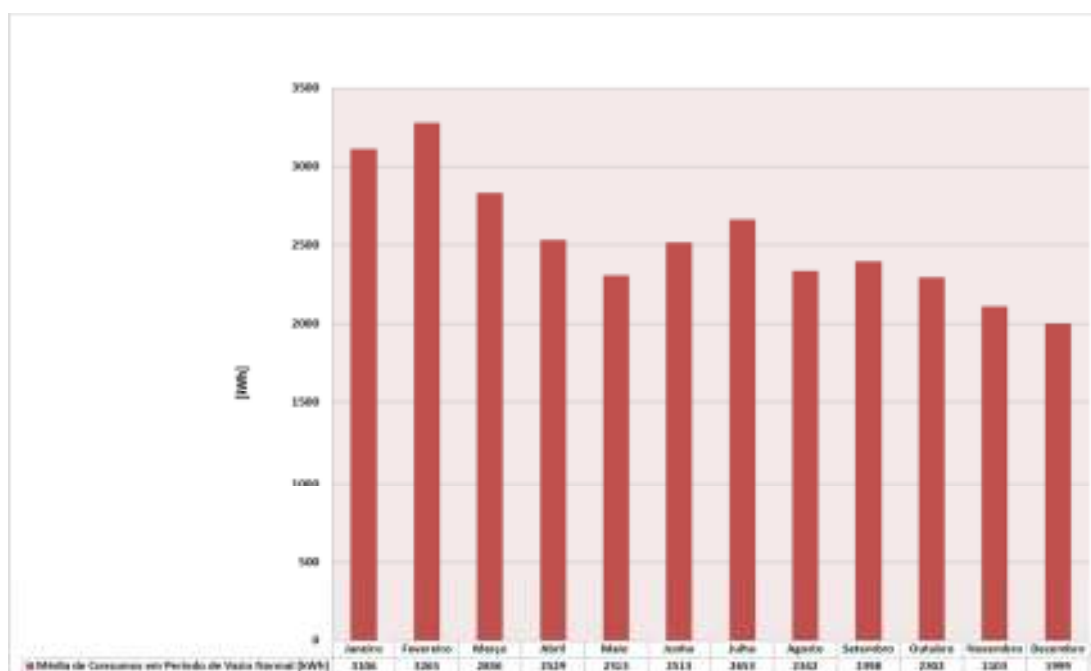
Tabela 18 - Determinação do coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde desde 2006 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de vazio normal desde 2006 até 2013.

Meses	Média dos Consumos Totais Mensais [kWh]	Média de Consumos em Período de Vazio Normal [kWh]
Janeiro	17706	3106
Fevereiro	19685	3265
Março	15745	2836
Abril	12049	2529
Mai	10637	2313
Junho	12076	2513
Julho	13414	2653
Agosto	10118	2342
Setembro	10702	2398
Outubro	12707	2302
Novembro	12742	2103
Dezembro	13589	1999
Coef. de Correlação	0,80	

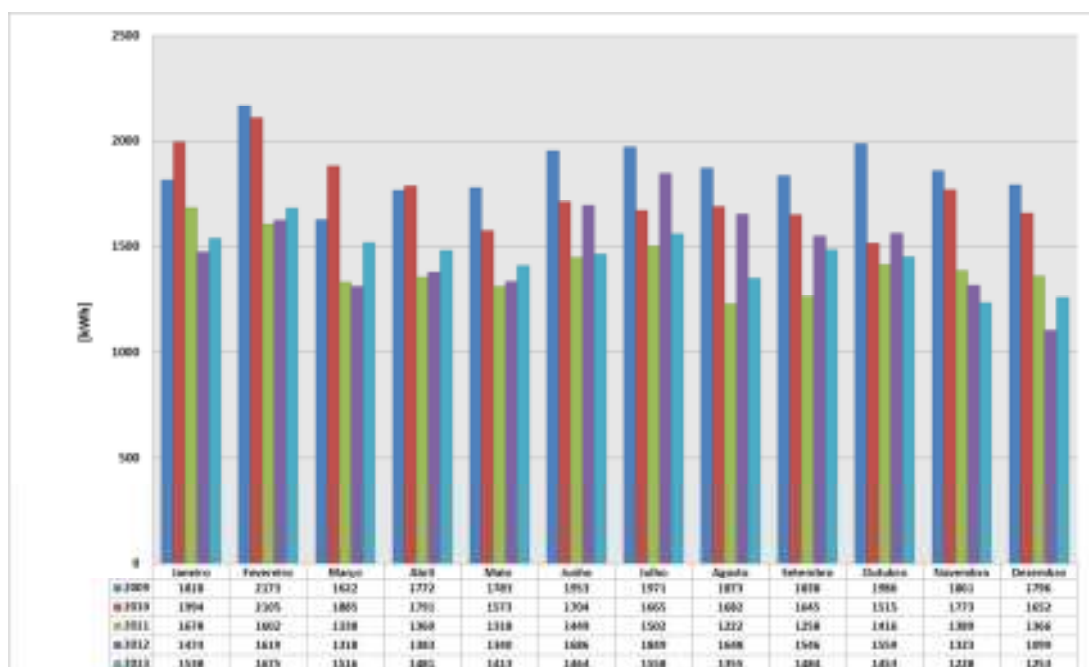
Pela definição do coeficiente de correlação de Pearson, o resultado determinado indica a existência de uma “correlação forte”. A variação registada em regime de “vazio normal” é semelhante à variação verificada no consumo total, embora não tão acentuada como as variações verificadas em regime de “Pontas” ou de “Cheias”.

O perfil padrão do consumo anual de energia elétrica em regime de vazio normal, encontra-se representado no Gráfico 80 com o nome de “Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de vazio normal desde 2006 até 2013”

Gráfico 80 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de vazio normal desde 2006 até 2013



No Gráfico 81 encontra-se caracterizada a “Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus da Penha em período de vazio normal desde 2006 até 2013”.

Gráfico 81 - Comparação dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de super vazio desde 2006 até 2013

Na Tabela 20 estão discriminados os valores das séries consideradas no cálculo do coeficiente de correlação efetuado de acordo com a equação E22.

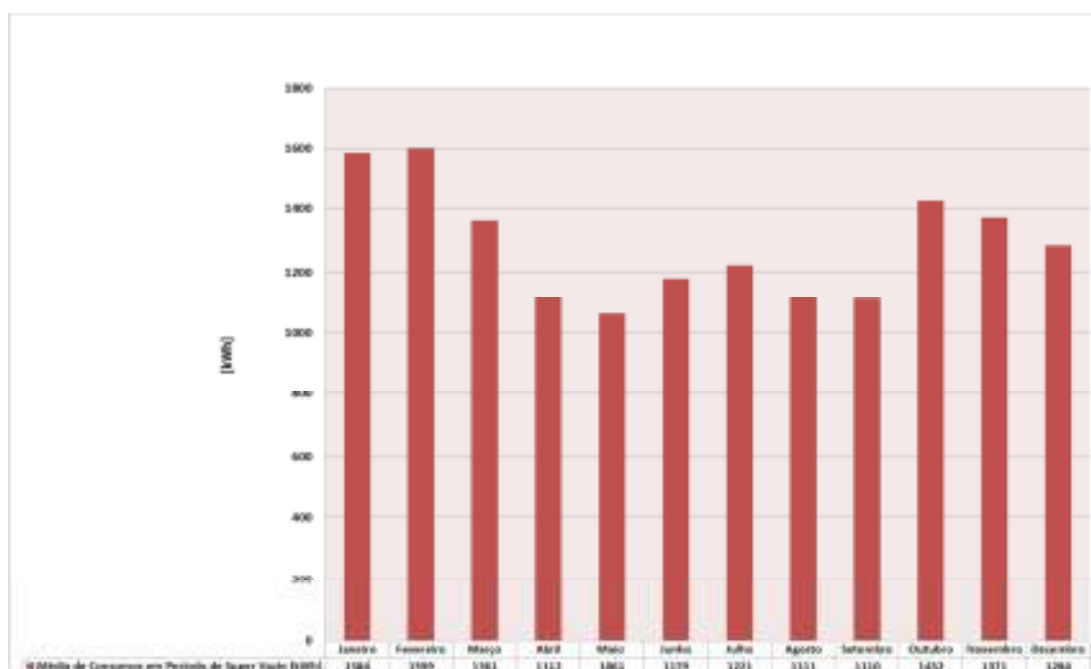
Tabela 19 - Determinação do Coeficiente de correlação entre as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde desde 2006 até 2013 e as médias dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de super vazio desde 2006 até 2013.

Meses	Média dos Consumos Totais Mensais [kWh]	Média de Consumos em Período de Super Vazio [kWh]
Janeiro	17706	1584
Fevereiro	19685	1599
Março	15745	1361
Abril	12049	1112
Maior	10637	1061
Junho	12076	1179
Julho	13414	1221
Agosto	10118	1111
Setembro	10702	1110
Outubro	12707	1432
Novembro	12742	1371
Dezembro	13589	1284
Coef. de Correlação	0,89	

Segundo a definição do coeficiente de correlação de Pearson, o resultado determinado indica a existência de uma “correlação forte”. A variação registada em regime de “super vazio” é semelhante à variação verificada no consumo total, embora não tão acentuada como as variações verificadas em regime de “pontas” ou de “cheias”, mas superior à verificada em “vazio normal”.

À semelhança do realizado nos outros regimes tarifários, definiu-se a “Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de super vazio desde 2006 até 2013”, representada no Gráfico 82.

Gráfico 82 - Média dos consumos mensais de energia elétrica ativa do Campus de Saúde em período de super vazio desde 2006 até 2013



6.5 Apreciação Final do Capítulo

Foram considerados primeiramente os valores monetários referentes ao consumo de energia elétrica no Campus de Saúde, concluindo-se que a despesa tem vindo a aumentar substancialmente à semelhança do que se verificou nas análises análogas efetuadas nos dois capítulos anteriores. O crescimento do valor da fatura da eletricidade é resultado do aumento do preço da energia, agravado da subida do Imposto de Valor Acrescentado (IVA), verificada no final do ano de 2012, mas também é devido ao aumento do valor cobrado pela concessionária distribuidora de energia elétrica, pelo serviço

prestado, no entanto o valor pago apenas pelo consumo de energia é bastante constante, havendo até um ligeiro decréscimo nos últimos anos. Este fenómeno é explicado precisamente porque o consumo de energia elétrica tem vindo a decrescer.

A análise do consumo anual centrou-se desde os anos 2006 até 2013, sem contar com o ano 2008, pelos motivos anteriormente explicado. Nela constata-se que nos primeiros três anos em análise, a quantidade de energia elétrica consumida foi superior quando comparada com a dos restantes três anos. Em 2006, 2007 e 2009 os valores atingidos são bastante equiparados, havendo uma muito pequena diferença entre eles. O máximo de consumo foi atingido em 2007 e o mínimo em 2013, no entanto os dois anos antecedentes a 2013 encontram-se bastante equiparados a este em termos de consumo, sendo o ano de 2010, aquele que marca a descida no consumo de energia no Campus de Saúde da Universidade do Algarve. O resultado obtido através da determinação do coeficiente correlação do consumo de energia por ano letivo, com o número de alunos inscritos na instituição, é um tanto ou quanto confuso. A conclusão retirada dele é que quantos mais alunos existem, menores são os consumos de energia registados. No entanto há que ter em consideração que a amostra de dados considerados para realização do cálculo em questão, foi bastante diminuta.

Na análise ao consumo mensal de energia elétrica, realizou-se o confronto entre este e os calendários escolares de cada ano letivo, chegou-se à mesma conclusão das análises realizadas nos dois capítulos anteriores, ou seja, verificou-se que na maioria das vezes os consumos mais elevados são registados em épocas de exames.

A variação do consumo mensal de energia elétrica ativa foi também “comparado” com a variação da temperatura exterior, na forma de Graus-dia de aquecimento, concluindo-se que existe uma correlação forte entre estas duas variáveis. Desta forma, é possível afirmar-se que existe uma influência relevante relativamente à utilização dos equipamentos de climatização nesta instalação, sobre o consumo de energia elétrica.

Nesta análise verificou-se também que existe uma semelhança na variação dos consumos, quando se efetua uma comparação entre períodos análogos. Este facto permitiu determinar o perfil de consumo anual do Campus de Saúde. A variação apresentada nesse perfil é principalmente afetada pela variação dos consumos registados em período tarifário de “cheias”.

7. CONCLUSÃO

Em termos globais, o valor da fatura anual da eletricidade que a Universidade do Algarve paga, tem vindo a aumentar substancialmente. Nas análises aos três Campi verifica-se que esse valor tem agora proporções bastante significativas quando comparado com os primeiros anos analisados. Vários factores contribuem para este resultado. Um deles é devido ao aumento do preço da energia elétrica ativa, uma vez que, em 2006, por exemplo, a Universidade pagou cerca de 0,054€/kWh e em 2013 pagou aproximadamente 0,086€/kWh. Dentro deste aumento, já se encontra contabilizado o aumento verificado em 2011 do Imposto de Valor Acrescentado (IVA) sobre a eletricidade, que passou de 6% para 23%. Esta contabilização é feita apenas sobre os valores pagos pela energia consumida e não sobre os valores globais das faturas, porque os valores globais das faturas são acrescidos de verbas relacionadas com os tipos de contratos estabelecidos com a concessionária distribuidora de energia elétrica e com o serviço prestado pelas mesmas. É nestas parcelas das faturas da eletricidade que se verificam a maior percentagem de aumento, resultando assim no aumento do valor final a pagar a cada ano que passa.

Contrariando estes indicadores, o consumo anual efetivo de energia elétrica ativa encontra-se a diminuir de ano para ano, explicado em parte pela diminuição de alunos inscritos na instituição mas também pelas medidas estabelecidas no seguimento da conjuntura económica e financeira em que o país se encontra desde 2011 e que levaram a ações de pro-atividade nos cuidados com o consumo de eletricidade. Nos três casos analisados o consumo de energia elétrica verificado a cada ano letivo foi correlacionado com a quantidade de alunos inscritos, tendo-se concluído que existe uma relação causa-efeito no caso do Campus de Gambelas. No Campus da Penha o mesmo não se verifica. O resultado obtido não nos deixa concluir se existe ou não influência relativa à quantidade de alunos inscritos, sobre o consumo de energia. Já a conclusão retirada do resultado obtido na análise do Campus de Saúde foi que quantos mais alunos existem, menores são os consumos, ou vice-versa. Este resultado leva-nos a querer que a amostra considerada não é suficiente para determinarmos a existência de correlação entre as duas variáveis.

Outra conclusão interessante que se estabeleceu na análise do consumo anual de energia elétrica foi que o aluno de Gambelas apresenta uma “pegada energética” muito superior à verificada pelo aluno da Penha ou pelo aluno de Saúde, que acaba por ser um aluno bastante “poupado” em termos de consumo de energia, isto quando comparado com os outros dois alunos.

A distribuição da energia por metro quadrado é mais favorecida também no Campus de Saúde. O consumo de energia por metro quadro em saúde é muito menor, quando comparado com os Campi da Penha e Gambelas, sendo este último aquele que apresenta piores resultados.

Quando os consumos de energia são decompostos mensalmente sendo posteriormente comparados com as variações dos calendários escolares e das temperaturas exteriores, várias conclusões são estabelecidas. Primeiramente verificou-se que o consumo de energia elétrica apresenta variações substanciais com as 4 estações do ano. Este facto é explicado na sua generalidade com a necessidade de climatização dos edifícios nas estações de temperaturas baixas ou altas, havendo principalmente nestas alturas, maiores consumos. No entanto, há exceção do Campus de Gambelas, nos meses de Agosto, os consumos de energia registados em Saúde e na Penha, foram substancialmente reduzidos, devido a este ser um mês em que os serviços encontram-se minimizados pelo facto de ser a época de férias de Verão. A influência da variação da temperatura exterior no consumo de energia elétrica ficou comprovada nos três Campi, com os resultados obtidos do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson. Ao se compararem os consumos de energia com os calendários escolares chega-se à conclusão nos três casos que os máximos são atingidos sempre em épocas de exames e que os mínimos são atingidos na sua generalidade em épocas de aulas.

No descortinar dos valores registados de cada um dos períodos tarifários para cada um dos Campi, verificou-se que a maior fatia provem sempre do período de “cheias” e que as maiores variações verificadas são também neste período tarifário. Já o período de “super vazio” apresenta um peso muito pouco significativo no total registado, não se verificando grandes variações no seu valor.

Tanto para o Campus da Penha, como para o Campus de Gambelas, ou para o Campus de Saúde foi possível determinar-se um perfil de consumo. O facto de nas três instalações, as variações dos consumos registados num ano, assemelharem-se de uns anos

para os outros, permitiram que se determinasse um “meio-termo” para cada uma delas, estabelecendo-se perfis de consumo para cada um dos quatro períodos tarifários e para o consumo total de energia elétrica ativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] World Energy Outlook 2013 (WEO-2013), International Energy Agency;
- [2] Relatório do Estado do Ambiente 2013 (REA-2013), Agência Portuguesa do Ambiente;
- [3] Certificação Energética de Edifícios. 2013; Available from:
<http://www.adene.pt/>
- [4] Decreto de Lei n.º 118/2013, Ministério da Economia e do Emprego;
- [5] Kats et al., 1997 e 1999, Haberl et al., 1996;
- [6] Landman e Haberl 1996a; 1996b;
- [7] Fels, 1986;
- [8] Katipamula, 1996, Kissock et al., 1992;
- EVO – Efficiency Valuation Organization; Available from:
<http://www.evo-world.org>
- Decreto-Lei n.º 78/2006, Ministério da Economia e da Inovação.
- "Decreto-Lei n.º 79/2006" - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE). 4 de Abril de 2006.
- Adene, Perguntas & Respostas sobre o RSECE - Energia, ed. V. 1.2. 2008.
- "Decreto-Lei n.º 79/2006" - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em

Edifícios (RSECE). 2006.

Degree Days.net - Custom Degree Day Data; Available from:

<http://www.degree-days.net/>

Universidade do Algarve; Available from:

<http://www.ualg.pt>

ANEXO A

ANEXO B

ANEXO C

ANEXO D

ANEXO E

ANEXO F

ANEXO G

