Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Estudo e Caracterização dos Consumos Energéticos de um Município e Avaliação de Medidas Correctivas

João Daniel Gomes de Almeida

Dissertação realizada no âmbito do
Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Major Energia

Orientador: Prof. Doutor José Rui da Rocha Pinto Ferreira

Junho de 2010

© João Daniel Gomes de Almeida, 2010

Resumo

As preocupações com o ambiente e a escalada do preço da energia têm desencadeado um rol de acções para a utilização racional da energia.

As administrações locais são entidades que têm uma responsabilidade acrescida nestas matérias, pois para além de promoverem medidas para a redução dos seus custos operacionais, devem adoptar políticas, direccionadas aos munícipes, incentivando a sustentabilidade energética e ambiental. Pela sua proximidade aos cidadãos incumbe-lhe o dever de agir como modelo, responsabilidade cada vez mais consciencializada pelos executivos municipais.

Neste trabalho caracterizam-se diversas infra-estruturas, suportadas pela Câmara Municipal de Arouca, quanto aos seus consumos de energia, assim como a hábitos comportamentais dos seus utilizadores. São abordados diversos sistemas consumidores de energia, previamente identificados com um grande potencial no que toca ao aumento da eficiência energética.

Foram concebidas e propostas medidas que permitem reduzir e optimizar consumos e custos, algumas delas com aplicação imediata e sem qualquer investimento.

Abstract

The concerns about the environment and the steady rise of energy prices have triggered a number of actions for the rational usage of energy.

The local administrative facilities are entities that have an extra responsibility when it comes to these matters, because besides promoting measures for the reduction of their operational costs they must adopt policies, directed at the citizens, encouraging the energetic and environmental sustainability. Due to its proximity with the citizens it has the obligation of action as a model. This sense of responsibility is being taken more and more into account by the municipal administrators.

In this thesis various infrastructures, supported by the City Council of Arouca, are characterized as to their energy consumption. The behavioral habits of its citizens are described as well. Several energy consuming systems are addressed, previously identified as having a great potential when it comes to improving energetic efficiency.

Measures that would allow the reduction and optimization of power consumption and costs were proposed, including some that require no investment and therefore may be implemented immediatly.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Doutor José Rui Ferreira, pela confiança depositada em mim, disponibilidade e incentivo transmitidos durante a realização do trabalho.

À Câmara Municipal de Arouca, representada pelo seu presidente Eng. Artur Neves, por me possibilitar a realização deste trabalho.

À Divisão de Planeamento da Câmara Municipal de Arouca, representada pela Dra. Adélia Almeida, pela cooperação, acolhimento e integração.

À Eng. Isabel Vasconcelos, vice-presidente da Câmara Municipal de Arouca, pela confiança depositada no meu trabalho.

Ao Sr. Manuel, electricista da Câmara Municipal de Arouca, pela disponibilidade e cooperação.

Ao Prof. Doutor Artur Costa, Professor Armínio Teixeira e ao Eng. Pinheiro Jorge pela prestabilidade.

À minha família, em especial aos meus avós, pais e irmã, por todo o apoio prestado, não só na elaboração deste trabalho, mas em todo o meu percurso académico.

Deixo ainda uma palavra especial aos meus amigos, aos que me acompanham desde pequeno, aos que se foram juntando na escola e na faculdade, muito obrigado por tudo!

Dedico este trabalho aos meus Avós.

João Daniel Gomes de Almeida

“Find something you love to do and you’ll never have to work a day in your life.”

Harvey MacKay

Índice

Resumo iii

Abstract v

Agradecimentos vii

Índice xi

Lista de Figuras xv

Lista de Tabelas xix

Abreviaturas e Símbolos xxiii

Capítulo 1 1

Introdução 1

1.1 - Enquadramento da dissertação 1
1.2 - Objectivos 1
1.3 - Organização do documento 2
1.4 - Metodologia de trabalho 2

Capítulo 2 3

Gestão da Energia 3

2.1 - Energia, um bem escasso 3
2.2 - Consumo de Energia em Portugal 7
2.3 - Municípios e o seu papel na gestão da energia 10
2.3.1 - Princípios da gestão energética municipal 10
2.3.2 - O Gestor de Energia 11
2.4 - Eficiência energética – aplicações no sector público 12
2.4.1 - Envolvente dos Edifícios 13
2.4.2 - Sistema de Climatização 14
2.4.3 - Sistemas de Iluminação 15
2.4.4 - Equipamento informático 18
2.4.5 - Correcção do Factor de Potência 19
2.4.6 - Iluminação Pública 21

Capítulo 3 25

Caracterização das Infra-estruturas 25

3.1 - Biblioteca Municipal 26
3.1.1 - Consumos Energéticos e Facturação 26
3.1.2 - Sistema de Iluminação 28
3.1.3 - Sistema de Aquecimento 29
3.1.4 - Sistema informático 30
3.2 - Edifício Principal 31
3.2.1 - Consumos Energéticos e Facturação 31

3.2.2 - Sistema de Iluminação 34
3.2.3 - Sistema de Aquecimento 35
3.2.4 - Sistemas Informáticos 35
3.3 - Piscinas Municipais de Arouca 36
3.3.1 - Consumos Energéticos e Facturação 36
3.3.2 - Sistema de Iluminação 39
3.4 - Piscinas Municipais de Escariz 39
3.4.1 - Consumos Energéticos e Facturação 40
3.4.2 - Sistema de Iluminação 43
3.5 - Estádio Municipal 44
3.5.1 - Consumos Energéticos e Facturação 44
3.5.2 - Sistema de Iluminação 46
3.6 - Escola E.B. 2,3 de Arouca 46
3.6.1 - Consumos Energéticos e Facturação 47
3.7 - Rede de Iluminação Pública 49
3.8 - Síntese 50

Capítulo 4 53

Estudo de Soluções 53

4.1 - Biblioteca Municipal 53
4.1.1 - Consumos Energéticos e Facturação 53
4.1.2 - Sistema de Iluminação 54
4.1.3 - Sistema de Aquecimento 56
4.1.4 - Sistemas Informáticos 57
4.1.5 - Resumo 57
4.2 - Edifício Principal 57
4.2.1 - Consumos Energéticos e Facturação 57
4.2.2 - Sistema de Iluminação 58
4.2.3 - Sistema de Aquecimento 61
4.2.4 - Sistemas Informáticos 61
4.2.5 - Resumo 62
4.3 - Piscinas Municipais de Arouca 62
4.3.1 - Escolha adequada do tarifário de energia eléctrica 62
4.3.2 - Proposta de Alimentação alternativa 63
4.3.3 - Compensação do Factor de Potência 65
4.3.4 - Sistema de Iluminação 67
4.3.5 - Resumo 70
4.4 - Piscinas Municipais de Escariz 70
4.4.1 - Consumos Energéticos e Facturação 70
4.4.2 - Compensação do Factor de Potência 70
4.4.3 - Sistema de iluminação 74
4.4.4 - Resumo 75
4.5 - Estádio Municipal 75
4.5.1 - Consumos Energéticos e Facturação 75
4.5.2 - Compensação do Factor de Potência 76
4.5.3 - Sistema de Iluminação 79
4.5.4 - Resumo 82
4.6 - Escola E.B. 2,3 de Arouca 82
4.6.1 - Consumos Energéticos e Facturação 82
4.6.2 - Sistema de Iluminação 83
4.6.3 - Resumo 86
4.7 - Iluminação Pública 86
4.8 - Síntese 88

Capítulo 5 91

Conclusões e Trabalhos Futuros 91

5.1 - Conclusões 91

5.2 - Trabalhos Futuros 93
Referências 95
A Registos da Facturação 99
A.1 - Biblioteca Municipal 99
A.2 - Edifício Principal 101
A.3 - Piscinas Municipais de Arouca 103
A.4 - Piscinas Municipais de Escariz 106
A.5 - Estádio Municipal 109
A.6 - Escola E.B. 2,3 de Arouca 112
B Inventário 115
B.1 - Biblioteca Municipal 116
B.2 - Câmara Municipal 118
B.3 - Piscinas Municipais de Arouca 121
B.4 - Piscinas Municipais de Escariz 123
B.5 - Estádio Municipal 125
C Estudo de Soluções 127
C.1 - Biblioteca Municipal 128
C.2 - Edifício Principal 132
C.3 - Piscinas Municipais de Arouca 136
C.4 - Piscinas Municipais de Escariz 138
C.5 - Estádio Municipal 140
C.6 - Escola E.B. 2,3 de Arouca 143
C.7 - Iluminação Pública 145
D Correcção do factor de potência 146

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Crescimento Demográfico Mundial.....4

Figura 2.2 – Dependência dos estados membros da UE.....6

Figura 2.3 – Evolução da produção de energia eléctrica em Portugal 7

Figura 2.4 – Estatísticas Mensais da produção de energia eléctrica em Portugal.....8

Figura 2.5 – Desagregação dos consumos energéticos portugueses por sector de actividade ...8

Figura 2.6 – Comparação dos consumos energéticos portugueses dos anos 1997 e 2007.....9

Figura 2.7 – Esquema simplificado dos registo a efectuar para uma análise aos consumos energéticos..... 11

Figura 2.8 – Redução do consumo de energia baseado em eficiência energética 13

Figura 2.9 – Cota de Mercado dos sistemas de iluminação emergentes 15

Figura 2.10 – Eficiência dos sistemas de iluminação..... 16

Figura 2.11 – Master Led 12W..... 17

Figura 2.12 – Iluminação natural/artificial 17

Figura 2.13 – Consumo de energia de sistema com balastros convencionais/electrónicos 18

Figura 2.14 – Desagregação dos consumos energéticos do sector terciário 18

Figura 2.15 – Triângulo de Potências 20

Figura 2.16 – Regulador de Fluxo..... 22

Figura 2.17 – Visão estocópica, mesópica e fotópica em função dos níveis de iluminância ... 23

Figura 2.18 – Relação S/P para vários tipos de lâmpadas..... 24

Figura 3.1 – Desagregação dos consumos de energia eléctrica do município..... 25

Figura 3.2 – Consumo médio diário nos intervalos das leituras 27

Figura 3.3 – Consumos médios mensais estimados 27

Figura 3.4 – Desagregação dos consumos por período tarifário 28

Figura 3.5 – Consumo médio diário nos intervalos das leituras 31

Figura 3.6 – Consumos médios mensais estimados 32

Figura 3.7 – Consumo anual desagregado por período tarifário 32

Figura 3.8 – Perfil de cargas diário do EP 33

Figura 3.9 – Potência do sistema de aquecimento 33

Figura 3.10 – Desagregação dos consumos de energia primária nas PMA 37

Figura 3.11 – Desagregação dos custos de energia nas PMA 37

Figura 3.12 – Consumo médio diário das PMA 38

Figura 3.13 – Diagrama de cargas das PMA (verão) 38

Figura 3.14 – Diagrama de cargas das PMA (inverno) 39

Figura 3.15 – Desagregação dos consumos de energia primária nas PME 40

Figura 3.16 – Desagregação dos custos de energia nas PME 41

Figura 3.17 – Consumo médio diário de electricidade nas PME 42

Figura 3.18 – Diagrama de cargas diário nas PME (verão) 42

Figura 3.19 – Diagrama de cargas diário nas PME (inverno) 43

Figura 3.20 – Desagregação dos consumos de energia primária no EM 45

Figura 3.21 – Desagregação dos custos com energia no EM 45

Figura 3.22 – Consumo médio diário de electricidade no EM 46

Figura 3.23 – Desagregação do consumo de energia na E.B 2,3 47

Figura 3.24 – Desagregação dos custos com energia na E.B 2,3 48

Figura 3.25 – Consumo médio diário de electricidade na E.B 2,3 48

Figura 3.26 – Consumo de energia eléctrica das infra-estruturas de domínio público relativo ao ano 2008 49

Figura 3.27 – Consumo de energia eléctrica da IP no período 2003-2008 50

Figura 4.1 – Diagrama de cargas e potência reactiva a compensar nas PMA 67

Figura 4.2 – Diagrama de cargas e potência reactiva a compensar 72

Figura 4.3 – Diagrama de cargas e potência reactiva a compensar no EM 79

Figura 4.4 – Disponibilidade da luz exterior em função da latitude 84

Figura 4.5 – Rua da urbanização usada para simulação 87

Figura 4.6 – Custos e economias estimadas 88

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 - Crescimento do PIB Mundial 5

Tabela 2.2 - Dependência energética da EU 5

Tabela 2.3 - Evolução da TCMA dos consumos energéticos entre 1990 e 2005 9

Tabela 3.1 – Níveis de iluminância e densidades de potência..... 29

Tabela 3.2 – Densidades de potência recomendadas 29

Tabela 3.3 – Sistema de Aquecimento da BMA..... 29

Tabela 3.4 – Custos e consumos estimados do aquecimento da BMA 30

Tabela 3.5 – Custos estimados da utilização do sistema informático da BMA 30

Tabela 3.6 – Níveis de Iluminância no EP 34

Tabela 3.7 – Sistema de aquecimento do EP 35

Tabela 3.8 – Custos e consumos estimados do aquecimento do EP 35

Tabela 3.9 – Custos e consumos estimados dos computadores, monitores e UPS's 36

Tabela 3.10 – Consumos anuais de energia nas PMA..... 36

Tabela 3.11 – Consumos anuais de energia nas PME 40

Tabela 3.12 – Níveis de iluminância medidos 44

Tabela 3.13 – Consumo anual de energia 45

Tabela 3.14 – Consumos anuais de energia na E.B. 2,3 47

Tabela 4.1 – Quadro resumo do estudo da melhor opção tarifária..... 54

Tabela 4.2 – Proposta de requalificação do sistema de iluminação da BMA..... 55

Tabela 4.3 – Custos estimados de exploração e manutenção do sistema de iluminação proposto 56

Tabela 4.4 – Redução de custos estimada no sistema de aquecimento 56

Tabela 4.5 – Quadro resumo das medidas propostas..... 57

Tabela 4.6 – Quadro resumo do estudo da melhor opção tarifária 58

Tabela 4.7 - Custos estimados de exploração e manutenção do sistema de iluminação proposto 58

Tabela 4.8 - Proposta de requalificação do sistema de iluminação da CMA..... 60

Tabela 4.9 – Redução de custos estimada no sistema de aquecimento do EP 61

Tabela 4.10 – Custos estimados no sistema informático após aplicação das medidas propostas 62

Tabela 4.11 – Quadro resumo das medidas propostas 62

Tabela 4.12 - Custos de exploração estimados da proposta de alimentação das PMA a partir do EM..... 64

Tabela 4.13 – Análise do consumo de energia reactiva nas PMA 66

Tabela 4.14 – Potência e factor potência nas PMA durante o registo gráfico fornecido pela CMA..... 67

Tabela 4.15 – Custos de exploração estimados para o sistema de iluminação proposto para as PMA 68

Tabela 4.16 – Proposta de requalificação do sistema de iluminação das PMA 69

Tabela 4.17 – Instalação de detectores de movimento nas PMA 69

Tabela 4.18 – Quadro resumo do investimento e amortização das PMA..... 70

Tabela 4.19 – Potência e factor potência nas PME durante o registo gráfico fornecido pela CMA..... 72

Tabela 4.20 – Análise do consumo de energia reactiva nas PME..... 73

Tabela 4.21 – Alterações propostas ao sistema de iluminação e respectivo investimento 74

Tabela 4.22 – Custos de exploração do sistema de iluminação proposto 75

Tabela 4.23 – Medidas propostas, investimentos e economias estimadas 75

Tabela 4.24 – Quadro resumo do estudo da melhor opção tarifária 76

Tabela 4.25 – Análise do consumo de energia reactiva no EM 78

Tabela 4.26 – Solução proposta para o sistema de iluminação no EM 80

Tabela 4.27 – Custos de exploração estimados do sistema de iluminação proposto para o EM 81

Tabela 4.28 – Instalação de detectores de movimento no EM 82

Tabela 4.29 – Medidas propostas, investimentos e economias estimadas 82

Tabela 4.30 – Características da Sala e cálculo do FLDm..... 83

Tabela 4.31 – Determinação do número de horas em que a luz do dia é insuficiente..... 85

Tabela 4.32 – Cálculo do consumo de energia 85

Tabela 4.33 – Comparação de consumos e custos das soluções actual e proposta 85

Tabela 4.34 – Equipamento e investimento propostos 85

Tabela 4.35 – Dados e Estimativas do PT 86

Tabela 4.36 – Estimativa de redução de consumos 87

Tabela A.1 - Facturação e consumo médio diário da BMA 99

Tabela A.2 - Consumos e Custos Mensais Estimados da BMA 100

Tabela A.3 - Facturação e consumo médio diário do EP 101

Tabela A.4 - Consumos e custos mensais estimados do EP 102

Tabela A.5 - Consumos de electricidade das PMA 103

Tabela A.6 - Custos associados à electricidade consumida nas PMA 104

Tabela A.7 - Consumo médio diário de energia eléctrica nas PMA 105

Tabela A.8 - Custos e consumos médios de gás nas PMA 105

Tabela A.9 - Consumos de electricidade das PME 106

Tabela A.10 - Custos associados à electricidade consumida nas PME.....107

Tabela A.11 - Consumo médio diário de energia eléctrica nas PME 108

Tabela A.12 - Custos e consumos médios de gás nas PME 108

Tabela A.13 - Consumos de electricidade do EM 109

Tabela A.14 - Custos associados à electricidade consumida no EM 110

Tabela A.15 - Consumo médio diário de energia eléctrica no EM 111

Tabela A.16 - Consumo estimado de gás no EM.....111

Tabela A.17 - Consumos de electricidade da E.B. 2,3 de Arouca 112

Tabela A.18 - Custos associados à electricidade consumida na E.B. 2,3 de Arouca 113

Tabela A.19 - Consumo médio diário de energia eléctrica na E.B. 2,3 de Arouca 114

Tabela A.20 – Custos e consumo de gás na E.B. 2,3 de Arouca 114

Tabela B.1 - Equipamento do sistema de iluminação actual da BMA 116

Tabela B.2 - Custos de exploração estimados do sistema de iluminação actual da BMA 117

Tabela B.3 - Equipamento do sistema de iluminação actual do EP 118

Tabela B.4 - Custos de exploração estimados do sistema de iluminação actual do EP 119

Tabela B.5 - Equipamento do sistema de iluminação actual das PMA 121

Tabela B.6 - Custos de exploração estimados do sistema de iluminação actual das PMA.....122

Tabela B.7 - Equipamento do sistema de iluminação actual das PME 123

Tabela B.8 - Custos de exploração estimados do sistema de iluminação actual das PME.....124

Tabela B.9 - Equipamento do sistema de iluminação actual do EM.....125

Tabela B.10 - Custos de exploração estimados do sistema de iluminação actual do EM.....126

Tabela C.1 - Custos estimados da BM com o tarifário BTN – Médias Utilizações.....128

Tabela C.2 - Custos estimados da BM com o tarifário BTN – Longas Utilizações.....129

Tabela C.3 - Custos estimados da BM com o tarifário BTE – Médias Utilizações 130

Tabela C.4 - Custos estimados da BM com o tarifário BTE – Longas Utilizações 131

Tabela C.5 - Custos estimados do EP com o tarifário BTN – Médias Utilizações 132

Tabela C.6 - Custos estimados do EP com o tarifário BTN – Longas Utilizações 133

Tabela C.7 - Custos estimados do EP com o tarifário BTE – Médias Utilizações.....134

Tabela C.8 - Custos estimados do EP com o tarifário BTE – Longas Utilizações.....135

Tabela C.9 - Custos estimados das PMA com o tarifário BTE – Médias Utilizações 136

Tabela C.10 - Custos estimados das PMA com o tarifário BTE – Longas Utilizações.....137

Tabela C.11 - Custos estimados das PME com o tarifário BTE – Médias Utilizações.....138

Tabela C.12 - Custos estimados das PME com o tarifário BTE – Longas Utilizações 139

Tabela C.13 - Custos estimados das EM com o tarifário MT – Médias Utilizações.....140

Tabela C.14 - Custos estimados das EM com o tarifário MT – Curtas Utilizações 141

Tabela C.15 - Custos estimados das EM com o tarifário MT – Longas Utilizações.....142

Tabela C.16 - Custos estimados da E.B. 2,3 com o tarifário BTE – Longas Utilizações 143

Tabela C.17 - Custos estimados da E.B. 2,3 com o tarifário BTE – Médias Utilizações 144

Abreviaturas e Símbolos

Lista de abreviaturas

EA	Energia Activa
HC	Horas de Cheia
HP	Horas de Ponta
HSV	Horas de Super Vazio
HV	Horas de Vazio
HVN	Horas de Vazio Normal
IEA	*International Energy Agency*
IP	Iluminação Pública
LED	*Light Emitting Diodes*
PC	Potência Contratada
PT	Posto de Transformação
RCFV	Reactiva Consumida Fora de Vazio
RF	Regulador de Fluxo
RFV	Reactiva Fornecida no Vazio
UE	União Europeia
UPS	*Uninterruptible Power Supply*

Lista de símbolos

Q	Potência Reactiva
Q_{med}	Potência Reactiva Média
P	Potência Activa
W	Watt
var	volt ampere reactivo
VA	Volt-Ampere

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo descrevem-se as motivações para a realização desta dissertação, assim como a sua estrutura.

Pretende-se que o leitor tenha uma perspectiva geral da importância que a Câmara Municipal de Arouca deve prestar ao estudo dos consumos energéticos das suas infra-estruturas.

Dão-se ainda a conhecer os objectivos estabelecidos e a metodologia adoptada para a realização da dissertação.

1.1 - Enquadramento da dissertação

Arouca é um concelho integrado na Grande Área Metropolitana do Porto, com cerca de 378km^2 e mais de 23mil habitantes. Esta vasta área obriga a que existam diversas infra-estruturas de serviço público espalhadas pelo concelho, estando a maioria sob alçada da Câmara Municipal. Tais equipamentos foram construídos ao longo dos anos, muitas vezes sem preocupações com consumo e custos a longo prazo. Actualmente, com uma factura energética anual superior a 800mil euros, torna-se evidente a necessidade de identificar e caracterizar os seus consumos energéticos.

Perante a situação económico-financeira que o país e a Europa atravessam, as medidas para a promoção da eficiência no consumo dos municípios podem ser um aliado ao desenvolvimento regional e nacional.

1.2 - Objectivos

O trabalho realizado na Câmara Municipal de Arouca consistiu em identificar equipamentos, processos e comportamentos com elevado potencial na redução de consumos e custos com energia.

Pretendeu-se identificar e caracterizar os consumos energéticos do município, propondo soluções para a sua redução e optimização. Em função do tempo disponível para a realização do trabalho seleccionaram-se previamente as seguintes infra-estruturas a estudar:

- Edifício Principal (sede)
- Biblioteca Municipal
- Piscinas Municipais de Arouca
- Piscinas Municipais de Escariz
- Estádio Municipal
- Escola E.B. 2,3 de Arouca

Fez ainda parte dos objectivos desta dissertação, o levantamento dos consumos anuais do sistema de iluminação pública e a identificação de soluções que permitam a sua redução.

1.3 - Organização do documento

Este documento apresenta, para além do capítulo introdutório, 4 capítulos.

No Capítulo 2 apresenta-se uma análise aos consumos energéticos nacionais e mundiais, sempre na perspectiva da gestão de energia, focando em especial os campos de actuação das autarquias.

No Capítulo 3 faz-se a caracterização de todas as infra-estruturas estudadas, em especial dos sistemas consumidores de energia, identificando-se situações elegíveis para a aplicação de medidas correctivas.

No Capítulo 4 são apresentadas medidas correctivas, no âmbito da redução de consumos, para as situações identificadas no Capítulo 3.

O Capítulo 5 destina-se à apresentação das conclusões, assim como a proposta de trabalhos futuros.

1.4 - Metodologia de trabalho

A realização deste trabalho envolveu diversos agentes, com diversas contribuições, obrigando a alguma flexibilidade na realização das tarefas previstas.

Numa primeira fase foram estudados os consumos energéticos de todas as infra-estruturas. Esta etapa funcionou também como processo de ambientação à Câmara Municipal, permitindo perceber como está organizada a sua estrutura. Construíram-se elementos de apoio, que se vieram a revelar úteis no desenvolvimento de soluções.

Em seguida foram realizadas visitas às infra-estruturas estudadas, que permitiram recolher informação sobre o seu funcionamento. Recolheram-se informações junto dos funcionários e utilizadores, assim como dos responsáveis pelas infra-estruturas, que permitiram perceber o seu funcionamento e os hábitos comportamentais dos seus utilizadores. Nesta fase foram também elaborados registos temporais aos consumos de alguns edifícios, onde foi fundamental a cooperação do pessoal da manutenção.

Com base nas informações recolhidas, não descuidando as orientações da Câmara Municipal, foram elaboradas propostas de medidas correctivas. Foram sempre tidos em conta diversos pareceres e orientações, quer da Divisão de Planeamento, quer do Executivo.

Algumas das medidas desenvolvidas foram já apresentadas, encontrando-se em fase de implementação.

Capítulo 2

Gestão da Energia

O ritmo de crescimento global dos últimos anos, principalmente após a revolução industrial, fez com que a procura da energia tenha disparado, tornando-se num bem essencial para o desenvolvimento e progresso da humanidade. No entanto, a procura desenfreada por energia barata desencadeou uma série de processos de obtenção e exploração insustentáveis. O carvão, o petróleo e, recentemente, o gás natural foram conquistando o seu espaço na produção de energia. Estes são combustíveis fósseis, não renováveis, cuja utilização implica a libertação de gases que contribuem para o efeito de estufa. Associado a este fenómeno estão as alterações climáticas que tantas preocupações induzem. Além disso, o preço da energia tem aumentado, e é talvez aqui que os cidadãos têm sentido que está na hora de fazer algo. O processo de sensibilização é o primeiro passo, mas não é suficiente. Por vezes os cidadãos não sabem quando e que medidas devem tomar.

Em Dezembro de 2008 a União Europeia, perante o panorama global, assumiu que em 2020 os seus estados membros devem ter reduzido em 20%, relativamente a 1990, as emissões de gases com efeito de estufa. Os estados membros assumiram ainda que aumentarão em 20% a produção de energia a partir de fontes renováveis e reduzirão o seu consumo energético em 20%, redução apoiada por medidas de promoção da eficiência energética [1].

Neste capítulo explica-se resumidamente o cenário mundial e nacional de consumos energéticos. Abordam-se também as questões como a gestão da energia, a eficiência energética e o papel das autarquias nesses domínios. Faz-se ainda uma síntese das tecnologias actuais e futuras no campo da eficiência energética, focando em particular as aplicações enquadráveis no sector dos serviços.

2.1 - Energia, um bem escasso

A procura de energia está relacionada com o crescimento populacional e o seu desenvolvimento. As Nações Unidas estimam que em 2030 a população mundial atinja os 8,2 mil milhões de pessoas. São mais 1,7 mil milhões que em 2006, o que representa um crescimento mundial médio de 1% ao ano. A Figura 2.1 ilustra a estimativa das Nações Unidas para o crescimento mundial. Como se pode verificar a China continuará a ser o país mais

populoso do mundo mas, devido à elevada taxa de crescimento populacional, a Índia tenderá em aproximar-se. Um crescimento populacional significa mais água, mais e maiores cidades, mais transportes, mais comunicações, ou seja, mais energia.

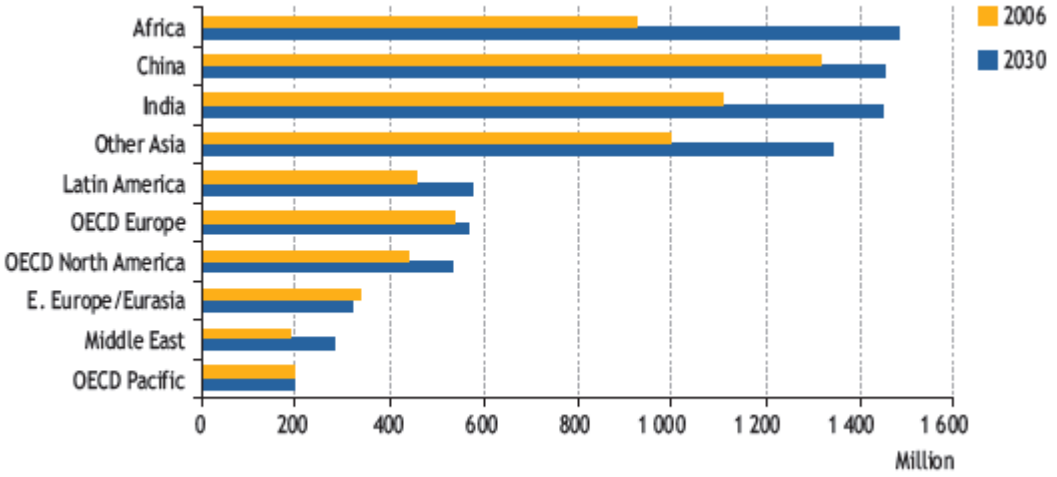


Figura 2.1 – Crescimento Demográfico Mundial [2]

Um bom indicador para o aumento da procura de energia é a taxa de crescimento do PIB mundial. Estima-se que entre 2006 e 2030 o crescimento médio mundial do PIB será de 3,3%, representando o peso dos países não membros da OCDE e o seu rápido crescimento, em particular da China e da Índia. Repare-se na Tabela 2.1 que o crescimento médio da China e da Índia para o período 2006-2030 é de 6,1% e 6,4% respectivamente, enquanto a média da OCDE é de apenas 2% e a EU fica-se pelos 1,8%. [2]

Tabela 2.1 - Crescimento do PIB Mundial [2]

	1980-1990	1990-2006	2006-2015	2006-2030
OCDE	3,0%	2,5%	2,3%	2,0%
América do Norte	3,1%	2,9%	2,3%	2,2%
U.S.A.	3,3%	2,9%	2,1%	2,1%
Europa	2,4%	2,3%	2,3%	1,9%
Japão	3,9%	1,3%	1,3%	1,2%
Não-OCDE	2,5%	4,4%	6,7%	4,8%
Europa de Leste/Eurásia	0,0%	0,0%	5,6%	3,7%
Rússia	-	-0,2%	5,7%	3,6%
Ásia	6,7%	7,2%	7,9%	5,7%
China	8,8%	9,8%	9,2%	6,1%
Índia	5,8%	6,1%	7,8%	6,4%
Médio Oriente	1,3%	4,3%	5,4%	4,3%
África	2,4%	3,6%	5,8%	4,1%
América do Sul	1,2%	3,2%	4,3%	3,1%
Brasil	1,5%	2,7%	4,0%	3,0%
Mundo	2,8%	3,2%	4,2%	3,3%
União Europeia	-	2,1%	2,2%	1,8%

Como se pode ver na Tabela 2.2 a dependência energética dos países que constituem a União Europeia cresceu entre 1997 e 2007 atingindo nesse ano 53,1%. Dos países que fazem parte da EU a 27 em 2007 o único não dependente do exterior foi a Dinamarca, Figura 2.2. No extremo oposto encontrava-se Malta com a maior dependência energética da UE. O Reino Unido havia sido exportador em 1997 mas deixou de sê-lo. Verifica-se ainda que dos restantes países, o que obteve maior aumento da sua dependência energética foi a Polónia, passando de 6,4% em 1997 para 25,5% em 2007. Portugal encontra-se no grupo de países com maior dependência energética, mais de 80% em 2007, bem acima da média dos 27 estados membros [3].

Tabela 2.2 - Dependência energética da EU [3]

Ano	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
EU - 27	45,0	46,1	45,1	46,8	47,5	47,6	49,0	50,3	52,8	53,8	53,1

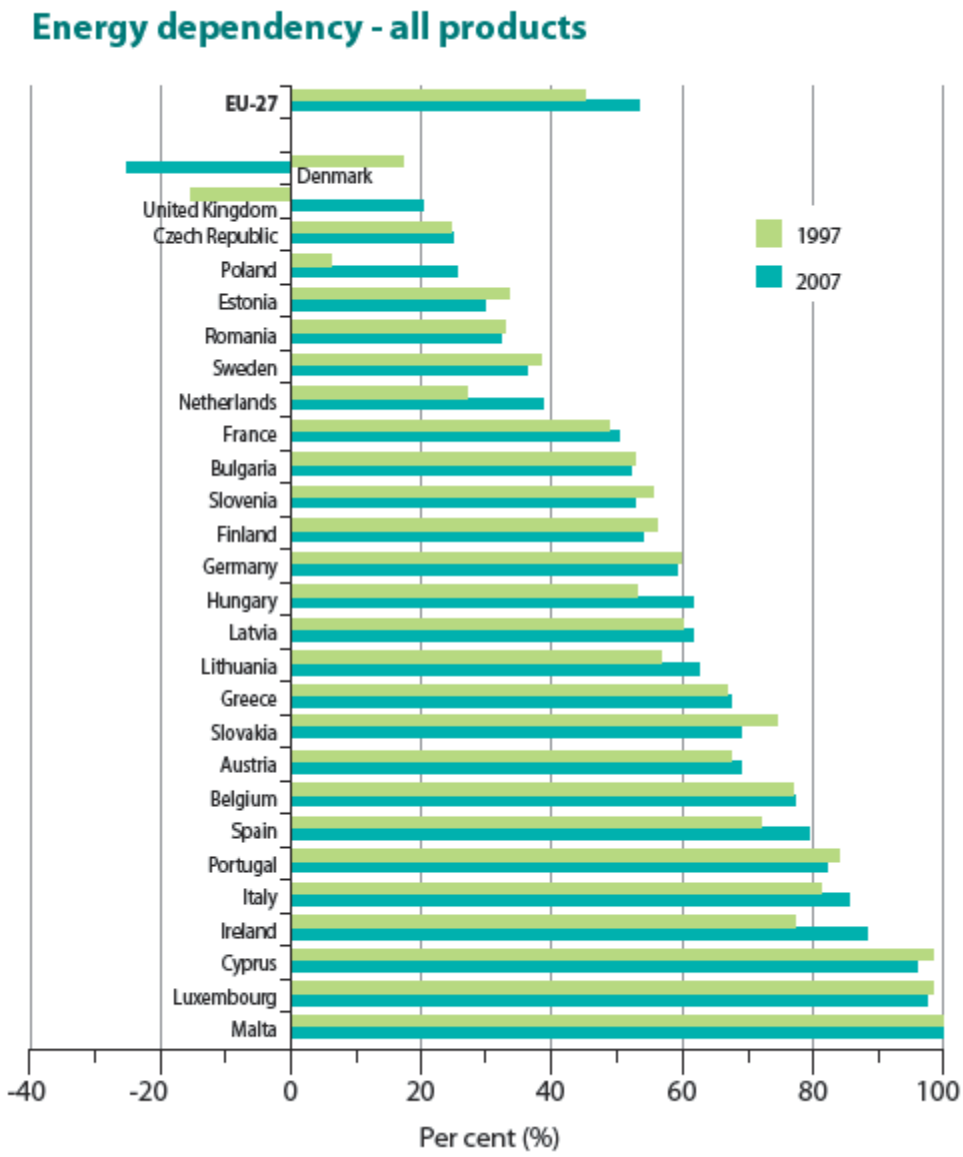


Figura 2.2 – Dependência dos estados membros da UE [3]

2.2 - Consumo de Energia em Portugal

O consumo de energia em Portugal tem aumentado nos últimos anos, a um ritmo superior ao crescimento da economia. Consequentemente a intensidade energética portuguesa aumentou 4% em relação a 1991, encontrando-se 10% acima da média europeia.

Portugal não dispõe de recursos minerais que lhe permita ser auto-suficiente em termos energéticos, vê-se assim obrigado a importar combustíveis fósseis, carvão, gás natural e petróleo. Em 2006 Portugal importou 83% das suas necessidades energéticas, ano em que as importações de petróleo representaram 55% das importações, números pesados para a dimensão da economia do país. Nesse mesmo ano, cerca de dois terços da energia eléctrica consumida em Portugal foi obtida a partir de combustíveis fósseis, Figura 2.3. O restante foi proveniente de fontes renováveis, como a energia hídrica, eólica e biomassa [4].

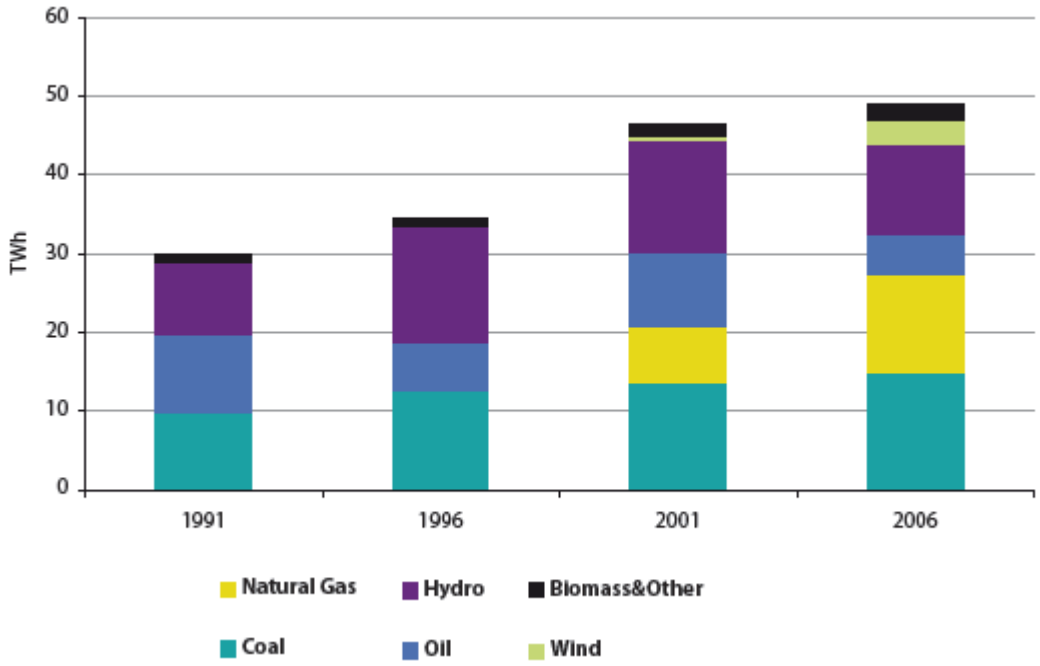


Figura 2.3 – Evolução da produção de energia eléctrica em Portugal [4]

Como se pode ver pela Figura 2.3 os consumos de energia eléctrica foram crescentes entre 1991 e 2006, embora as fontes de energia se tenham diversificado. Em 1991 a energia eléctrica portuguesa era praticamente produzida a partir do carvão, petróleo e dos recursos hídricos em partes quase iguais, cabendo ainda à biomassa um pequeno contributo. Passados 15 anos, em 2006, encontramos nas fontes usadas para a produção de electricidade, além das referidas para 1991, o gás natural e a energia eólica.

A Figura 2.4 é um gráfico com as estatísticas de produção de energia eléctrica em Portugal no mês de Janeiro de 2008, 2009 e 2010. Nos últimos três anos a produção de energia eléctrica a partir de combustíveis fósseis durante o mês de Janeiro diminuiu, tendo sido essa diminuição compensada pelo aumento de produção de energia a partir da hídrica e das restantes fontes de energia das quais fazem parte a eólica, solar e biomassa [5].

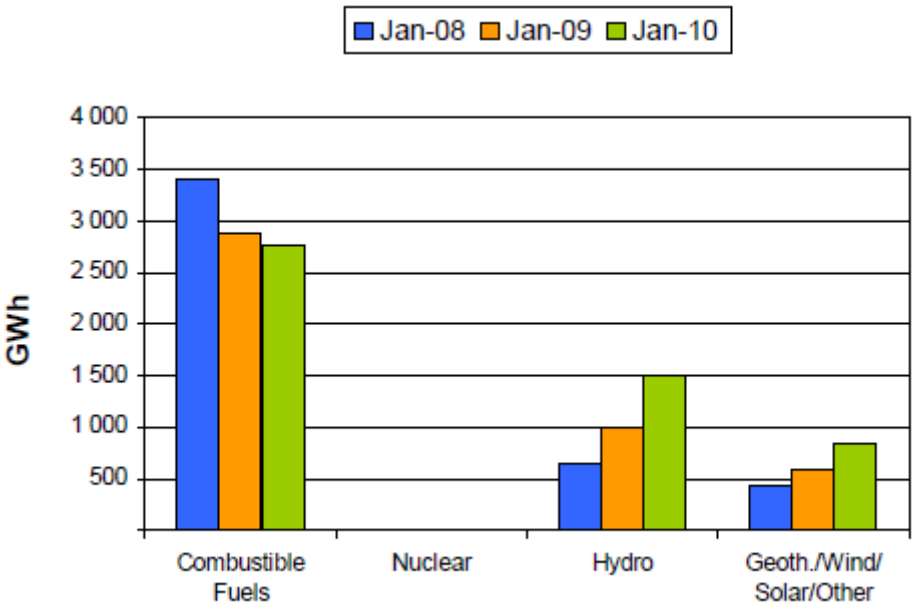


Figura 2.4 – Estatísticas Mensais da produção de energia eléctrica em Portugal [5]

Analisando os dados relativos ao consumo energético português de 2007, Figura 2.5, verifica-se que a maior fatia do consumo está destinada aos transportes, seguindo-se a indústria, o sector residencial e só depois os serviços que representam cerca de 12% da factura energética nacional, conforme os dados do Eurostat [6].

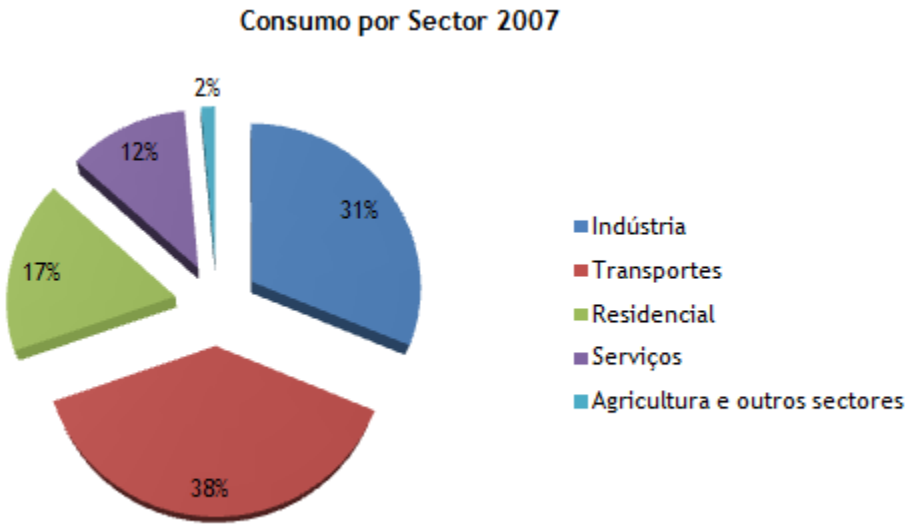


Figura 2.5 – Desagregação dos consumos energéticos portugueses por sector de actividade [6]

Na Tabela 2.3 estão representadas as taxas de crescimento médias anuais (TCMA) dos consumos energéticos portugueses. Como se pode verificar entre 2000 e 2005 ocorreu uma desaceleração dos consumos em todos os sectores, facto não dissociável do contexto económico nacional. Contudo o sector dos serviços manteve a TCMA elevada.

Tabela 2.3 - Evolução da TCMA dos consumos energéticos entre 1990 e 2005 [7]

	TCMA		
	1990-1995	1995-2000	2000-2005
Indústria	1,3	4,1	-0,2
Transportes	5,3	7,3	0,7
Doméstico	1,0	2,8	1,9
Serviços	6,7	10,8	6,8
Outros	3,0	-2,1	-0,4

Os dados da Figura 2.6 mostram que os consumos energéticos portugueses, de 1973 a 2007, aumentaram em todos os sectores. No caso concreto dos serviços, que no gráfico está associado ao sector residencial e à agricultura nas colunas correspondentes a "Other sectors" é notório o crescimento do consumo de energia eléctrica, assim como a introdução do gás natural e de outras fontes como a energia solar e a cogeração.

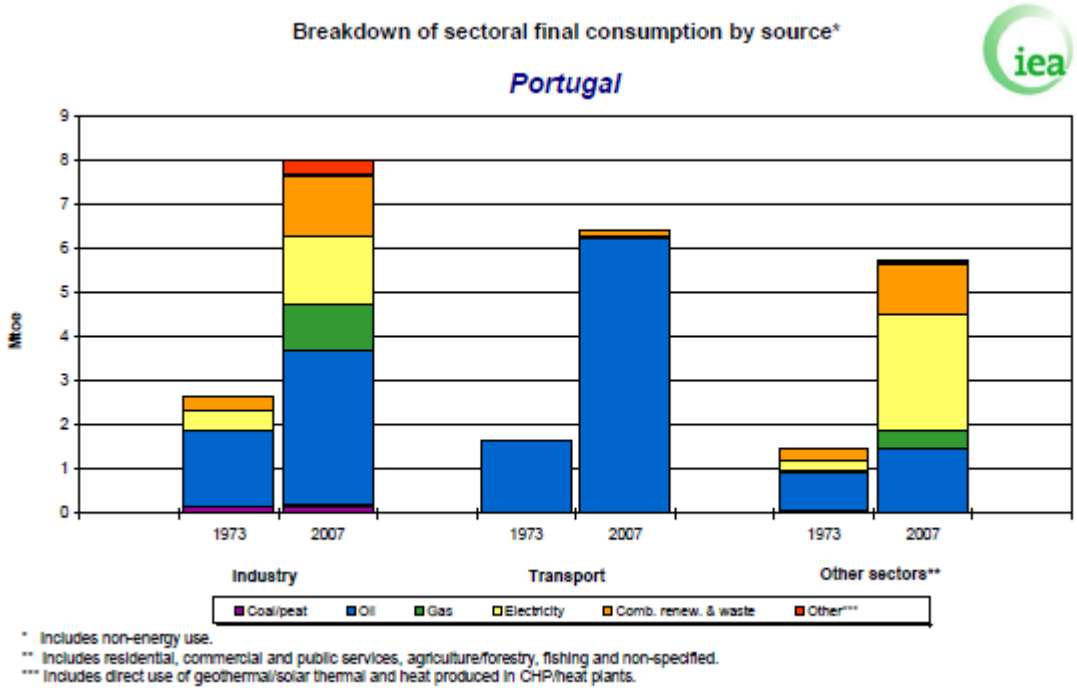


Figura 2.6 – Comparação dos consumos energéticos portugueses dos anos 1997 e 2007 [8]

2.3 - Municípios e o seu papel na gestão da energia

Os números de 2007 relativos ao consumo energético nacional revelam que cerca de 12% da energia primária consumida em Portugal é da responsabilidade dos serviços [9]. Desta fatia faz parte o consumo das autarquias, entidades que gerem estabelecimentos de ensino, desportivos, culturais, entre outros. Muitas vezes as autarquias representam o pior modelo para os cidadãos, uma vez que é comum a inexistência de sistemas de gestão eficazes que promovam a eficiência energética nos seus edifícios, evitando desperdícios. Estas situações não se devem apenas à má gestão da energia nos edifícios, mas também ao pouco cuidado na fase de projecto, que durante muitos anos foi ignorando a sustentabilidade das estruturas [10].

2.3.1 - Princípios da gestão energética municipal

A gestão energética eficiente de qualquer estrutura depende muito do seu conhecimento, sendo necessário saber quanto, quando, onde e por quem é gasta a energia. A primeira etapa, com vista a implementar medidas que promovam a utilização racional da energia, parte de um exaustivo levantamento energético, permitindo conhecer os equipamentos existentes, assim como o seu perfil de utilização e o seu estado. Esta tarefa nem sempre é fácil, e pode tornar-se morosa, devido à falta de cruzamento de informações, uma vez que cada departamento apenas recolhe os dados que necessita para realizar as tarefas a que está incumbido.

A criação de um procedimento de recolha de dados, previamente seleccionados, aliado a uma ferramenta de registo e arquivo de informação em suporte electrónico, em que estivessem envolvidos todos os sectores da actividade, poderia ser de muita serventia, reduzindo mesmo custos operacionais, uma vez que é comum circularem documentos duplicados. Este registo, para além de tornar os processos mais rápidos seria muito útil nas estatísticas e avaliações dos consumos energéticos.

Os documentos mais importantes, a registar e arquivar, para uma estimativa dos consumos são as facturas energéticas, as características dos edifícios e os custos operacionais de cada sistema consumidor de energia.

No esquema da Figura 2.7 está representada uma estrutura simplificada de um possível sistema de registo de dados na perspectiva do Gestor de Energia.

Os municípios têm diversas áreas onde actuar na promoção da redução do desperdício energético, de entre as quais se destacam o parque de edifícios municipais, a frota de veículos e as instalações de serviços municipais. No parque de edifícios municipais estão incluídos os edifícios administrativos, escolas, bibliotecas, museus, instalações desportivas, instalações de serviços sociais entre outros. As frotas de veículos municipais também são uma área de actuação, nos seus veículos de serviço, veículos de recolha de resíduos urbanos, veículos de transporte público, entre outros. Por fim e não menos importante, pois tem grande peso na factura energética dos municípios, as instalações de serviços municipais onde se incluem a rede de iluminação pública, o abastecimento de água e a rede de esgotos.

Aliado às diversas áreas de actuação está o enorme potencial de economia de energia. A idade, por vezes avançada e as necessidades de reparação comuns ao parque de edifícios municipais, são alguns dos problemas. Existem três tipos de medidas principais a aplicar nos edifícios a requalificar que são a optimização das características construtivas, uso de

equipamento com níveis de performance energética superior e aplicação de medidas de controlo de consumos [10],[11].

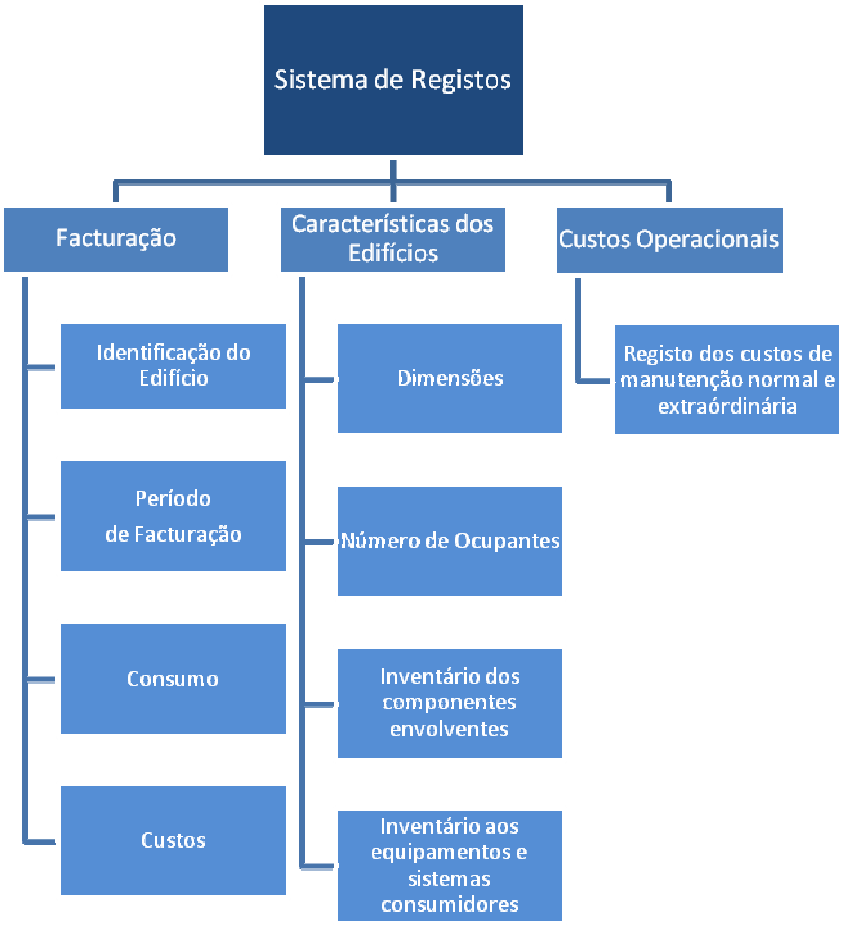


Figura 2.7 – Esquema simplificado dos registo a efectuar para uma análise aos consumos energéticos [10]

2.3.2 - O Gestor de Energia

O Gestor de Energia é um técnico especialista nomeado para fazer a promoção da utilização racional da energia. A complexidade que envolve a gestão da energia nos edifícios públicos faz do Gestor de Energia um elemento de grande importância, não só nas grandes administrações púbicas mas também nos pequenos municípios. É nestes que por vezes os quadros apresentam défices de recursos qualificados, podendo estar a gestão dos serviços menos organizada.

Genericamente cabe ao Gestor de Energia a análise dos contratos de aquisição de energia, a realização de auditorias ao consumo energético, auditorias ao equipamento e a promoção de uma cultura de poupança energética.

A análise dos contratos de energia é uma função importante, uma vez que permite poupanças financeiras consideráveis. Perante a liberalização dos mercados e diante de várias opções de consumo e opções tarifárias, é necessário realizar uma análise cuidada antes da assinatura dos contratos de aquisição de energia para que não haja um desajuste entre as necessidades do utilizador e o especificado no contrato.

Igualmente importante é a função de auditor, quer dos consumos, quer do estado dos equipamentos. Auditorias periódicas ao consumo dos edifícios e das infra-estruturas permitem identificar os pontos a melhorar através de metodologias de optimização, que podem ou não passar por investimentos.

A auditoria ao estado dos equipamentos deve ser feita em cooperação com o departamento de manutenção, registando todas as operações efectuadas, quer estejam incluídas no plano de manutenção, quer sejam excepcionais.

A função mais diplomática do Gestor de Energia é sem dúvida a promoção de hábitos de economia energética. Promover campanhas junto dos munícipes e efectuar acções específicas dirigidas aos utilizadores dos edifícios públicos, utilizando exemplos práticos, é a forma mais assertiva na promoção de uma cultura energética amiga do ambiente.

Para desempenhar tais funções o Gestor de Energia deve compreender as tecnologias e acções a implementar para a redução do desperdício, assim como conhecer sob o ponto de vista técnico, energético e financeiro todos os edifícios e instalações a melhorar.

Perante tais responsabilidades é fundamental que o Gestor de Energia tenha, aliado às suas competências técnicas, um comportamento imparcial [10].

2.4 - Eficiência energética – aplicações no sector público

A eficiência energética pode definir-se como a relação entre o trabalho útil produzido e a energia consumida para o realizar. Sendo assim, produzir o mesmo com menor consumo de energia significa aumentar a eficiência energética. Este aumento em larga escala pode justificar a não necessidade de investir em novas infra-estruturas para o sistema de produção e distribuição de energia, situação que reduzirá os custos com combustíveis promovendo um aumento de competitividade e bem-estar do consumidor [12]. Um estudo realizado pela Agencia Internacional de Energia (IEA) em 11 estados membros estima que se não tivessem sido aplicadas medidas de eficiência energética entre 1973 e 2004, o seu consumo energético seria acrescido em 56%, Figura 2.8. A eficiência energética pode ser considerada a maior fonte de energia, mais que o petróleo [13].

Além disso uma diminuição dos consumos energéticos, principalmente em países com uma grande componente oriunda de importações de combustíveis fósseis, promove o aumento da segurança energética, uma vez que estes ficam menos vulneráveis às oscilações políticas e financeiras dos mercados internacionais.

Mas as vantagens não se resumem em benefícios económicos, a redução das emissões de gases com efeito de estufa são um factor chave e um dos principais aliados às políticas promotoras de eficiência energética [12].

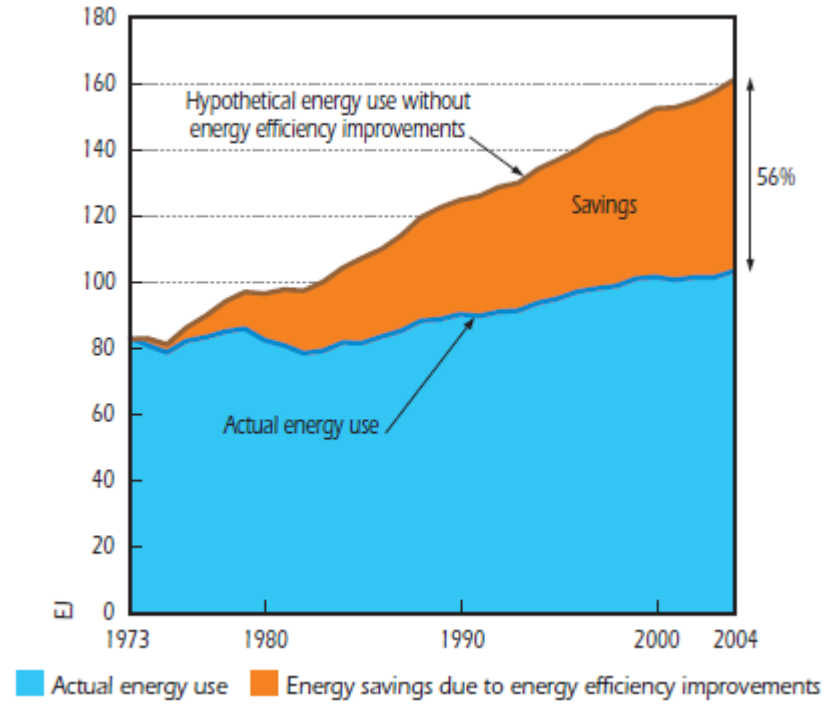


Figura 2.8 – Redução do consumo de energia baseado em eficiência energética [14]

A função das autarquias como órgão fomentador da eficiência energética não deve ser descuidada, pois a sua proximidade aos cidadãos permite a promoção de boas práticas na eficiência do consumo. Mas tal nem sempre acontece porque existem muitas dificuldades na alteração de comportamentos e na realização de investimentos.

Um dos entraves é a falta de conhecimento das novas tecnologias e equipamentos emergentes que podem ser mais-valias para o desempenho energético das estruturas. Outra dificuldade é criada pelos arquitectos, engenheiros e construtores que projectam e constroem novas estruturas sem acautelar situações de desperdício de energia, não prevendo por exemplo sistemas de aproveitamento da luz natural. A estas dificuldades junta-se a incapacidade dos instaladores em proporem soluções inovadoras e efectuarem assistência técnica qualificada.

Este conjunto de dificuldades atrasa a instalação de sistemas que trariam benefícios económicos e ambientais. As soluções tecnológicas disponíveis no mercado com melhor relação qualidade/preço seriam suficientes para alcançar economias significativas e amortizar o investimento em poucos anos [10].

2.4.1 - Envolvente dos Edifícios

Os principais consumos energéticos dos edifícios são fruto da utilização de sistemas de climatização e iluminação. Estes sistemas são fortemente dependentes da envolvente do edifício que, no caso dos sistemas de climatização, funciona como regulador das cargas térmicas e na iluminação está relacionado com a utilização da luz natural.

A envolvente dos edifícios pode ser optimizada de forma a reduzir os consumos de energia térmica e eléctrica, nalguns casos permitindo reduções de até 30%.

Para isso é necessário aplicar um conjunto de medidas, de entre as quais se destacam as seguintes:

- Uso de caixilharia e envidraçados adequados;
- Instalação de sistemas de sombreamento (sistemas de redução da incidência solar ou recurso a vegetação);
- Isolamento térmico das paredes, coberturas e pavimentos com materiais de baixa condutividade térmica;
- Isolamento de possíveis pontos de circulação de ar entre o interior e o exterior;
- Projecto e controlo da ventilação de forma a recuperar o calor do ar da saída;

Devem ser evitadas as pontes térmicas, para isso é fundamental fazer isolamento dos componentes individuais.

Sempre que os edifícios sejam alvo de reabilitação devem ser analisadas as questões térmicas, procurando encontrar soluções económica e funcionalmente passíveis de ser aplicadas. Naturalmente que cada caso é um caso e as soluções idealizadas devem ser adaptadas às características construtivas e arquitectónicas, bem como às funções a desempenhar por cada edifício [10].

2.4.2 - Sistema de Climatização

Os sistemas de climatização dos edifícios estão muito próximos dos utilizadores, o que faz deles inseparáveis, uma vez que contribuem de forma significativa para conforto e bem-estar. No entanto devem ser criadas condições para que estes sistemas sejam o mais eficiente possível, uma vez que são responsáveis por uma parcela significativa dos consumos energéticos dos edifícios. Existem várias medidas genéricas a aplicar para que tal suceda, de entre as quais a aplicação de isolamento térmico nos acumuladores e nas redes de distribuição de água quente, a manutenção e configuração adequada dos parâmetros de combustão das caldeiras, ou mesmo a sua eventual substituição por equipamentos mais eficientes, a utilização do calor da chaminé para pré-aquecimento de águas quentes sanitárias e a correcta configuração dos sistemas de controlo. O controlo é fundamental para que estes sistemas tenham um bom desempenho. Devem ser tomadas medidas para evitar que estes sistemas funcionem em períodos desocupados, a temperatura das caldeiras deve ser regulada para os valores indicados, evitando o aquecimento excessivo que incrementa as perdas, devem ser configurados limites de temperatura ambiente adequados, tipicamente 20-22ºC, as unidades de climatização finais devem ser equipadas com termóstatos e a temperatura das águas quentes armazenadas deve ser de 60ºC.

É recomendado também que os sistemas de aquecimento de águas quentes sejam centralizados. Deve ainda ser explorada a aplicação de colectores solares para aquecimento de água.

Quanto aos sistemas de arrefecimento, em específico os equipamentos de ar condicionado, devem ser escolhidos com base no seu coeficiente de *performance* (COP), quanto maior o COP melhor será o seu desempenho energético.

Além de todas recomendações aqui enunciadas, devem ser tomadas medidas de sensibilização dos utilizadores dos espaços, pois aqui são pequenos gestos que causam grandes economias [10].

2.4.3 - Sistemas de Iluminação

A iluminação tem um peso médio na factura da electricidade dos edifícios de escritórios de 30% e nos estabelecimentos de ensino e de desporto chega aos 39% [15].

Mas não faz sentido falar de iluminação artificial sem fazer referência ao elemento principal, a lâmpada. Existem actualmente vários tipos de lâmpadas no mercado, destacando-se as lâmpadas incandescentes comuns e de halogéneo, fluorescentes, vapor de mercúrio e vapor de sódio de alta pressão, lâmpadas de vapor de mercúrio de iodetos metálicos e sistemas de iluminação com LEDs. Este conjunto de lâmpadas são muito utilizadas actualmente, embora este cenário tenda a alterar-se nos próximos anos, resultado da aplicação das medidas tomadas pelos governos para a melhoria da eficiência energética dos sistemas de iluminação. [16-18]

A Figura 2.9 representa a cota de mercado, em 2009, das tecnologias emergentes de iluminação. Como se pode ver pela figura as lâmpadas fluorescentes têm a maior cota de mercado, seguindo-se as lâmpadas de descarga de alta intensidade.

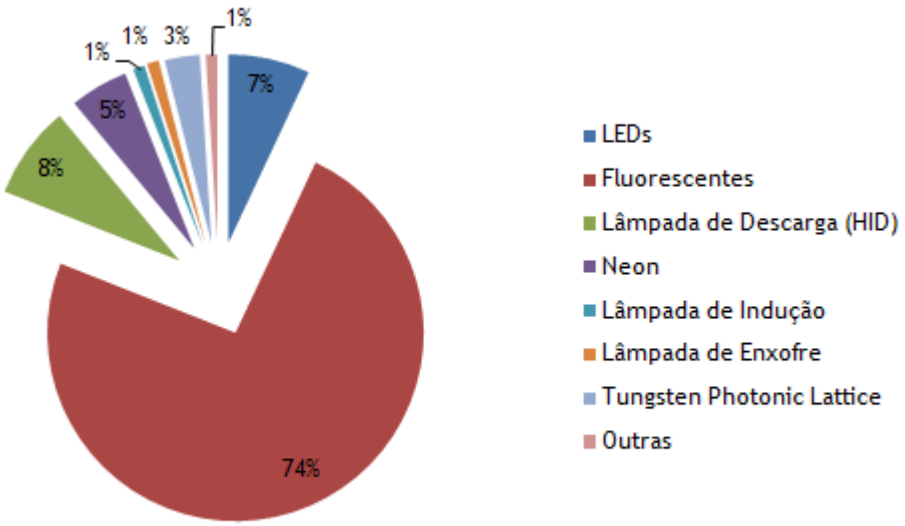


Figura 2.9 – Cota de Mercado dos sistemas de iluminação emergentes [19]

As lâmpadas têm diversas características gerais, como a tensão de alimentação, corrente, tipo de casquilho, dimensões, e não menos importantes as características luminoténicas, onde o rendimento luminoso, a temperatura de cor, o índice de reconstituição de cores e a duração média de vida são as mais relevantes [20]. Estas características não podem ser descuidadas sempre que se projecta um sistema de iluminação. Para um sistema de iluminação eficaz e eficiente é fundamental adequar o tipo de fonte luminosa ao que se pretende iluminar.

Uma correcta análise à eficiência energética de um sistema de iluminação nem sempre se pode ser restringir à lâmpada. Muitos são os tipos de lâmpadas que para funcionar necessitam de aparelhagem auxiliar, como é o caso das lâmpadas de descarga e dos leds. Na Figura 2.10 está indicada a eficiência energética típica para os sistemas de iluminação mais comuns. Na coluna da esquerda encontra-se a eficiência dos balastros, na coluna do meio a eficiência das

fontes luminosas e na coluna da direita a eficiência da armadura. Por fim são indicados os valores típicos de eficiência para cada tipo de sistema de iluminação.

O rendimento luminoso dos leds de 188lm/W corresponde ao objectivo para 2015 definido pelo Departamento de Energia dos EUA.

Como se pode ver pela Figura 2.10 as lâmpadas incandescentes têm os piores rendimentos luminosos. Já as lâmpadas de descarga possuem rendimentos elevados, principalmente as lâmpadas de descarga de alta pressão. Quanto às lâmpadas de descarga de baixa pressão, conhecidas por lâmpadas fluorescentes, apresentam rendimentos intermédios, sendo evidente que as lâmpadas fluorescentes tubulares têm melhor desempenho energético. A maturação tecnológica das lâmpadas fluorescentes, dos balastros electrónicos e das luminárias com reflectores de alto rendimento permite que actualmente se concebam sistemas de iluminação fluorescente com rendimentos consideráveis. Se a iluminação fluorescente está numa fase de maturação elevada os leds têm um enorme potencial, espera-se que esta tecnologia evolua bastante nos próximos anos, pois para além dos estudos apontarem para que atinjam rendimentos muito elevados, têm uma boa reconstituição de cor, uma duração média de vida superior às restantes tecnologias e são livres de mercúrio. Estima-se que as lâmpadas fluorescentes descartadas anualmente nos EUA introduzam no ambiente quatro toneladas de mercúrio [21].

Embora já existam soluções de mercado usando a tecnologia led um estudo publicado na IEEE Spectrum Magazine, em Março de 2009, indica que serão necessárias medidas políticas para que se faça a transição dos sistemas actuais para esta nova tecnologia.

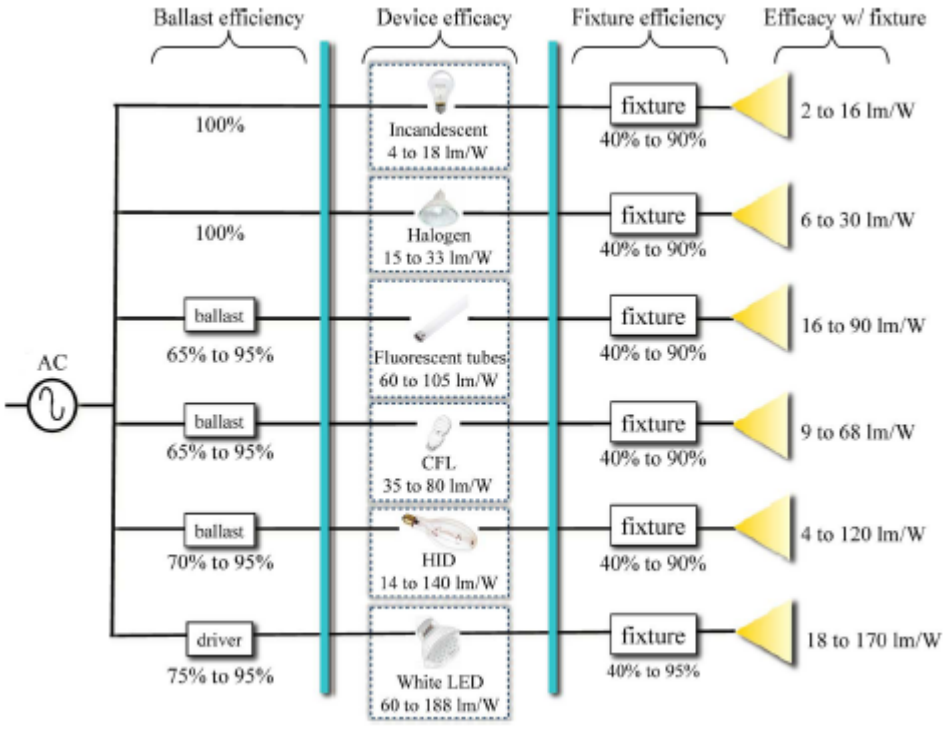


Figura 2.10 – Eficiência dos sistemas de iluminação [22]

No entanto os fabricantes não param e vão surgindo novos produtos que acabarão por conquistar a confiança dos utilizadores. Na edição da Expolux 2010, em São Paulo, Brasil, a

Philips apresentou uma lâmpada de 12W equipada com leds, para substituição das incandescentes de 60W, com uma duração média de vida estimada em 45 mil horas e uma temperatura de cor de 2700K, Figura 2.11.

Figura 2.11 – Master Led 12W [23]

No entanto não é suficiente ter equipamento eficiente para um sistema de iluminação o seja também. Os circuitos de comando dos sistemas de iluminação são um elemento tão ou mais importante que a fonte. A sensibilização dos utilizadores dos edifícios para que façam a sua correcta operação é fundamental. Contudo existem soluções tecnológicas que permitem o comando automático, dispensando a acção dos utilizadores.

A combinação da iluminação artificial com a natural permite economias significativas, até 30%, que podem chegar aos 50% quando articuladas com detectores de presença [24]. Na Figura 2.12 está representada uma sala em que é aproveitada a presença da luz natural. As luminárias são colocadas paralelamente à janela, permitindo diminuir o fluxo ou desligar as filas nas horas em que haja uma boa iluminação natural.

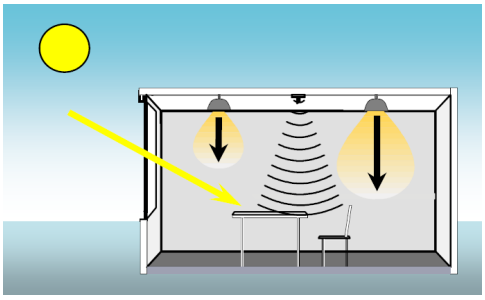


Figura 2.12 – Iluminação natural/artificial [24]

A utilização de sensores de luminosidade combinada com balastros electrónicos reguláveis permite fazer variação do fluxo emitido pela lâmpada em função das necessidades. Este sistema faz uma variação contínua dos níveis de luminosidade, evitando a sua percepção pelos utilizadores. Desta forma, além de proporcionar conforto aos utilizadores de edifícios fechados, os níveis de iluminação artificial são sempre mantidos nos valores mínimos. Na Figura 2.13 estão representados os consumos anuais previstos numa sala com três filas de luminárias colocadas paralelamente à janela. Foram efectuadas previsões de consumos para três cenários. No primeiro cenário utilizam-se balastros magnéticos convencionais, no segundo balastros electrónicos e no terceiro balastros electrónicos com regulação de fluxo e

sensor de luminosidade. Como se pode ver a utilização de balastros electrónicos por si só reduz os consumos, mas a utilização de balastros electrónicos reguláveis combinados com sensores de luminosidade permite reduzir o consumo anual em 64%. Este é um exemplo ilustrativo, pois o valor da economia varia em função da concepção arquitectónica, da orientação do edifício, dos materiais empregues, entre outros [15, 25, 26].

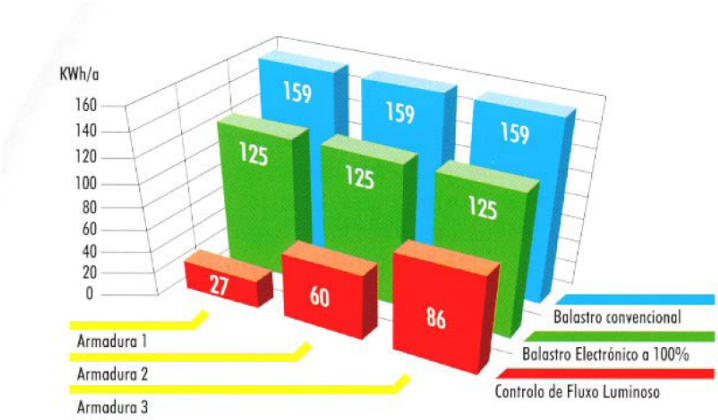


Figura 2.13 – Consumo de energia de sistema com balastros convencionais/electrónicos [25]

2.4.4 - Equipamento informático

O equipamento informático, assim como os restantes equipamentos de escritório, continuam a representar uma parcela importante no consumo eléctrico do sector terciário. Como se pode ver na Figura 2.14 cerca de 1/3 da energia consumida neste sector é proveniente de "outras cargas" onde estão incluídos os equipamentos de escritório. Nos últimos anos tem se registado um aumento do consumo oriundo destes equipamentos.

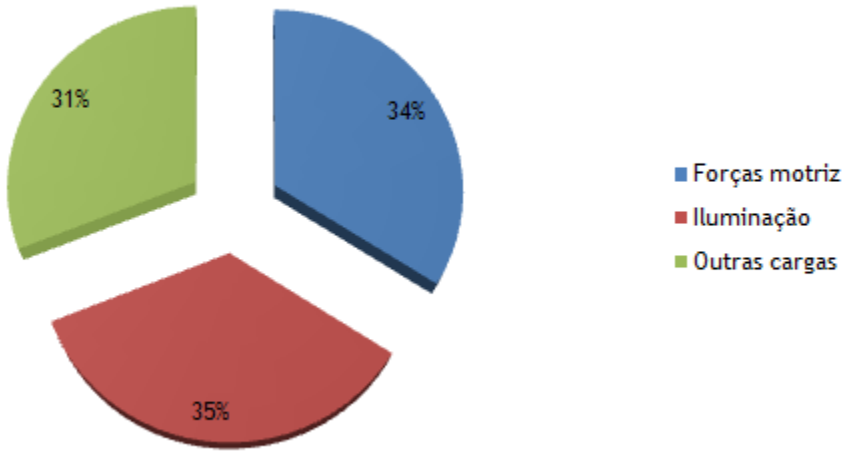


Figura 2.14 – Desagregação dos consumos energéticos do sector terciário [27]

Existem inúmeras medidas a aplicar para contrariar essa tendência, aliadas a um enorme potencial desaproveitado. O caminho a seguir passa pela aquisição de equipamento mais eficiente, uma boa gestão do mesmo e a divulgação de boas práticas de utilização. A substituição de computadores de secretária por computadores portáteis pode representar economias energéticas na ordem dos 80%. A troca de monitores CRT por monitores LCD ou LED que atendam à norma Energy Star 5.0 representa uma redução que pode ir de 25 a 60%, dependendo da forma como se usam. A Energy Star estima que se todos os novos monitores vendidos nos E.U.A. cumprirem a norma Energy Star 5.0 serão economizados mil milhões de dólares por ano. Outra medida é o uso de dispositivos multifunções centralizados, em vez dos tradicionais dispositivos monofunções individuais [10, 28-30].

A adopção de medidas de gestão da energia nos dispositivos informáticos é também fundamental, procurando inibir consumos parasitas como por exemplo o stand-by. A IEA estima que globalmente o modo stand-by representa um consumo anual de 480 TWh, mais do que o consumo total da França. O potencial de redução ronda os 300TWh/ano, equivalente ao consumo anual da Itália. Muitos países estão a adoptar medidas para combater este consumo parasita. Na cimeira do G8 em 2005 os participantes comprometeram-se a promover iniciativa da IEA "1 watt por equipamento". O governo Alemão, para combater os seus gastos em stand-by estimados em 20TWh/ano, apoiou a medida e recomenda mesmo a que seja adoptado o princípio "off is off" [31, 32].

Há no entanto algumas barreiras na aplicação destas medidas. Por vezes é difícil quantificar os valores da economia de energia o que inibe os investimentos em novos equipamentos. Por vezes, os gestores de rede desactivam os sistemas de gestão de energia dos computadores para terem acesso permanente às máquinas. Estas situações devem ser tratadas de forma a evitar a permanência dos equipamentos ligados 24 horas [32].

2.4.5 – Correcção do Factor de Potência

Os sistemas eléctricos que funcionem com corrente alternada podem necessitar de dois tipos de potência, potência activa (P) e potência reactiva (Q).

A potência activa é responsável pela realização de trabalho, já a potência reactiva serve para alimentar circuitos magnéticos das máquinas eléctricas. A soma vectorial da potência activa e reactiva resulta na potência aparente (S), Figura 2.15.

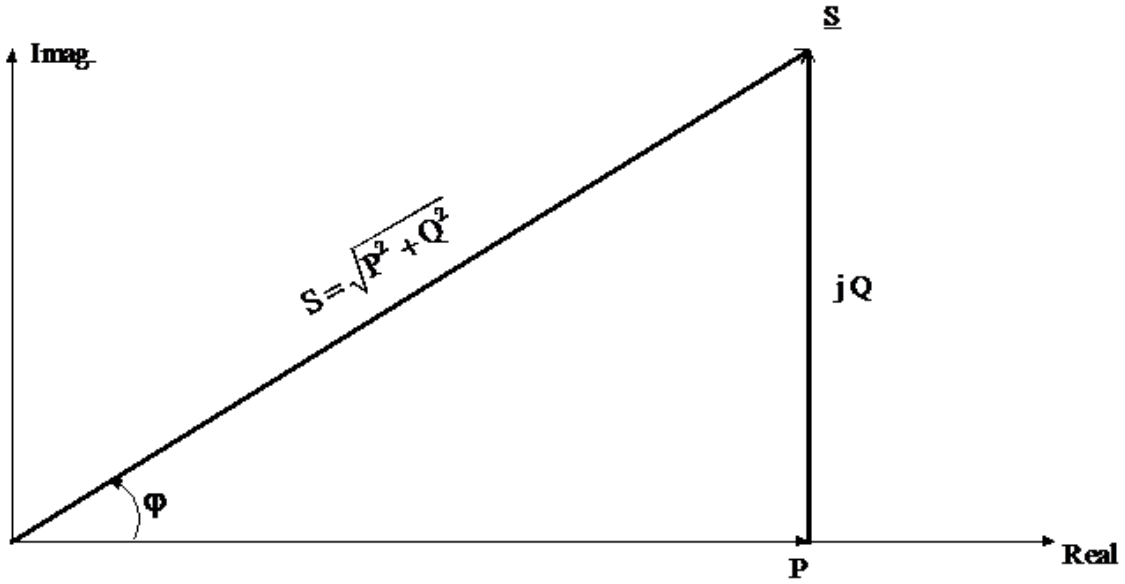


Figura 2.15 – Triângulo de Potências [33]

A relação entre a potência reactiva e activa designa-se por tg φ, Q/P= tg φ. O termo factor de potência (cos φ) é uma variante da relação atrás descrita e define-se pela relação entre a potência activa e a potência aparente, P/S=cos φ.

O funcionamento de instalações com um factor de potência baixo tem inconvenientes para o sistema o funcionamento do sistema eléctrico. Um factor de potência baixo limita a capacidade de cabos e transformadores em fornecer de energia activa, uma vez que estão em parte ocupados pela circulação de energia reactiva.

Além disso a energia reactiva é alvo de facturação de acordo com o Regulamento de Relações Comerciais do Sector Eléctrico publicado pela ERSE.

A energia reactiva pode ser indutiva, situação em que o cliente recebe energia reactiva da rede, ou capacitiva, situação em que o cliente entrega energia reactiva à rede. Dependendo das horas do dia, os dois tipos de energia reactiva podem ser alvo de facturação.

De acordo com a legislação actual, a facturação de energia reactiva indutiva nas horas fora de vazio ocorre quando tg φ(média) ≥ 0,4 para um período de integração igual ao período de facturação. Na prática isto significa que o cliente pode receber energia reactiva até 40% do valor da energia activa proveniente da rede, durante o período de facturação, sem que lhe seja cobrada.

Já a energia reactiva capacitiva é alvo de facturação nas horas de vazio. Neste caso toda a energia reactiva fornecida pelo cliente é alvo de facturação [33, 34].

No âmbito do Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) foi elaborado um novo regime de facturação de energia reactiva que tem como objectivo incentivar comportamentos mais eficientes, contribuindo para a redução das perdas na utilização das redes de transporte e distribuição.

De acordo com o despacho nº 7253/2010, publicado em Diário da República a de 26 de Abril de 2010, o valor de tg φ será reduzido de 0,4 para 0,3 em 2012. Em 2011 serão criados escalões de tg φ (0,3;0,4;0,5), estando prevista a aplicação factores multiplicativos penalizadores às instalações enquadradas nos piores escalões. Ainda em 2011 o período de

integração, que actualmente corresponde ao período de facturação, será alterado para diário, em clientes em MAT, AT e MT[35, 36].

Uma vez que não é possível eliminar a energia reactiva, pois esta é necessária para o funcionamento dos equipamentos a solução passa por instalar dispositivos que a forneçam localmente.

Idealmente a compensação é feita o mais próximo possível das cargas, a chamada compensação local. Muitas vezes esta é uma solução economicamente pouco viável, sendo mais adequada quando prevista na fase de projecto, pois evitará o sobredimensionamento dos circuitos de alimentação.

É mais comum optar-se pela compensação sectorial ou global. Esta é feita nos quadros parciais ou à entrada da instalação. Nestes casos é comum optar-se por baterias de condensadores com regulação automática, embora a opção entre baterias de regulação automática e fixa esteja sempre dependente do perfil de utilização da instalação e/ou do equipamento instalado [33].

2.4.6 – Iluminação Pública

Os sistemas de iluminação pública devem ser analisados cuidadosamente uma vez que são um dos principais consumidores de energia eléctrica das autarquias. Existem dois aspectos principais a ter em atenção, a eficiência luminosa e o sistema de comando. Como foi referido, em 2.4.3 - , para um sistema de iluminação ser eficiente é necessário que a fonte luminosa o seja. No caso concreto da iluminação pública deve procurar-se usar lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão ou lâmpadas de vapor de mercúrio de iodetos metálicos. As primeiras apresentam uma reconstituição cromática suficiente e um rendimento luminoso elevado, dependendo da potência podem chegar aos 150 lm/W. As lâmpadas de vapor de mercúrio de iodetos metálicos têm tipicamente um rendimento luminoso ligeiramente inferior ao das lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão, mas tecnologias actuais permitem chegar aos 120 lm/W, aliados de uma reconstituição cromática muito boa, cerca de 90%. A escolha das luminárias também é um factor chave para um sistema de iluminação eficiente. Devem ser usadas luminárias com difusores em vidro e reflectores segmentados, aliados de índices de protecção elevados.

Como referido anteriormente, o comando dos circuitos de iluminação pública é um elemento chave na eficiência dos sistemas de iluminação pública. A utilização de células fotoeléctricas para o comando dos circuitos é um bom exemplo de medidas a adoptar. Um desajuste de 15 minutos no tempo de acendimento e extinção causa desperdícios de 5% no consumo e na manutenção de um sistema que funcione 4000 horas anuais.

Os níveis de iluminância devem ser ajustados perante as diferentes utilizações das vias de circulação. Não se justificam os mesmos níveis de iluminância ou luminância para as horas de ponta e de vazio. Existem várias técnicas para a redução do consumo nas horas de menor tráfego automóvel e menos movimento de peões. A forma mais simples e barata de o fazer é desligar uma das fases de alimentação, que no caso de o sistema estar bem distribuído, conduziria à extinção de um terço das armaduras. Usando comutadores a extinção iria sendo alternada para evitar o desgaste antecipado do equipamento que permanece ligado. Esta solução pode levar ao aparecimento de uniformidades que por vezes não são aceites. Outra tecnologia é a utilização de reguladores de fluxo centralizados, Figura 2.16. Estes equipamentos são normalmente instalados no posto de transformação e conseguem obter

economias na ordem dos 30% a 40%. Além disso aumentam o tempo de vida útil das lâmpadas e não obrigam à substituição das luminárias, sendo por isso uma solução indicada para instalações existentes. Contudo a sua utilização deve ser analisada em pormenor, uma vez que para além do elevado investimento, é necessário que todas as lâmpadas do circuito sejam da mesma tecnologia e apresentam alguns problemas com quedas de tensão em lâmpadas distantes do ponto de alimentação.

Figura 2.16 – Regulador de Fluxo [37]

Têm sido desenvolvidas soluções que permitem a regulação de fluxo ponto-a-ponto. Quer sejam balastros electrónicos, que dispensam a utilização do ignitor e do condensador, quer sejam balastros ferromagnéticos, é possível regular as luminárias individualmente. Esta solução em termos práticos é muito interessante uma vez que permite adequar os níveis de luminosidade às particularidades do local, por exemplo passadeiras ou cruzamentos, conduzindo a economias que podem chegar aos 70%. Aliada a esta solução foram desenvolvidas ferramentas de telegestão que não obrigam à passagem de nova cablagem, pois têm interfaces de comunicação PLC ou wireless. Estes sistemas têm inúmeras funções, comando e configuração remota das luminárias, detecção de avarias, estimação de consumos, entre outras [38-40].

Têm surgido no mercado várias opções comerciais de luminárias para iluminação pública munidas de sistemas led. Tal facto não é alheio à crescente preocupação com a eficiência dos sistemas de iluminação e às normas, que pressionam para que seja reduzida a quantidade de mercúrio presente nos equipamentos.

É prática corrente os fabricantes substituírem luminárias equipadas com lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão por luminárias equipadas com leds, que no conjunto têm menor potência. Actualmente os rendimentos luminosos dos leds que equipam as luminárias disponíveis comercialmente têm um rendimento que ronda os 80 a 100 lm/W. As lâmpadas de

vapor de sódio de alta pressão têm rendimentos típicos de 140lm/W. Parece então um contra-senso, pois a substituição de sistemas de iluminação por outros com menor rendimento luminoso e menor potência significará menor fluxo emitido. A explicação para tal reside em vários factores. O facto das luminárias led serem construídas com um aglomerado de leds de pequenas dimensões que emitem luz apenas num hemisfério permite que a luz seja direccionada para o plano de interesse, evitando as perdas inerentes do uso de reflectores, encandeamento e poluição luminosa. Desta forma consegue-se um melhor rendimento da armadura [39, 41-43].

Outra explicação é apontada por estudos que analisaram resposta visual do olho humano sob as condições de visão mesópica e concluíram que esta se relaciona com o rácio entre a curva de resposta espectral da visão estocópica e a da visão fotópica. Como se pode ver na Figura 2.17, a visão estocópica ocorre quando os níveis de iluminância se encontram abaixo dos 10lux, já a visão fotópica para níveis de iluminância superiores a 30lux. A visão mesópica ocorre no intervalo das referidas anteriormente e caracteriza-se pela utilização dos cones e dos bastonetes em simultâneo.

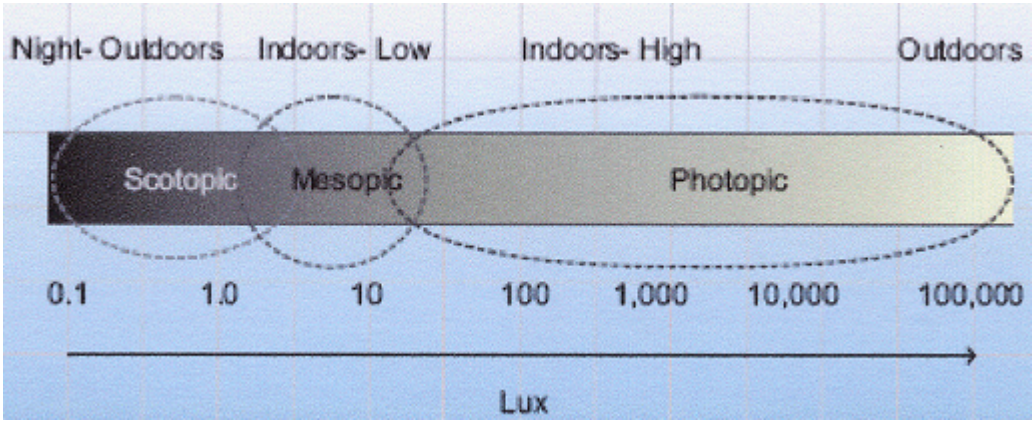


Figura 2.17 – Visão estocópica, mesópica e fotópica em função dos níveis de iluminância[44]

Os níveis de iluminância característicos dos sistemas de iluminação pública situam-se nas zonas da visão estocópica e mesópica. Alguns cientistas e especialistas em iluminação defendem que os métodos de avaliação para sistemas de iluminação pública deveriam basear-se na visão estcópica e mesópica, em vez da fotópica usada actualmente.

A partir do factor de conversão S/P, Figura 2.18, é possível converter o fluxo emitido por uma lâmpada, avaliado sob as condições fotópicas, para estocópicas. A título ilustrativo, uma lâmpada de vapor de sódio de alta pressão com um rendimento luminoso de 150lm/W e uma potência de 50W emitirá 150*50*0,62=4650lm. Um sistema led, com os mesmos 50W, um rendimento de 80lm/W e um rácio S/P de 2,04 emitirá 80*50*2,04=8160lm. Este exemplo é apenas um indicador, pois os rácios S/P dependem de vários factores, entre os quais a potência da lâmpada, mas ilustra como um aparente contra-senso passa a ter sentido. De referir que as lâmpadas de sódio de alta pressão, que possuem elevados rendimentos luminosos na região fotópica, são as que têm menor rácio S/P. Já as lâmpadas que emitem luz com uma temperatura de cor fria, que é o caso dos leds, lâmpadas de indução e iodetos metálicos, são as que têm melhor desempenho nas condições de visão estocópica [45, 46].

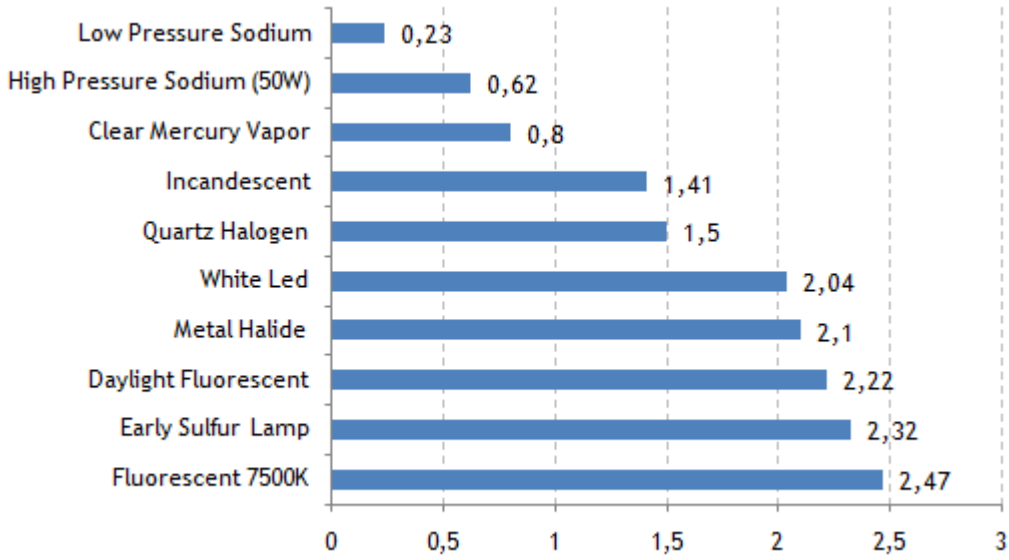


Figura 2.18 – Relação S/P para vários tipos de lâmpadas [41]

Capítulo 3

Caracterização das Infra-estruturas

A Câmara Municipal de Arouca (CMA), tem sob sua alçada diversas infra-estruturas. Cada uma delas tem um peso relativo na factura energética do município. Segundo dados da DGEG, Figura 3.1, o consumo de energia eléctrica relativo aos edifícios do estado e à iluminação pública representam 13% do consumo total do concelho.

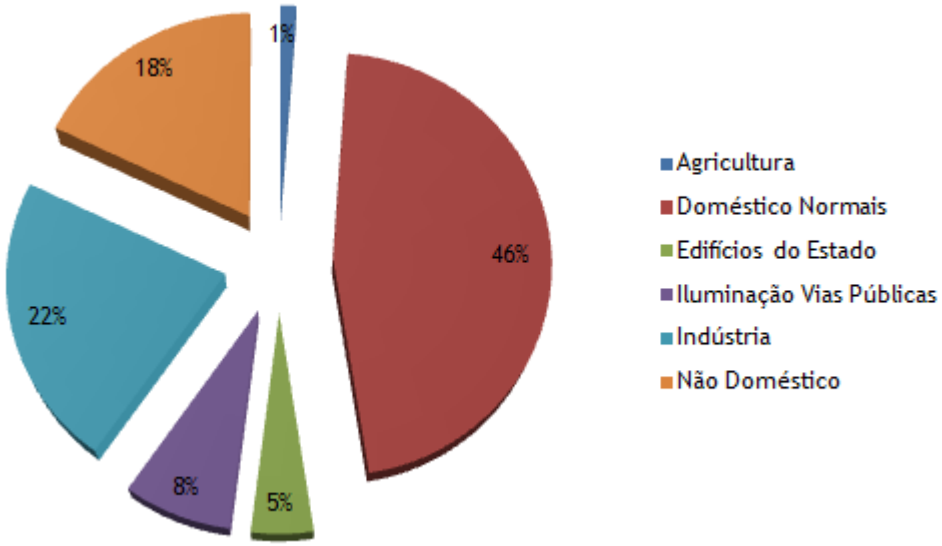


Figura 3.1 – Desagregação dos consumos de energia eléctrica do município [47]

Neste capítulo são caracterizadas todas as infra-estruturas estudadas. Apresentam-se os consumos energéticos de cada estrutura, desagregados por forma de energia, assim como as características construtivas e de funcionamento relevantes para uma análise aos seus consumos de energia.

3.1 - Biblioteca Municipal

A Biblioteca Municipal de Arouca (BMA) foi criada em 1991, fruto da celebração de um contrato entre a Secretaria de Estado da Cultura, o ex. Instituto Português do Livro e da Leitura e a Câmara Municipal de Arouca. O edifício escolhido para instalar a BMA remonta ao séc. XV/XVI e é anexo ao Mosteiro de Arouca. Funcionou durante séculos como hospedaria aos padres que ali exerciam. Mais tarde, e até meados do século passado, serviu de alojamento ao Hospital da Misericórdia de Arouca. Foi ainda residência ao Centro Paroquial de Promoção Social Rainha Santa Mafalda entre 1960 e 1975. Em 2001 o edifício foi totalmente ocupado pela BMA proporcionando aos munícipes um conjunto de serviços até aí deficitários.

Aliado ao seu grande valor patrimonial está o seu valor arquitectónico valorizando o espaço envolvente ao Terreiro de Santa Mafalda e ao Parque Municipal.

O edifício é composto por dois andares com acesso ao público e um sótão que funciona como arrumo. No piso 0 existem duas casas de banho, a parte administrativa, a recepção, e duas salas de leitura infantil. No piso 1 existem três salas de leitura, um salão polivalente, uma sala de lazer, recepção do 1º piso e uma varanda coberta. Tem ainda um sótão.

3.1.1 - Consumos Energéticos e Facturação

Os consumos energéticos da BMA derivam do aquecimento, da iluminação e do equipamento informático. Todos estes equipamentos são alimentados sob a forma de energia eléctrica em BT, tarifada no regime BTN – Médias Utilizações, com uma potência contratada de 34,5kVA.

Uma vez que não são feitos registos mensais dos consumos energéticos, não é possível fazer a sua desagregação mensal. No entanto, a partir dos consumos registados entre leituras relativas ao ano 2009, Tabela A.1 (apresentada no Anexo), calcularam-se médias diárias por período de contagem que estão expressas na Figura 3.2.

A partir das médias diárias por período de contagem foram estimados os consumos mensais para os três períodos de facturação, vazio, ponta e cheias, referidos na Tabela A.2 (apresentada no Anexo) e exibidos na Figura 3.3.

Na Figura 3.3 verifica-se que existe um maior consumo de energia durante os meses de inverno, principalmente nas horas de vazio e cheias. Uma vez que nas horas de vazio a biblioteca se encontra encerrada, o consumo durante esse período não sofre variações. Assim a diferença de consumos entre os meses de inverno e verão representa o peso na factura energética do sistema de aquecimento.

A Figura 3.4 mostra a distribuição dos consumos anuais de energia eléctrica, por período tarifário. Facilmente se percebe que o período de vazio é o que tem maior peso em termos de consumo energético, seguindo-se o período de cheias e só depois o de ponta. Uma vez que a grande fatia do consumo em vazio é resultante do sistema de aquecimento torna-se evidente a necessidade de um sistema de aquecimento o mais eficiente possível.

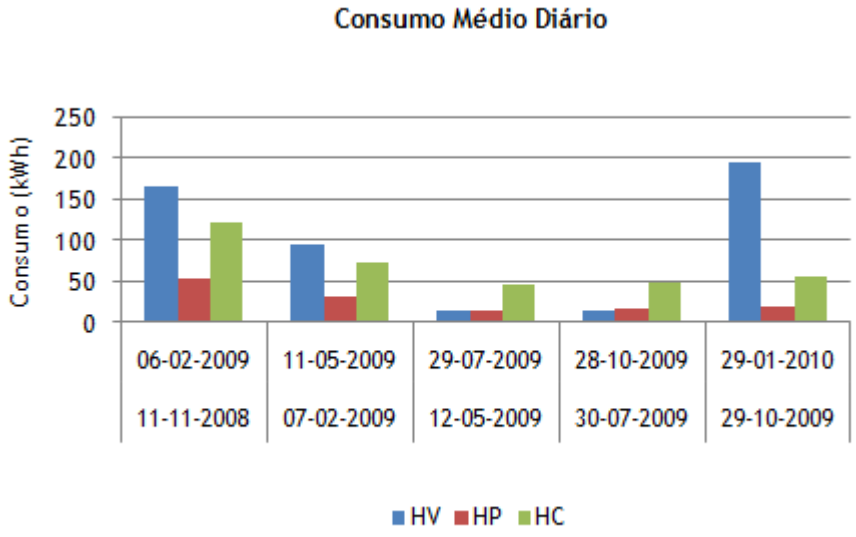


Figura 3.2 – Consumo médio diário nos intervalos das leituras

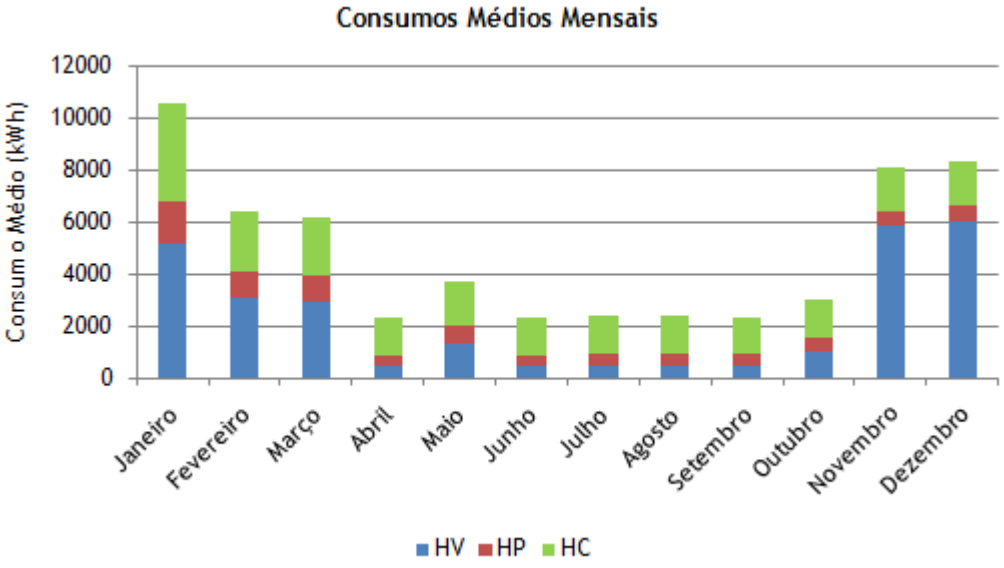


Figura 3.3 – Consumos médios mensais estimados

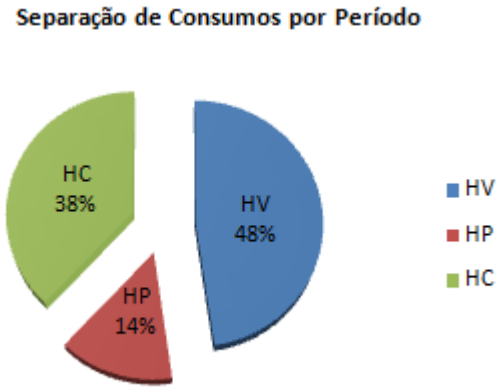


Figura 3.4 – Desagregação dos consumos por período tarifário

3.1.2 - Sistema de Iluminação

Devido às características construtivas do edifício e ao seu horário de funcionamento, das 9:00 às 18:00, a iluminação dos espaços interiores é feita com recurso a sistemas de iluminação artificial. Estes sistemas não foram concebidos com qualquer preocupação no que toca a eficiência energética e, uma vez que as actividades praticadas nos espaços do edifício foram variando, os níveis de iluminação nem sempre estão adequados à função actual. Foram feitas leituras da iluminância no plano de trabalho dos diversos espaços da BMA, Tabela 3.1, onde se constatou que em geral os níveis de iluminância estão muito abaixo dos valores recomendados pela norma ISO 8995 [48]. Além dos baixos níveis de iluminância medidos, a densidade de potência do sistema de iluminação é, na maior parte dos casos, superior ao recomendado, Tabela 3.2, situação característica de um sistema de iluminação ineficiente.

O comando dos sistemas de iluminação é manual e na maior parte dos casos feito no quadro eléctrico, uma vez que se trata de um estabelecimento recebendo público. Verificou-se que existem espaços em que a iluminação se encontra ligada, mesmo estando desocupados. Dada a estrutura do edifício e a configuração actual dos comandos do sistema de iluminação não é possível fazer um aproveitamento eficaz da iluminação natural.

Fez-se um levantamento ao equipamento do sistema de iluminação, Tabela B.1(apresentada no Anexo), a partir do qual se estimaram os seus custos de exploração em cerca de 3695€/ano, Tabela B.2(apresentada no Anexo).

Tabela 3.1 – Níveis de iluminância e densidades de potência

Utilização	Área (m^2)	Potência (W)	Iluminância Recomendada	Iluminância Medida (Lux)	Densidade de potência (W/m^2/100lux)
Recepção	39,49	268	300	298	2,3
Sala de leitura (crianças)	97	908	500	262	3,6
Sala do conto	23,11	220	200	253	3,8
WC	10,52	90	200	32	27,0
Zona de exposição	35,97	600	300	130	12,8
Gabinete 1	16,78	134	500	67	12,0
Gabinete 2	13,07	134	500	78	13,1
Gabinete 3	51,19	670	500	72	18,1
WC	10,45	45	200	14	30,8
Sala leitura	13,96	86	500	195	3,2
Sala leitura	22,85	172	500	92	8,2
Escadaria	15,58	52	150	55	6,1
Sala PC e vídeo	39,5	429	200	52	21,1
Sala de projecção/conferência	58,9	2420	500	36	114,9
Sala recepção/lazer	37	1240	200	40	84,2
Sala de leitura	98	774	500	289	2,7

Tabela 3.2 – Densidades de potência recomendadas [15]

Tipo de Local	Densidade de Potência
Local de trabalho	2,5 W/m^2/100 lux
Zonas de circulação (zonas baixas e largas)	3 W/m^2/100 lux
Zonas de circulação (zonas altas e estreitas)	8,5 W/m^2/100 lux

3.1.3 - Sistema de Aquecimento

O sistema de aquecimento é composto por acumuladores estáticos e por alguns radiadores a óleo, Tabela 3.3. Em geral funciona bem, proporcionando conforto aos utilizadores do espaço. Após uma análise dos quadros eléctricos, e depois de uma troca de impressões com os responsáveis, constatou-se que o sistema de aquecimento é comandado por relógios programáveis para ciclos diários, ou seja, funciona ao fim de semana, período em que a biblioteca encerra.

Tabela 3.3 – Sistema de Aquecimento da BMA

Equipamento	Potência Máxima (W)	Quantidade	Total (W)
Acumulador Dimplex 1.7 kW	1700	16	27200
Acumulador Dimplex 2.55 kW	2550	9	22950
Radiador a óleo, 6 elementos	1600	4	6400
Radiador a óleo, 8 elementos	2000	2	4000
Total			**60550**

Uma vez que a maior parte do sistema de aquecimento é formada por acumuladores estáticos que só consomem no período de vazio, estimou-se o seu consumo médio diário subtraindo ao consumo médio diário do vazio, correspondente aos meses de inverno, o consumo médio diário do vazio correspondente aos meses de verão. Pela estimativa efectuada o custo de funcionamento do sistema é de 1775€/ano, Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Custos e consumos estimados do aquecimento da BMA

Consumo médio diário (kWh)	180
Custo diário (€)	12
Consumo anual (kWh)	27111
Custo anual (€)	1775

3.1.4 - Sistema informático

O sistema informático da biblioteca é composto por diversos equipamentos, onde se destacam os computadores de secretária, tanto na área administrativa como nos postos de utilização pública. Foi realizado um inventário aos equipamentos existentes, assim como uma estimativa anual de custos com energia, Tabela 3.5. Os custos anuais de exploração do sistema foram estimados em cerca de 1619€/ano.

Tabela 3.5 – Custos estimados da utilização do sistema informático da BMA

Equipamento	Potência média unitária (W)	Quantidade	Potência total (W)	Funcionamento (h/ano)	Custo energia (€/ano)
Computador p4 1700	100	7	700	2700	294,18
Computador Core 2	88	2	176	2700	73,96
Computador p4 2ghz	100	1	100	2700	42,03
Computador 2.8 ghz	100	1	100	2700	42,03
Computador 4 3.2ghz	100	6	600	2700	252,15
Computador Tsunami	90	2	180	2700	75,65
Computador portátil	32	2	64	100	1,00
Monitor 17 CRT	64	6	384	2700	161,38
Monitor 17" tft 73v	29	4	116	2700	48,75
Monitor Asus TFT 19"	34	4	136	2700	57,15
Monitor Asus TFT 22"	44	1	44	2700	18,49
Monitor Samsung 19"	34	2	68	2700	28,58
Monitor 17" tft	28	2	56	2700	23,53
Bastidor	180	1	180	8760	245,43
UPS APC	13	10	130	8760	177,25
Total			3034		1541,56
Total c/IVA					**1618,64**

3.2 - Edifício Principal

O edifício sede da Câmara Municipal de Arouca (EP) encontra-se numa localização privilegiada da vila de Arouca. É composto por três pisos e na sua generalidade assemelha-se em tudo a um edifício de escritórios. Os pisos 0 e 1 são compostos por gabinetes individuais e espaços comuns de trabalho, alguns deles de recepção ao público. O piso 2, que é um sótão, divide-se em arquivo e bastidor.

3.2.1 - Consumos Energéticos e Facturação

Os consumos energéticos do EP derivam do aquecimento, da iluminação e do equipamento informático. O edifício é alimentado sob a forma de energia eléctrica em BT, tarifada no regime BTN – Médias Utilizações, com uma potência contratada de 41,4kVA.

Uma vez que não são feitos registos mensais dos consumos energéticos, não é possível fazer a sua desagregação mensal. No entanto, a partir dos consumos registados entre leituras relativas ao ano 2009, Tabela A.3 (apresentada no Anexo), foram calculadas médias diárias por período de contagem que permitiram construir a Figura 3.5.

Da análise da figura pode concluir-se que durante os meses de inverno há um grande consumo de energia eléctrica no período de vazio, consumo que tem origem no sistema de aquecimento que acumula energia térmica durante o período de vazio, libertando-a posteriormente. Repare-se ainda que no período compreendido entre Agosto e Outubro, registou-se um consumo médio diário no período de vazio de 72kWh, que considerando as 10 horas do período de vazio, equivale a uma potência média de 7kW. Este consumo no período nocturno, dada a inexistência de utilizadores, é explicado pelo consumo do bastidor, do stand-by dos equipamentos, nomeadamente as UPS, e por consumos de equipamentos que não foram desligados, como impressoras, computadores, entre outros.

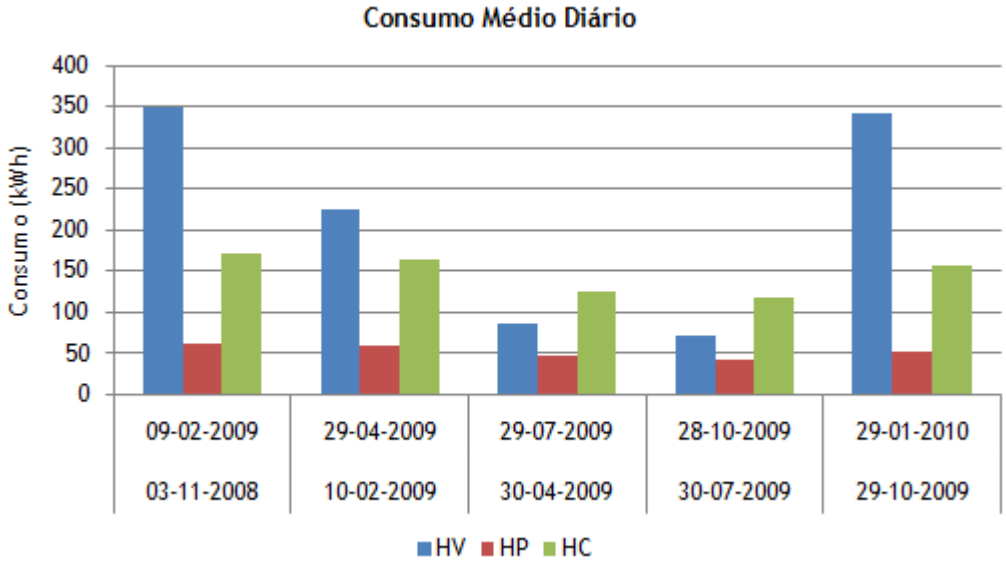


Figura 3.5 - Consumo médio diário nos intervalos das leituras

A partir das médias diárias por período de contagem foram estimados os consumos mensais para os três períodos de facturação, vazio, ponta e cheias, assim como os respectivos custos médios estimados, Tabela A.4 (apresentada no Anexo). A Figura 3.6 reflecte a estimativa dos consumos mensais.

A Figura 3.7 mostra a distribuição dos consumos anuais de energia eléctrica, por período tarifário. Facilmente se percebe que o período de vazio é o que tem maior peso em termos de consumo energético, seguindo-se o período de cheias e só depois o de ponta. Tal como na BMA o consumo nas horas de vazio representa a maior fatia de consumo anual, facto que também está relacionado com o sistema de aquecimento.

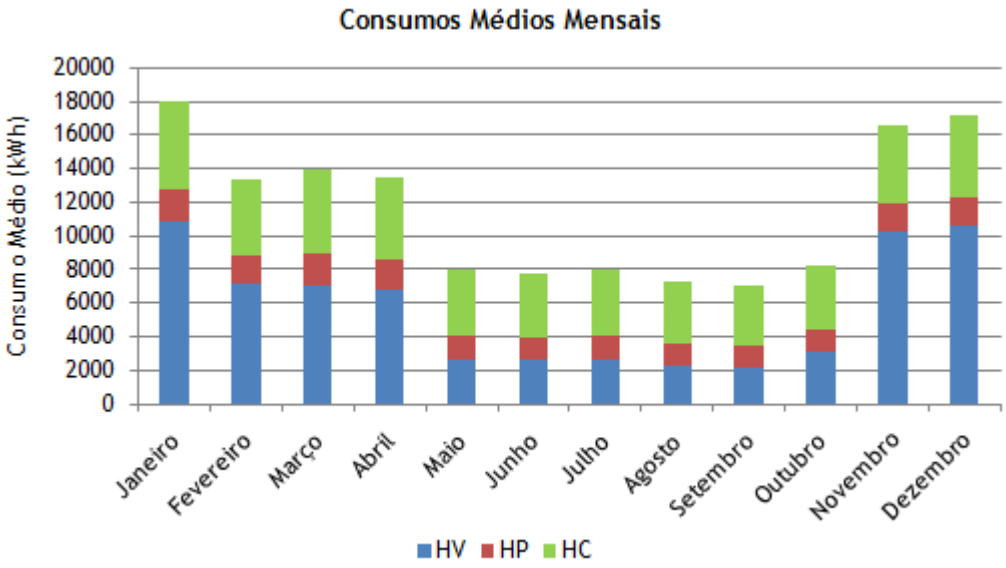


Figura 3.6 – Consumos médios mensais estimados

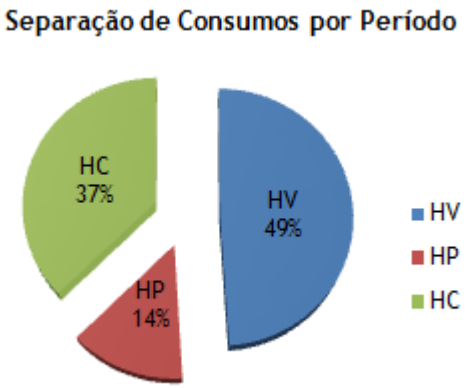


Figura 3.7 – Consumo anual desagregado por período tarifário

Para uma melhor caracterização do perfil de cargas diário do edifício, registaram-se os consumos de energia activa e reactiva por um período de 24horas, Figura 3.8. Identificam-se facilmente os períodos de ocupação do edifício, entre as 9:00 e as 17:30. Através do perfil de cargas percebe-se ainda que é fornecida energia reactiva à rede durante a maior parte do

período de registo. Durante o período de vazio, no qual a energia reactiva fornecida é facturada, registou-se uma potência média de 3,2 kvar.

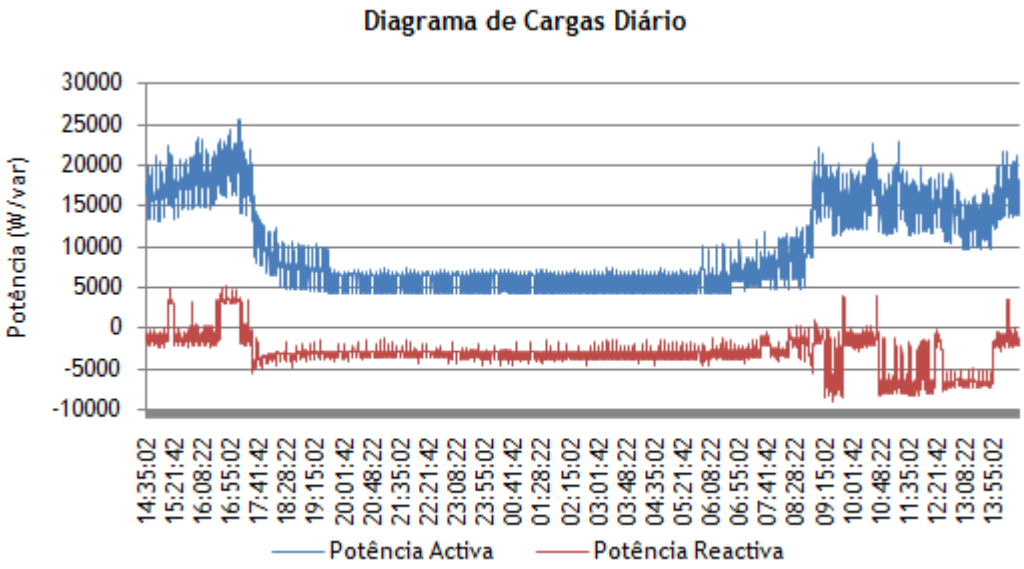


Figura 3.8 - Perfil de cargas diário do EP

Uma vez que este registo foi efectuado no período de verão, o sistema de aquecimento encontrava-se desligado. Perante isto efectuou-se um registo em que se ligaram os acumuladores estáticos, depois do horário de funcionamento de edifício. Deste ensaio resultou o valor da potência máxima absorvida pelo sistema, cerca de 47 kW, Figura 3.9.

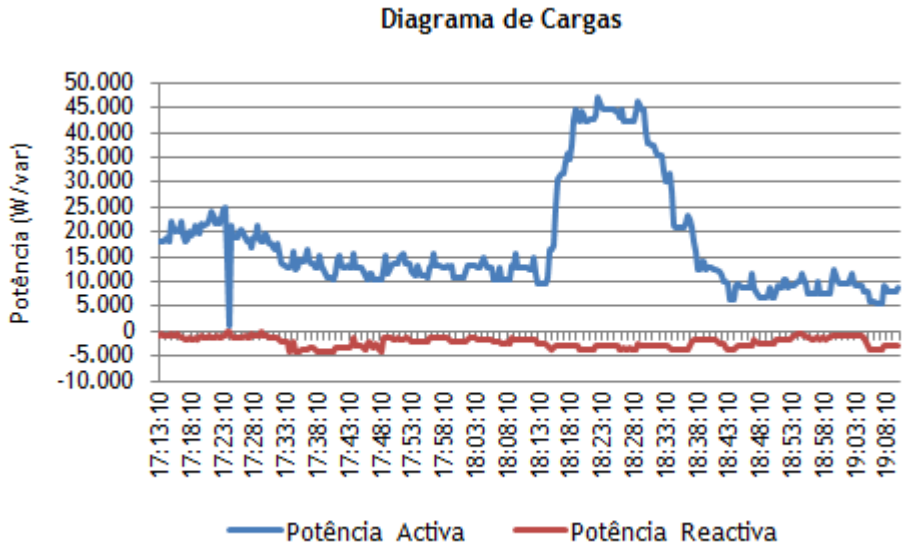


Figura 3.9 – Potência do sistema de aquecimento

3.2.2 - Sistema de Iluminação

O sistema de iluminação do EP é composto por luminárias de vários tipos, sendo aplicadas diferentes tecnologias, vapor de mercúrio de alta e baixa pressão (fluorescentes), incandescentes comuns e lâmpadas de halogéneo. Fez-se o levantamento de todas as luminárias existentes, Tabela B.3 (apresentada no Anexo). Como se pode verificar existe uma grande potência instalada em fontes de iluminação pouco eficientes, nomeadamente os sistemas com incandescentes comuns e de halogéneo. Relativamente aos sistemas de iluminação fluorescente, verificou-se que todas as luminárias estão equipadas com balastros magnéticos da classe B2.

Fizeram-se leituras de iluminância em diversos locais do edifício, Tabela 3.6, que mostram claramente que a iluminação artificial tem níveis de iluminância muito inferiores aos recomendados pela norma ISO 8995 [48]. Existe uma boa disponibilidade de luz natural em praticamente todos os compartimentos, factor que aliado ao horário de funcionamento do edifício contribuiu para que até hoje nada fosse feito em prol da melhoria dos níveis de iluminação.

Tabela 3.6 – Níveis de Iluminância no EP

Local	Designação	Iluminância Medida (lux)	Iluminância Recomendada (lux)
2	Gabinete	100	500
3	Gabinete	70	500
4	Gabinete	100	500
5	Gabinete	98	500
9	Gabinete	165	500
11	Gabinete	130	500
12	Gabinete	169	500
13	Gabinete	133	500
14	Gabinete	110	500
16	Gabinete	137	500
17	Gabinete	175	500
18	Gabinete	135	500
25	Gabinete	90	500
26	Gabinete	139	500
28	Gabinete	100	500
29	Gabinete	170	500
30	Salão Nobre	68	500
31	Gabinete	140	500
34	Arquivo	100	200

3.2.3 - Sistema de Aquecimento

O sistema de aquecimento é composto por acumuladores estáticos de 1200, 1700 e 2050W, que são ligados no período de vazio. Existem ainda alguns emissores térmicos, irradiadores a óleo e escalfetas, Tabela 3.7.

Após uma análise aos quadros eléctricos, e depois de uma troca de impressões com os responsáveis, constatou-se que o sistema de aquecimento é comandado por relógios programáveis para ciclos diários, ou seja, o sistema funciona ao fim de semana, período em que o edifício está encerrado.

Tabela 3.7 – Sistema de aquecimento do EP

Equipamento	Potência (W)	Quantidade	Total (W)
Acumulador Nortéli Estático NST.M-170	1700	12	20400
Acumulador Nortéli Estático NST.M-210	2050	1	2050
Acumulador Nortéli Estático STM.G-120	1200	17	20400
Acumulador Nortéli Estático STM.G-170	1700	1	1700
Emissor Térmico REA-1000ED	1000	1	1000
Emissor Térmico REA-1500 ED	1500	1	1500
Escalfeta	80	10	800
Irradiador a Óleo de 9 Elementos	2000	3	6000
Irradiador Óleo Electronia.	1800	2	3600
Total			**57450**

Uma vez que a maior parte do sistema de aquecimento é formada por acumuladores estáticos, que só consomem no período de vazio, estimou-se o seu consumo médio diário subtraindo ao consumo médio diário do vazio, correspondente aos meses de inverno, o consumo médio diário do vazio correspondente aos meses de verão. Pela estimativa efectuada o custo de funcionamento do sistema é de 2736€/ano, Tabela 3.8.

Tabela 3.8 – Custos e consumos estimados do aquecimento do EP

Consumo médio diário (kWh)	277
Custo diário (€)	18
Consumo anual (kWh)	41780
Custo anual (€)	2736

3.2.4 - Sistemas Informáticos

O sistema informático do edifício principal tem um peso significativo nos consumos globais do edifício. Na generalidade são utilizados desktops equipados com monitores TFT, alimentados a partir de UPS's. Existem ainda periféricos comuns aos existentes em edifícios de escritórios, tais como fotocopiadoras, impressoras, entre outros. Verificou-se que não existe nenhuma política energética comum dirigida aos utilizadores dos sistemas informáticos. Como consequência os computadores não estão configurados para fazer qualquer tipo de gestão de energia, desligar monitor, suspender, hibernar, sempre que se ausentam os utilizadores, ficando mesmo alguns computadores ligados durante o período nocturno.

Não foi feito um levantamento exaustivo dos computadores e dos seus consumos reais, no entanto, foram escolhidos alguns "computadores tipo" e feitas medidas da potência consumida. Em média o conjunto computador, monitor e UPS consome 150Wh. Segundo informações recolhidas existem cerca de 80 computadores no edifício. Admitindo este cenário o consumo anual estimado pelos computadores, monitores e UPS's é de 4360€, Tabela 3.9.

Equipamentos como impressoras, fotocopiadoras, entre outros, não foram considerados.

Tabela 3.9 – Custos e consumos estimados dos computadores, monitores e UPS's

Equipamento	Potência média unitária(W)	Quantidade	Potência total	Funcionamento (h/ano)	Custo energia (€/ano)
Computador+Monitor+UPS	150	80	12000	2223	4359,73

3.3 - Piscinas Municipais de Arouca

O complexo desportivo de Arouca, ou piscinas municipais de Arouca (PMA), localiza-se na freguesia de Arouca e é um equipamento que foi construído para colmatar a falta de oferta até aí verificada para a prática de diversas actividades desportivas. Fazem parte do complexo o edifício central, uma piscina exterior, um campo de piso sintético para a prática de futebol e um campo polivalente. O edifício central tem três pisos, rés-do-chão, piso 1 e piso 2. No rés-do-chão encontram-se uma piscina grande, uma pequena, os balneários, a sala dos professores e diversas salas de apoio. Os pisos 1 e 2 são formados por salas polivalentes, ginásio, bar, recepção e casas de banho.

3.3.1 – Consumos Energéticos e Facturação

Os consumos de energia eléctrica das PMA derivam dos sistemas de tratamento de ar, da iluminação, das bombas de circulação de água e de outros equipamentos tais como equipamento de ginásio, equipamento informático e pequenos sistemas de som. Na Tabela 3.10 (apresentada no Anexo) encontra-se um resumo dos consumos anuais de energia, sob a forma de gás e electricidade, das PMA. A Figura 3.10 mostra que 84% da energia consumida nas PMA deve-se ao consumo de gás e apenas 16% deriva dos consumos eléctricos. No entanto a desagregação dos custos relativos ao gás e à energia eléctrica é ligeiramente diferente, Figura 3.11, pois os encargos referentes ao consumo de energia eléctrica têm uma maior representatividade, cerca de 27% dos custos.

Tabela 3.10 – Consumos anuais de energia nas PMA

Consumos anuais de energia		
Gás	kg	61291
	kgep	67359
Electricidade	kWh	148857
	kgep	12802
Energia Primária (kgep)		**80160**

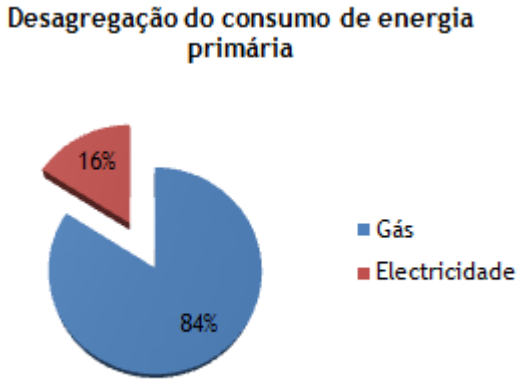


Figura 3.10 – Desagregação dos consumos de energia primária nas PMA

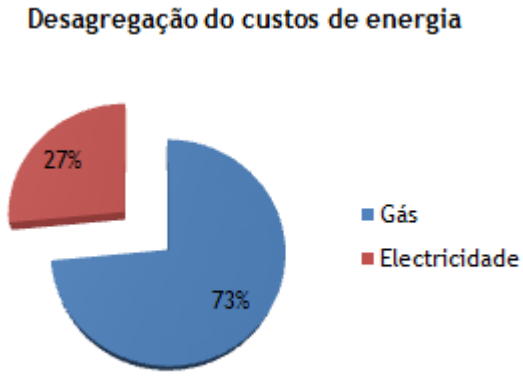


Figura 3.11 – Desagregação dos custos de energia nas PMA

A energia eléctrica chega ao quadro de entrada do edifício em BT, tarifada no regime BTE – Médias Utilizações, com uma potência contratada de 65,8kW. A partir da facturação recolhida, relativa à energia eléctrica, correspondente ao ano 2009, Tabela A.5 e Tabela A.6 (apresentadas no Anexo), foi possível construir a Tabela A.7 com os consumos médios diários, valores que foram usados para construir a Figura 3.12 que mostra o consumo médio diário, de energia activa e reactiva, para cada período de facturação. Analisando os consumos médios diários verifica-se que existe facturação de energia reactiva, ou seja, a tgφ média da instalação é superior a 0,4. A facturação da energia reactiva, causada pelo baixo factor de potência da instalação, leva ao pagamento por parte da autarquia de aproximadamente 1162€/ano, valor que é acrescido da taxa de IVA, Tabela A.6.

Para uma melhor compreensão do consumo eléctrico do edifício foram efectuados registos das grandezas eléctricas no quadro de entrada da instalação. Desses registos resultou a Figura 3.13 que mostra o consumo de energia activa e reactiva por um período de 24 horas para um dia típico de verão. Foi ainda facultado pela autarquia um diagrama de cargas referente a um dia típico de inverno, Figura 3.14. A tendência de consumo de energia activa é semelhante à verificada no registo da Figura 3.13, embora se registe uma maior quantidade de energia consumida entre as 18 e as 22 horas.

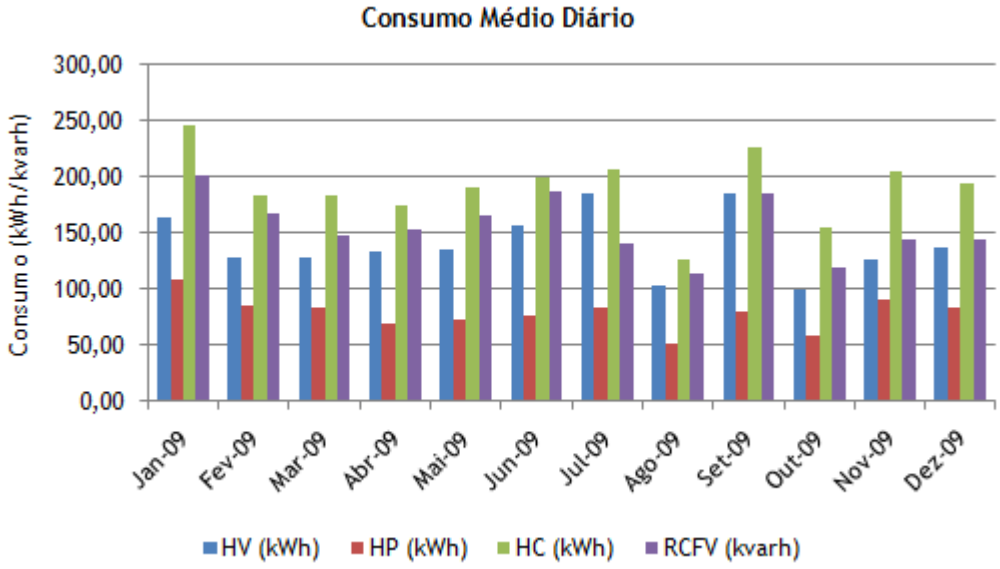


Figura 3.12 – Consumo médio diário das PMA

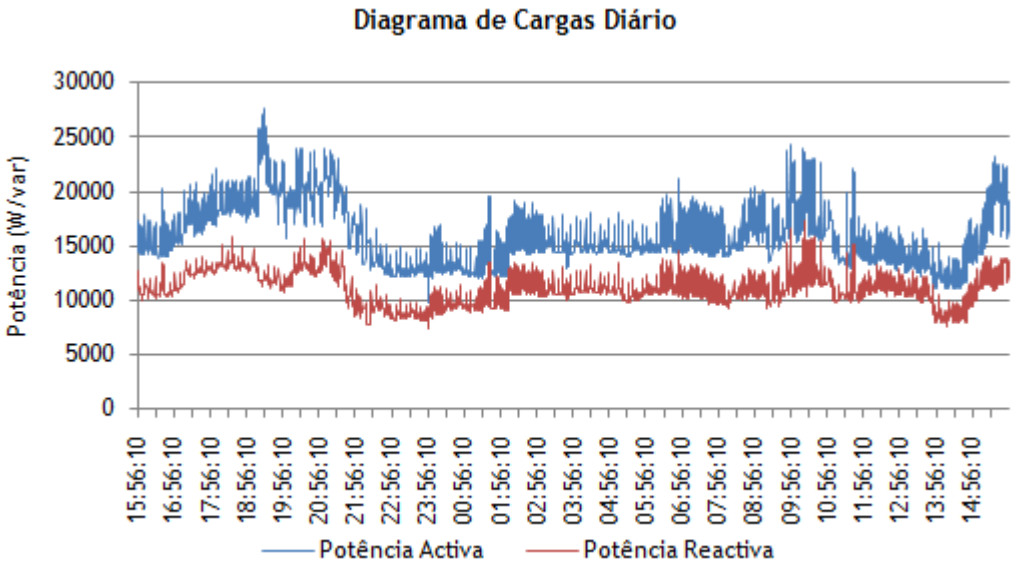


Figura 3.13 – Diagrama de cargas das PMA (verão)

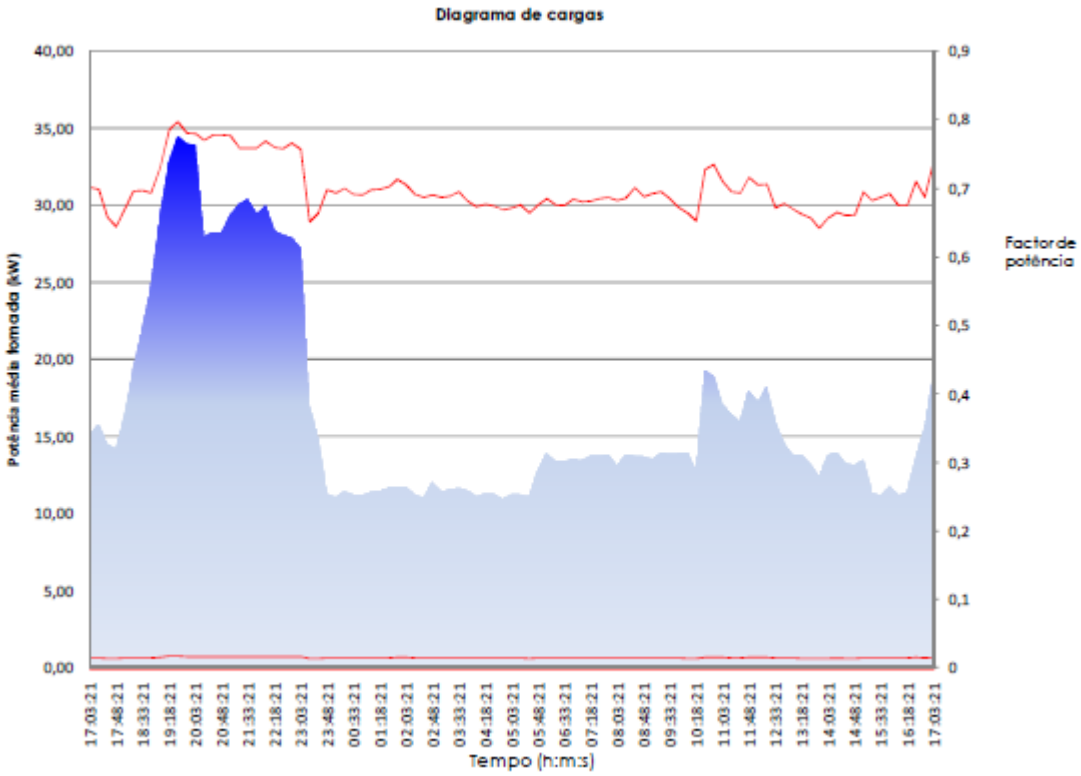


Figura 3.14 – Diagrama de cargas das PMA (inverno)

3.3.2 - Sistema de Iluminação

O sistema de iluminação interior das PMA é composto essencialmente por lâmpadas fluorescentes lineares equipadas com balastros magnéticos sem compensação do factor de potência. Algumas delas encontram-se em mau estado de conservação, consequência da idade do edifício e dos níveis de humidade a que estão sujeitas. Uma vez que se trata de um estabelecimento recebendo público, o comando dos circuitos é na maior parte dos casos efectuado no quadro. Este não está equipado com interruptores, obrigando a que se efectuem manobras de comando nos disjuntores. Além disso, o comando dos circuitos de iluminação não é o adequado, pois obriga a iluminar vários compartimentos quando se deseja iluminar apenas um. A nave da piscina interior e os campos desportivos exteriores são iluminados por projectores equipados com lâmpadas de iodetos metálicos. Nas medições aos níveis de iluminância na nave da piscina registaram-se valores entre os 10 e os 50lux, bem abaixo dos 300lux recomendados pelo standard internacional ISO 8995 [48].

Na Tabela B.5 e Tabela B.6 do Anexo B encontram-se o levantamento das armaduras consideradas no estudo e os seus custos de exploração estimados.

3.4 - Piscinas Municipais de Escariz

As piscinas municipais de Escariz localizam-se no fundo do concelho e oferecem aos munícipes um leque de actividades desportivas. O edifício é composto por dois pisos, rés-do-chão e piso 1. No rés-do-chão encontram-se uma piscina grande, uma pequena, os balneários,

a sala dos professores, a área técnica e diversas salas de apoio. O piso 1 é formado por salas polivalentes e ginásio. Existem ainda casas de banho em ambos os pisos.

3.4.1 - Consumos Energéticos e Facturação

Os consumos de energia eléctrica das PME derivam dos sistemas de tratamento de ar, da iluminação, das bombas de circulação de água e de outros equipamentos tais como equipamento de ginásio, equipamento informático e pequenos sistemas audiovisuais. A Tabela 3.11 é um resumo dos consumos anuais de energia, sob a forma de gás e electricidade.

Como se pode verificar na Figura 3.15, 63% do consumo de energia primária nas PME correspondem ao gás e 37% à energia eléctrica. A Figura 3.16 mostra que os custos inerentes a estes consumos não têm a mesma proporção, pois a energia eléctrica é responsável por 54% dos custos com energia, sendo os restantes 46% provenientes da compra de gás.

Tabela 3.11 – Consumos anuais de energia nas PME

Consumos anuais de energia		
Gás	Consumo (kg)	43672
	kgep	47995
Electricidade	Consumo (kWh)	330047
	kgep	28384
Energia Primária (kgep)		**76379**

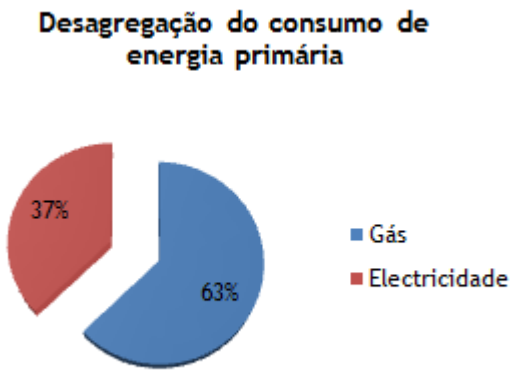


Figura 3.15 – Desagregação dos consumos de energia primária nas PME

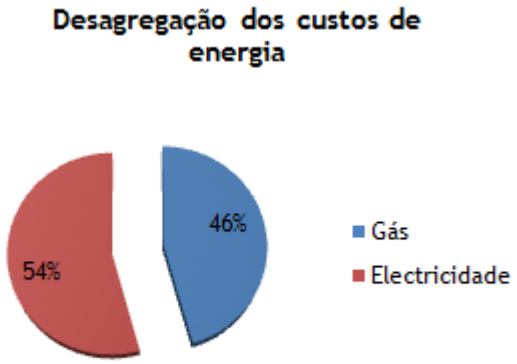


Figura 3.16 – Desagregação dos custos de energia nas PME

A energia eléctrica chega ao quadro de entrada do edifício em BT, tarifada no regime BTE – Médias Utilizações, com uma potência contratada de 67 kW. A partir da facturação recolhida relativa à energia eléctrica, correspondente ao ano 2009, Tabela A.9 e Tabela A.10 , foi possível calcular os consumos médios diários do edifício, Tabela A.11, valores que foram usados para construir a Figura 3.17 que mostra o consumo médio diário, de energia activa e reactiva, para cada período de facturação. É notório o aumento dos consumos nos meses de inverno. Repare-se ainda que o consumo nas horas de vazio e cheia é muito próximo. Uma vez que estes dois períodos têm uma duração diária igual, a potência média consumida nesses períodos é semelhante. Para confirmar esta relação fez-se um registo diário dos consumos no quadro de entrada das PME, Figura 3.18. Como se pode ver pela Figura 3.18, o consumo diminui ligeiramente durante a noite. Identifica-se ainda uma diminuição acentuada do consumo entre as 9 e as 10 horas, consequência de operações de manutenção ao sistema de tratamento de água.

De salientar que o consumo de energia reactiva é superior ao limite estabelecido pelo regulamento tarifário, tg$\varphi \leq 0,4$, pois como se pode ver pela Figura 3.17 a energia reactiva foi alvo de facturação.

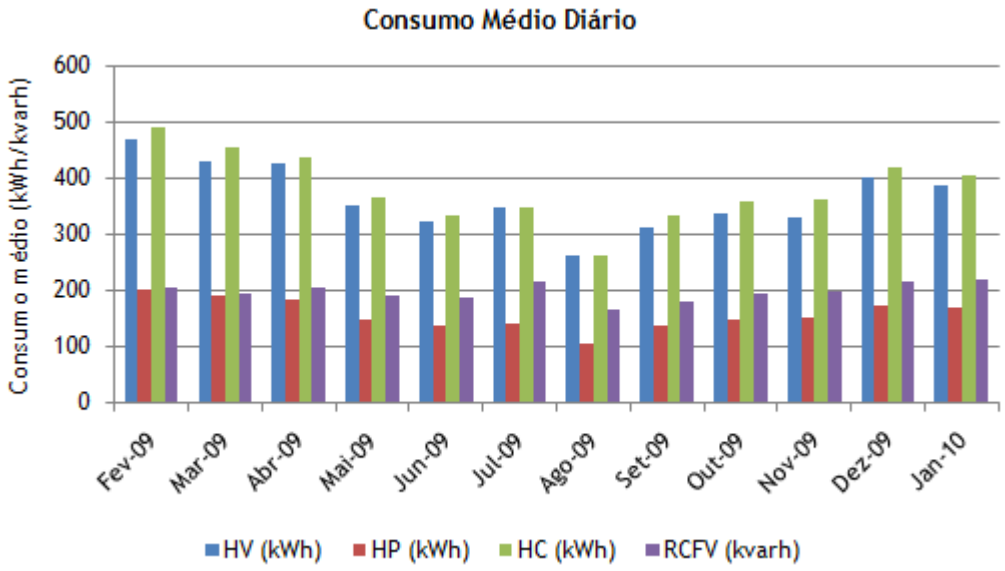


Figura 3.17 – Consumo médio diário de electricidade nas PME

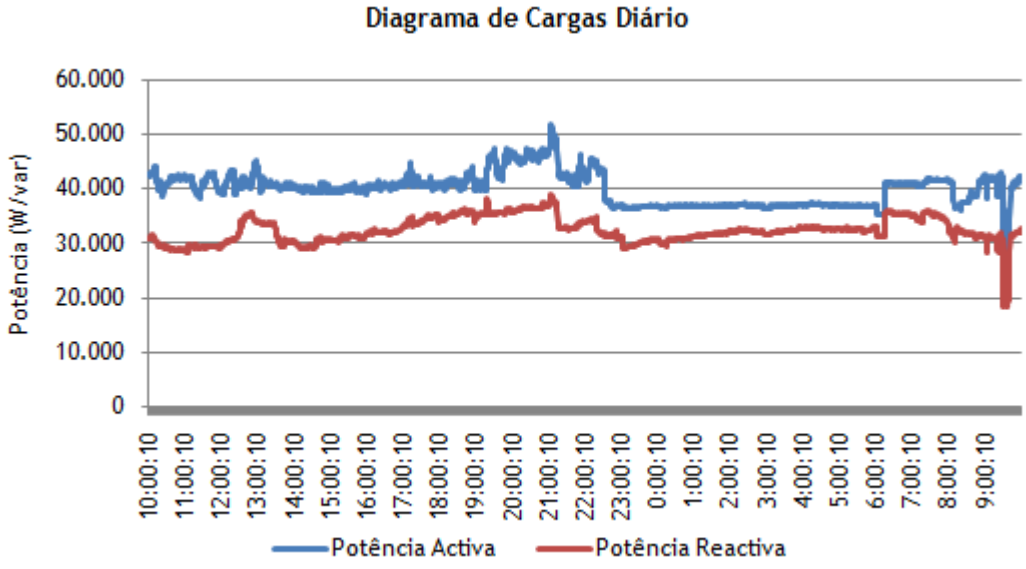


Figura 3.18 – Diagrama de cargas diário nas PME (verão)

A autarquia disponibilizou um registo ao consumo do estabelecimento, efectuado no inverno, que fornece informações relativas ao perfil de cargas durante esse período, Figura 3.19. Na figura identifica-se uma cava que corresponde a um corte de energia ocorrido no dia do registo.

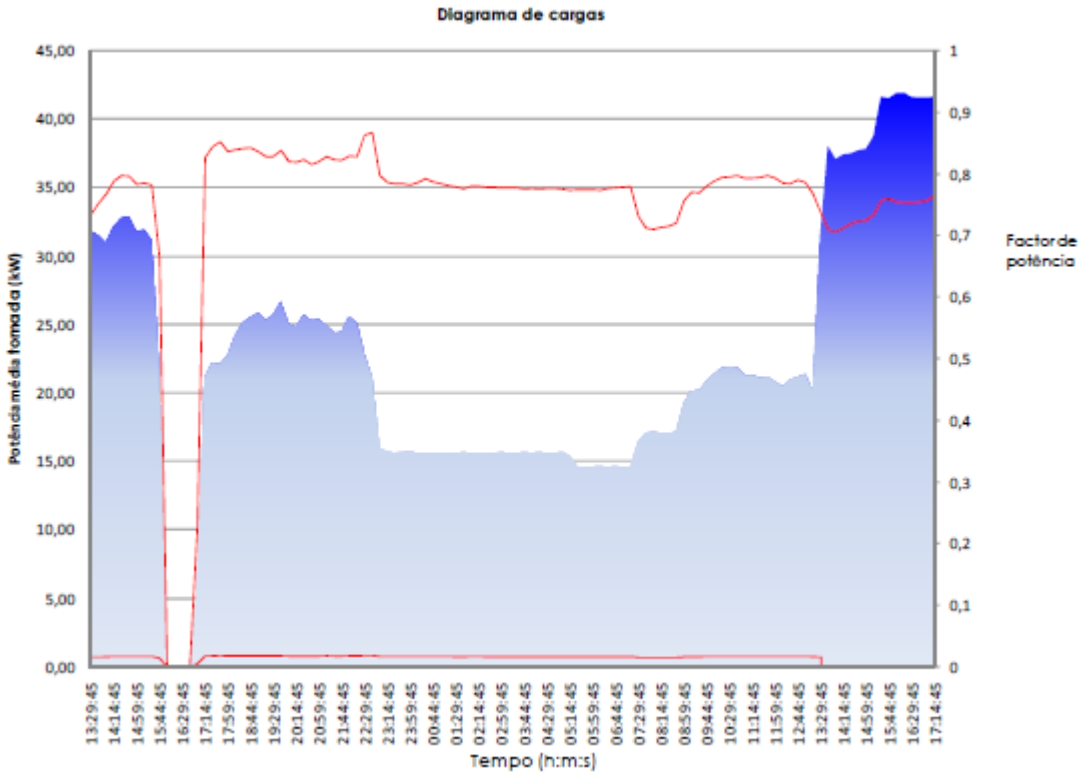


Figura 3.19 – Diagrama de cargas diário nas PME (inverno)

3.4.2 - Sistema de Iluminação

O sistema de iluminação das PME é composto por armaduras de lâmpadas fluorescentes T8 equipadas com balastros electrónicos da classe A2, algumas lâmpadas incandescentes de 60 watts, lâmpadas fluorescentes compactas, lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão e vapor de mercúrio de iodetos metálicos. Com excepção das lâmpadas incandescentes, todas as outras fontes têm rendimentos luminosos aceitáveis perante a regulamentação comunitária [17, 18].

Fizeram-se leituras dos níveis de iluminância, ao nível do plano de trabalho, nos balneários, na sala dos professores, na recepção, na nave e no exterior, Tabela 3.12. Nos balneários registaram-se valores médios de 600lux, o triplo do recomendado. Na sala dos professores também se registaram valores acima do recomendado, pois a utilização dada à sala recomenda níveis de iluminância equiparáveis aos indicados para a recepção, cerca de 300lux. Os níveis medidos na recepção estão próximos dos indicados pelas normas internacionais [48]. Já na nave registaram-se valores abaixo do valor aconselhado, mas isso deve-se às condições em que foram realizadas as leituras, pois só metade da iluminação estava ligada. O local com piores níveis de iluminância é o exterior. Os valores medidos oscilam entre 30 lux junto às colunas de iluminação e 1lux entre colunas. As luminárias estão equipadas com lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão. Os *uplights* colocados em redor do edifício, equipados com lâmpadas fluorescentes compactas, não se encontram na melhor posição, pois em função da distância ao edifício e da orientação a que se encontram, só contribuem para aumentar os níveis de poluição luminosa.

O comando dos circuitos permite que estes se desliguem parcialmente. Nos locais restritos ao público existem interruptores que permitem o comando manual. Nas casas de banho existem sensores de movimento que comandam a iluminação sem acção humana. Já nos balneários não existe qualquer comando para além do interruptor no quadro de entrada. Esta situação leva a que este circuito esteja permanentemente ligado. Verificou-se também que o comando do circuito de iluminação do corredor de acesso à zona técnica é feito no quadro, o que impossibilita desligar este circuito, à noite, na ausência de ocupantes.

Tabela 3.12 – Níveis de iluminância medidos

Local	Nível de Iluminância Medido (lux)
Recepção	280
Balneários	600
Sala dos Professores	600
Nave	100

Fez-se um inventário ao equipamento da parte do sistema de iluminação, Tabela B.7, que se considerou ter maior potencial de optimização. Fez-se também uma estimativa aos seus custos de exploração e manutenção, Tabela B.8.

3.5 - Estádio Municipal

O estádio municipal de Arouca (EM) localiza-se na freguesia de Arouca e tem sido casa do Futebol Clube de Arouca.

É composto por um campo relvado e um edifício do qual fazem parte as bancadas. O edifício por sua vez é constituído por três pisos. No piso 0 são os balneários e as áreas técnicas, no piso 1 é a recepção e bilheteira e no piso 2 os camarotes VIP, a imprensa e a direcção.

3.5.1 - Consumos Energéticos e Facturação

Os consumos energéticos do EM derivam essencialmente do sistema de aquecimento de água para banhos, do jacuzzi, da iluminação e do sistema de rega. Foram levantados os consumos anuais de electricidade e gás, Tabela 3.13, a partir dos quais se construíram as Figura 3.20 e Figura 3.21. Aí pode ler-se que o consumo anual de energia eléctrica representa 60% do consumo total de energia e tem um peso nos custos anuais de 72%.

A energia eléctrica é adquirida em média tensão (MT), na opção tarifária Longas Utilizações. Existe um posto de transformação no estádio, propriedade da autarquia, com uma potência nominal de 250kVA.

Com base na facturação recolhida relativa à energia eléctrica, correspondente ao ano 2009, Tabela A.13 e Tabela A.14, foi possível calcular os consumos médios diários do edifício, Tabela A.15, valores que foram usados para construir a Figura 3.22 que mostra o consumo médio diário, de energia activa e reactiva, para cada período de facturação. O consumo do período de inverno é superior ao do verão. O aumento do consumo nos meses de inverno, nos períodos de vazio, deve-se à necessidade de manter a temperatura da água no jacuzzi. Nos

restantes períodos deve-se essencialmente à maior utilização da iluminação artificial, nomeadamente a iluminação do campo.

Tabela 3.13 – Consumo anual de energia

Consumos anuais de energia		
Gás	Consumo (kg)	4829
	kgep	5307
Electricidade	Consumo (kWh)	91765
	kgep	7892
Energia Primária (kgep)		**13199**

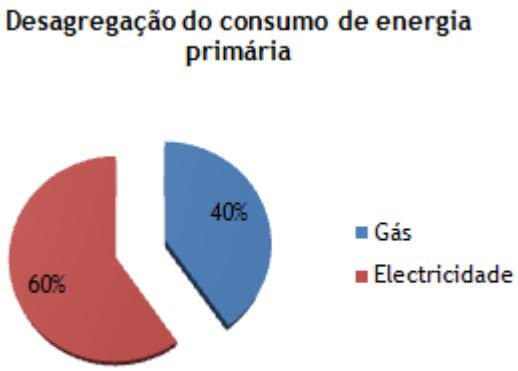


Figura 3.20 – Desagregação dos consumos de energia primária no EM

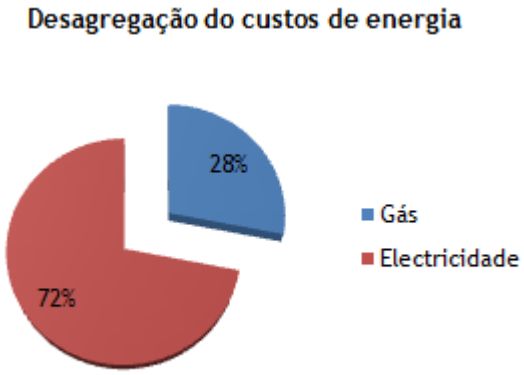


Figura 3.21 – Desagregação dos custos com energia no EM

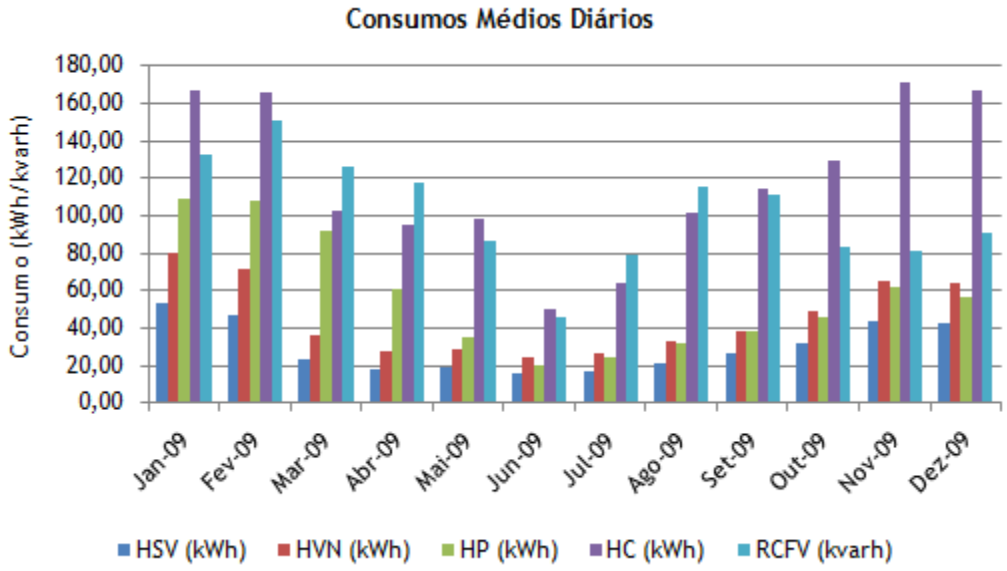


Figura 3.22 – Consumo médio diário de electricidade no EM

3.5.2 - Sistema de Iluminação

O sistema de iluminação do EM divide-se em iluminação exterior e interior. A iluminação exterior é feita com recurso a luminárias equipadas com lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão, nas zonas circundantes ao estádio, e torres equipadas com projectores de lâmpadas de vapor de mercúrio de iodetos metálicos, no recinto de jogo.

A iluminação interior faz-se com recurso a luminárias equipadas com lâmpadas fluorescentes T8 e balastros magnéticos.

O comando dos circuitos de iluminação é na maioria dos casos feito no quadro de entrada, que está localizado, não na entrada, mas na parte mais afastada do acesso ao estádio. Isso obriga a que sempre haja necessidade ligar ou desligar a iluminação de um compartimento, alguém percorra todo o estádio. Esta situação não é cómoda, incentivando a permanência da iluminação ligada.

Durante uma das visitas ao estádio foram medidos os níveis de iluminância nos balneários, à altura do plano de trabalho, registando-se cerca de 600lux, o triplo do recomendado pela norma ISO 8995 [48].

Na Tabela B.9 do anexo B encontra-se o inventário exaustivo do sistema de iluminação do EM. Com base nas informações recolhidas no local fez-se uma estimativa dos seus custos de exploração e manutenção, Tabela B.10.

3.6 - Escola E.B. 2,3 de Arouca

A escola E.B. 2,3 de Arouca situa-se na freguesia de Arouca, nas proximidades de vários edifícios destinados à educação e ao desporto, entre os quais as piscinas municipais de Arouca, o pavilhão gimno-desportivo e o estádio municipal. A sua construção data de 1982. É composta por três edifícios principais onde estão inseridas as salas de aula, a área

administrativa e a biblioteca. No seu conjunto totalizam 30 salas de aula. Além destes existe ainda uma cantina e um balneário.

3.6.1 - Consumos Energéticos e Facturação

Os consumos energéticos da E.B. 2,3 são feitos sob a forma de energia eléctrica e gás. Na Tabela 3.14 estão indicados os consumos anuais de energia. Como se pode ver na Figura 3.23 o consumo de electricidade representa cerca de três quartos do consumo total de energia, tendo este consumo um peso de 79% dos custos da escola com energia, Figura 3.24.

Tabela 3.14 – Consumos anuais de energia na E.B. 2,3

Consumos anuais de energia		
Gás	Consumo (kg)	4545
	kgep	4995
Electricidade	Consumo (kWh)	166394
	kgep	14310
Energia Primária (kgep)		19305

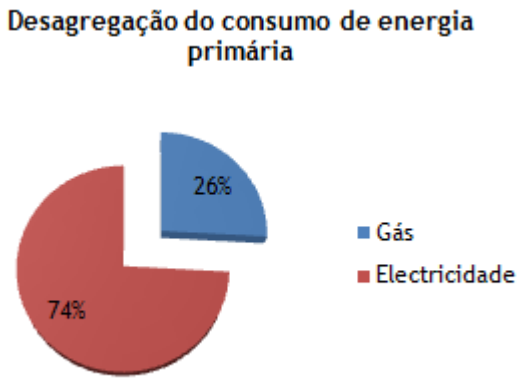


Figura 3.23 – Desagregação do consumo de energia na E.B 2,3

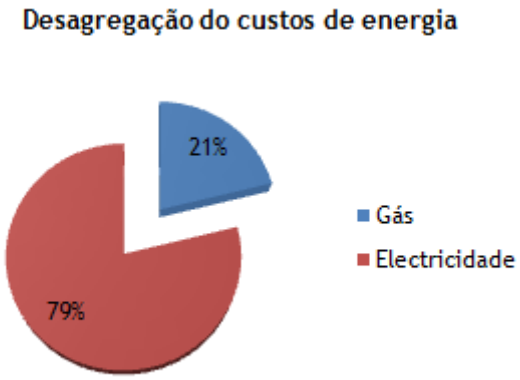


Figura 3.24 – Desagregação dos custos com energia na E.B 2,3

A escola consome energia eléctrica em baixa tensão, na opção tarifária BTE - Longas Utilizações, com uma potência contratada de 111kW. A facturação recolhida, Tabela A.17 e Tabela A.18, permitiu calcular os consumos médios diários para cada período de facturação, resultando nos dados da Tabela A.19, ilustrados através da Figura 3.25. Como se pode verificar existe um grande consumo de energia durante o inverno, essencialmente no período de vazio. Isto deve-se ao facto do sistema de aquecimento acumular energia térmica durante a noite para libertar durante o dia. Existe ainda facturação de energia reactiva nas horas fora do vazio, essencialmente nos meses em que o consumo global de energia activa é menor. Esta situação deve-se ao facto do consumo de energia reactiva durante o período de facturação ser inferior a 40% da energia activa consumida. Durante os meses de verão, como as cargas com forte componente indutiva se mantêm e o consumo de energia activa baixa, a relação entre o consumo de energia reactiva/energia activa diminui para valores inferiores ao limite estabelecido no regulamento tarifário em vigor, levando a que a energia reactiva seja alvo de facturação.

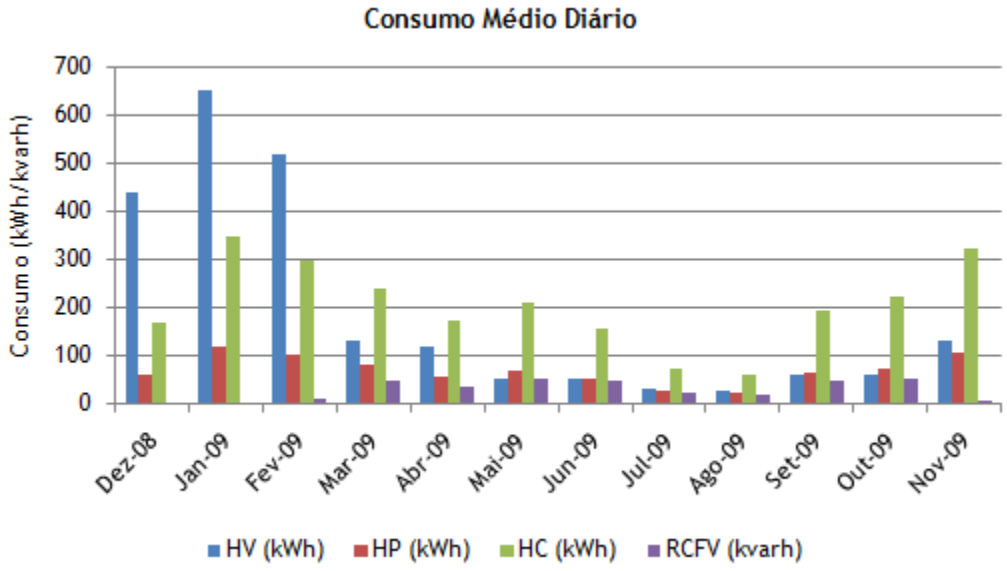


Figura 3.25 – Consumo médio diário de electricidade na E.B 2,3

3.7 - Rede de Iluminação Pública

A rede de iluminação pública (IP) é normalmente uma infra-estrutura que tem um peso importante na matriz energética dos municípios. No caso concreto de Arouca, segundo dados da DGEG, o consumo de energia eléctrica por parte da rede de IP tem um peso de 8% de todo o consumo de energia eléctrica do município [47]. A Figura 3.26 ilustra a distribuição de consumos eléctricos de vários serviços públicos relativos ao concelho de Arouca. Como se pode ver a IP é a infra-estrutura com maior peso.

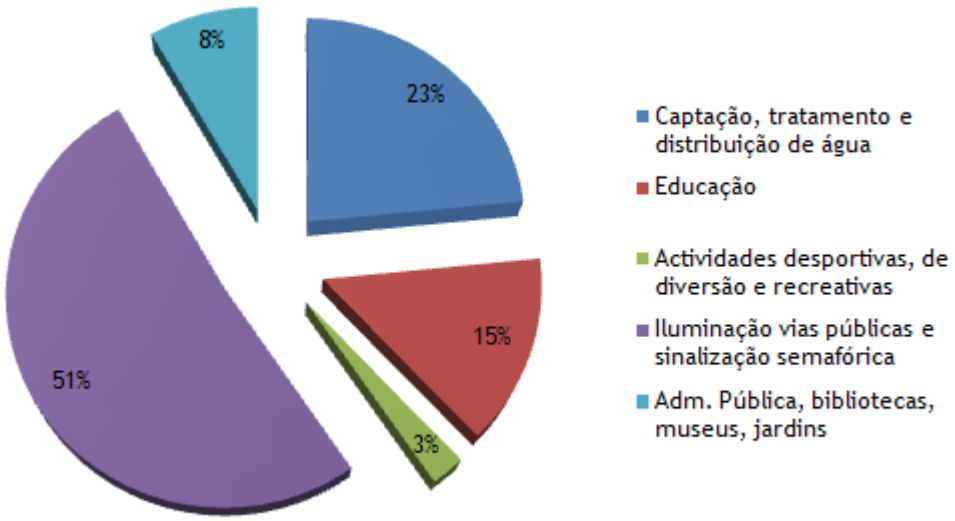


Figura 3.26 – Consumo de energia eléctrica das infra-estruturas de domínio público relativo ao ano 2008 [47]

Durante o período 2003-2008, o consumo de energia eléctrica pela IP tem aumentado, fruto das novas infra-estruturas rodoviárias e requalificação das existentes, Figura 3.27. Na Figura 3.27 registou-se uma diminuição de consumos em 2004. A causa exacta desta redução de consumos é difícil de identificar, no entanto, pela análise da facturação efectuada e pelas informações recolhidas na CMA verificou-se que as leituras dos contadores, relativos à iluminação pública, são espaçadas por longos períodos. Esta situação pode ter despontado um erro na quantificação da energia consumida pela IP no ano 2004.

Uma vez que não existe qualquer tratamento da facturação de energia eléctrica, no âmbito dos consumos de energia, não foi possível, em tempo útil, obter os consumos efectivos relativos ao ano 2009. No entanto, foi possível obter o custo anual com iluminação pública, com este valor e com o preço do kWh estabelecido pelo regulamento tarifário para a energia eléctrica destinada à iluminação pública estimou-se o consumo relativo ao ano 2009 em 4.658.339 kWh.

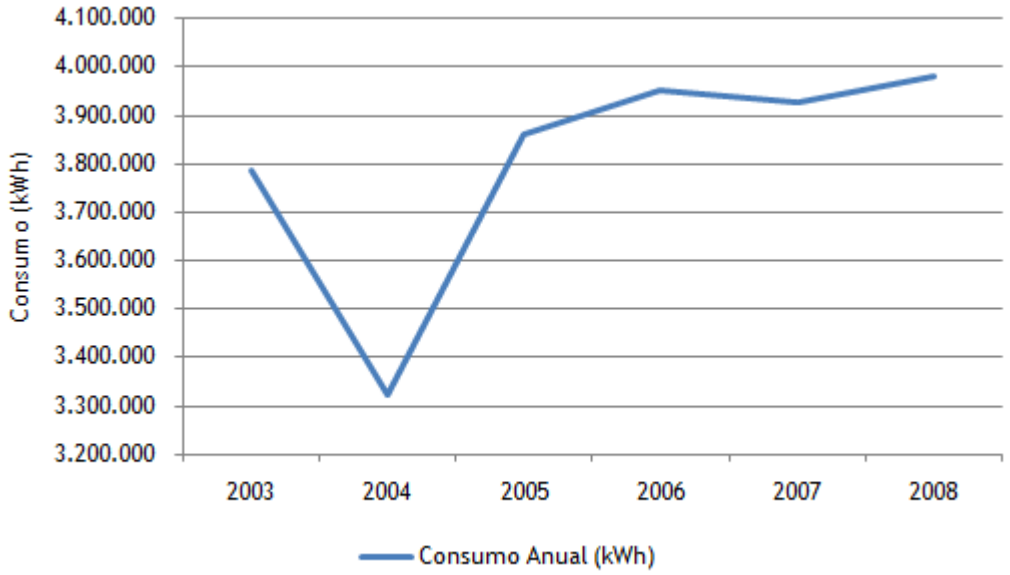


Figura 3.27 – Consumo de energia eléctrica da IP no período 2003-2008 [47]

3.8 - Síntese

Neste capítulo foram identificados e caracterizados os consumos energéticos das infra-estruturas estudadas.

O EP e a BM têm perfis de utilização comuns, sendo os seus consumos originários dos mesmos sistemas: aquecimento, iluminação e informática. Em ambos os edifícios existe um comando não eficiente do sistema de aquecimento e um sistema de iluminação deficitário, tendo-se registado valores de iluminância inferiores ao recomendado pelas normas internacionais. Além disso os sistemas informáticos não são alvo de uma gestão de energia eficaz.

Nas PMA o consumo eléctrico representa apenas 27% dos custos anuais com energia, sendo os restantes 73% da responsabilidade do gás usado no aquecimento de águas. O sistema de iluminação interior, além de mal comandado, é formado essencialmente por lâmpadas fluorescentes T8 equipadas com balastros magnéticos.

Nas PME o consumo eléctrico representa 54% dos custos anuais com energia, sendo o restante oriundo do consumo de gás. O sistema de iluminação é composto, na generalidade, por armaduras de lâmpadas fluorescentes T8 equipadas com balastros electrónicos da classe A2, encontrando-se também algumas lâmpadas incandescentes e fluorescentes compactas. Fizeram-se leituras dos níveis de iluminância que revelaram algumas situações desajustadas às recomendações normativas. Identificaram-se algumas situações em que o comando dos circuitos de iluminação é pouco apropriado.

O EM é alimentado por um PT próprio, com uma capacidade superior às necessidades actuais em mais de 50%, sendo a energia eléctrica responsável por 72% dos custos anuais com energia. A iluminação interior é comandada a partir do quadro de entrada, sendo constituída por luminárias equipadas com lâmpadas fluorescentes T8 e balastros magnéticos. Os níveis de iluminância nos balneários são muito superiores ao recomendado.

Nas infra-estruturas desportivas referidas, piscinas e estádio, existe facturação de energia reactiva.

A rede de Iluminação Pública tem aumentado o seu consumo anual, fruto de novas infra-estruturas rodoviárias e requalificação das existentes, representando em 2008, segundo a DGEG, 8% do consumo total de energia eléctrica no Concelho.

Capítulo 4

Estudo de Soluções

Neste capítulo são apresentadas medidas que promovem a redução de consumos/custos da factura energética do município de Arouca, em concreto para os edifícios estudados.

Sempre que se proponham medidas que envolvam mão-de-obra que possa ser realizada pelo pessoal da CMA, esta não será contabilizada para o tempo de amortização do investimento, uma vez que é difícil de quantificar.

4.1 - Biblioteca Municipal

4.1.1 - Consumos Energéticos e Facturação

Através da facturação de energia eléctrica relativa ao ano 2009, descrita no Capítulo 3, elaborou-se uma estimativa de custos para várias opções tarifárias disponíveis. Foram efectuadas simulações aplicando as tarifas em vigor no ano 2010, para as opções tarifárias BTN e BTE, Médias e Longas Utilizações. Depois foram comparados os custos da opção tarifária actual, BTN-Médias Utilizações, com as restantes opções, Tabela 4.1. Para a realização das simulações às opções tarifárias BTE foi necessário admitir alguns valores que não se enquadram na opção tarifária actual, nomeadamente o período horas de super vazio (HSV) e o consumo/fornecimento de energia reactiva. Foi então assumido que não existe consumo/fornecimento de energia reactiva e que durante o período de vazio a potência consumida é constante. Assumiu-se ainda que a potência a contratar seria de 41,41 kW, valor mínimo para a opção BTE. O cálculo do custo anual estimado, para cada um dos regimes tarifários, encontra-se na Tabela C.1, Tabela C.2, Tabela C.3 e Tabela C.4 (apresentadas no Anexo).

Analisando o quadro resumo da Tabela 4.1 constata-se que a alteração da tarifa actual para opção BTE – Longas Utilizações permite uma economia anual estimada em 700€.

No entanto, antes de proceder à alteração, recomenda-se a verificação da secção dos cabos e do calibre das protecções do ramal de alimentação do quadro de entrada, uma vez que a potência contratada será maior que a actual. Recomenda-se ainda que se façam leituras ao valor do factor de potência da instalação para o período de vazio e fora do vazio, precavendo eventuais consumos/fornecimentos de energia reactiva.

Tabela 4.1 – Quadro resumo do estudo da melhor opção tarifária

Opção Tarifária	Custo Anual (€)	Diferença (€)
Médias BTN	7580,90	0,00
Longas BTN	7998,45	417,56
Médias BTE	7063,51	-517,38
Longas BTE	6880,31	-700,59

4.1.2 - Sistema de Iluminação

Como descrito no Capítulo 3, a BMA tem um sistema de iluminação deficitário e com prestações insuficientes. Perante isto recomenda-se que se tomem algumas medidas que envolvem investimento. Realizou-se uma proposta de projecto de requalificação reaproveitando sempre que possível o equipamento existente, Tabela 4.2. Foram efectuadas simulações em Dialux para dimensionar correctamente o novo sistema de iluminação, ajustando os parâmetros luminotécnicos às recomendações normativas. Desta forma garante-se que os níveis de iluminância dos locais intervencionados são adequados para a realização das tarefas aí desempenhadas.

Além das melhorias em termos de conforto os custos de exploração serão inferiores. Tal como descrito no Capítulo 3, os custos de exploração estimados do sistema de iluminação actual rondam os 3695 €/ano, valor que seria reduzido para 2846€/ano, Tabela 4.3.

Tabela 4.2 – Proposta de requalificação do sistema de iluminação da BMA

Utilização	Tipo	Potência Armadura (W)	Quantidade	Potência Instalada (W)	Investimento (€)
Recepção	M TL-D 1x58 + BE - A2	54	4	216	31,44
Sala de Leitura	M TL-D 1x58 + BE - A2	54	12	648	94,32
“	M TL-D 2x18 + BE - A2	34,5	2	69	16,68
Sala do Conto	M TL-D 1x58 + BE - A2	54	2	108	15,72
“	M TL-D 2x36 + BE - A2	69	1	69	8,34
WC	R TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	1	106,5	8,34
Exposição	Focos Halogéneo 100W	100	6	600	0
Arrumos	FC 18/827 E27	18	1	18	6
WC	FC 18/827 E27	18	1	18	6
Gabinete 1	2xTL5-80W HFP D6	172	1	172	202,8
Gabinete 2	2xTL5-80W HFP D6	172	1	172	202,8
Gabinete 3	1xTL5-80W HFP D6	88	3	264	554,4
“	2xTL5-80W HFP D6	172	2	344	405,6
Lavabo	M TL-D 1x18 + BE - A2	18	1	18	7,86
Escadaria	PL-C 2x18	52	1	52	0
WC	R TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	1	106,5	8,34
Sala Leitura	2xTL5-80W HFP D6	172	1	172	202,8
Sala Leitura	1xTL5-80W HFP D6	88	2	176	369,6
Sala Exterior	2x36	69	2	138	321,6
Escadaria	PL-C 2x18	52	1	52	0
Sala PC e Vídeo	T5 1x80	86	1	86	294
“	T5 2x80	176	3	528	964,8
Sala de Projecção	T5 2x80	176	8	1408	2572,8
Sala Recepção/Lazer	T5 1x80	86	4	344	1176
Sala de Leitura	M TL-D 1x36 + BE - A2	35	18	630	141,48
Sótão	R TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	4	426	33,36
“	R TL-D 1x58 + BE - A2	54	4	216	31,44
Total c/IVA				**7157**	**7676,52**

Tabela 4.3 – Custos estimados de exploração e manutenção do sistema de iluminação proposto

Utilização	Funcionamento (h/ano)	Custo energia (€/ano)	Custo manutenção (€/ano)	Custo Anual (€)
Recepção	2700	95,31	5,53	100,85
Sala de Leitura	2700	285,94	16,60	302,55
“	2700	30,45	3,77	34,21
Sala do Conto	2700	47,66	2,77	50,42
“	2700	30,45	1,88	32,33
WC	2700	47,00	2,77	49,76
Zona de Exposição	2700	264,76	143,23	407,99
Arrumos	150	0,44	0,11	0,55
WC	150	0,44	0,11	0,55
Gabinete 1	2700	75,90	4,43	80,33
Gabinete 2	2700	75,90	4,43	80,33
Gabinete 3	2700	116,49	6,65	123,15
“	2700	151,80	8,87	160,66
Lavabo	300	0,88	0,10	0,99
Escadaria	2700	22,95	2,03	24,97
WC	2700	47,00	2,77	49,76
Sala Leitura	2700	75,90	4,43	80,33
Sala Leitura	2700	77,66	4,43	82,10
Sala Exterior	1500	33,83	2,09	35,92
Escadaria	2700	22,95	2,03	24,97
Sala PC e Vídeo	2700	37,95	2,22	40,17
“	2700	232,99	13,30	246,29
Sala de Projecção	1500	345,17	19,71	364,87
Recepção/Lazer	2700	151,80	8,87	160,66
Sala de Leitura	2700	278,00	16,95	294,95
Sótão	150	10,44	0,61	11,06
“	150	5,30	0,31	5,60
Total c/IVA		**2565,33**	**281,01**	**2846,34**

4.1.3 - Sistema de Aquecimento

A eficiência do sistema de aquecimento da biblioteca pode ser melhorada com a aplicação de um sistema de controlo eficaz. Para isso bastará substituir os programadores analógicos, que controlam o sistema, por programadores que permitam controlar o ciclo diário e semanal, ou seja 24horas + 7dias. A redução de custos com a aplicação deste sistema foi estimada em 448€/ano, Tabela 4.4, com um investimento previsto de 257€.

Tabela 4.4 – Redução de custos estimada no sistema de aquecimento

nº dias desligado	40
Economia Consumo (kWh)	7182
Economia nos Custos (€)	447,93

4.1.4 - Sistemas Informáticos

Uma das medidas que deve ser adoptada para a redução dos consumos nos sistemas informáticos é activação do sistema de gestão de energia do sistema operativo, protegido pelo administrador do sistema, de forma a evitar que os monitores e computadores estejam ligados durante grande parte do período de funcionamento da biblioteca. A redução do tempo de funcionamento dos computadores destinados à utilização do público, em 50%, combinada com a gestão de energia dos monitores dos computadores de serviço resultará numa economia estimada de 410€/ano, sem qualquer investimento.

4.1.5 - Resumo

No conjunto, as medidas propostas traduzem-se numa economia anual de 2407€, com um investimento previsto de 7934€, Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Quadro resumo das medidas propostas

Medida	Economia Anual (€)	Investimento (€)	Amortização (anos)
Alteração do tarifário EDP	700	0	0
Melhoria do Sistema de Iluminação	849	7677	9,0
Controlo do Sistema de Aquecimento	448	257	0,6
Gestão de Energia nos Computadores	410	0	0,0
Total	**2407**	**7934**	**3,3**

4.2 - Edifício Principal

4.2.1 - Consumos Energéticos e Facturação

Como foi referido no Capítulo 3, a energia eléctrica da CMA é facturada no regime tarifário BTN – Médias Utilizações com uma potência contratada de 41,4kVA. Após a recolha da facturação foram efectuadas simulações aos custos com electricidade, aplicando as tarifas em vigor no ano 2010, para as opções tarifárias BTN e BTE, Médias e Longas Utilizações. Depois foram comparados os custos da opção tarifária actual, BTN-Médias Utilizações, com as restantes opções, Tabela 4.6. Para a realização das simulações às opções tarifárias BTE foi necessário admitir alguns valores que não se enquadram na opção tarifária actual, nomeadamente o período horas de super vazio (HSV) e o consumo/fornecimento de energia reactiva. Com base nos registos descritos no Capítulo 3 foi assumido que durante o período de vazio a potência consumida é constante. Assumiu-se ainda que a potência a contratar seria de 50 kW, valor superior ao registado no período de maior potência requisitada, e que a potência reactiva no vazio é capacitiva com um valor médio de 4kvar. O cálculo do custo anual estimado, para cada um dos regimes tarifários, encontra-se Tabela C.5 na Tabela C.6, Tabela C.7, e Tabela C.8 (apresentadas no Anexo)

Com base nos resultados obtidos, Tabela 4.6, torna-se evidente que a opção tarifária actual não é a mais indicada. Qualquer uma das opções consideradas no estudo é mais vantajosa que a actual. A opção BTE - Longas Utilizações é a que permite maiores economias,

1888€/ano, valor que pode chegar aos 2000€/ano caso seja eliminado o fornecimento de energia reactiva durante o período de vazio.

Tabela 4.6 – Quadro resumo do estudo da melhor opção tarifária

Opção tarifária	Custo Anual (€)	Diferença (€)
Médias BTN	17208,73	0,00
Longas BTN	15802,17	-1406,56
Médias BTE	16201,73	-1006,99
Longas BTE	15320,61	-1888,12

4.2.2 - Sistema de Iluminação

O sistema de iluminação da CMA, descrito no Capítulo 3, utiliza sistemas com níveis de eficiência muito abaixo dos conseguidos pelas tecnologias actuais. Como tal foi prevista a sua remodelação, atendendo às limitações orçamentais e ao facto do edifício ter sido remodelado à cerca de 6 anos. Para isso estudou-se a substituição dos balastros magnéticos classe B2 por balastros electrónicos classe A2, assim como a substituição das lâmpadas de halogéneo, de vapor de mercúrio de alta pressão e incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas. Esta alteração implica um investimento de 2000€, iva incluído, que se traduz numa economia estimada de 1566€/ano.

Este investimento tem vantagens adicionais aqui não quantificadas, como o aumento do factor de potência e todas as vantagens que advêm da utilização de balastros electrónicos. Além disso, nos gabinetes, as lâmpadas fluorescentes compactas eleitas permitirão aumentar os níveis médios de iluminância que se encontram muito abaixo do recomendado pela norma ISO 8955.

Na Tabela 4.7 encontram-se os consumos estimados para a solução proposta. Na Tabela 4.8 encontram-se o conjunto de equipamentos a instalar/reutilizar, assim como o investimento previsto.

Tabela 4.7 - Custos estimados de exploração e manutenção do sistema de iluminação proposto

Utilização	Funcionamento (h/ano)	Custo energia (€/ano)	Custo manutenção (€/ano)	Custo Anual (€)
Gabinete	1000	11,28	1,39	12,67
Gabinete	1000	14,71	7,50	22,21
“	1000	5,88	0,71	6,59
Gabinete	1000	5,64	0,70	6,34
Gabinete	1000	5,64	0,70	6,34
Gabinete	1000	11,28	1,39	12,67
WC	1750	10,30	2,63	12,92
Arrumos	1000	11,28	1,39	12,67
“	1000	2,94	0,35	3,29
Bar	1000	2,94	0,35	3,29
“	1000	14,71	1,76	16,47
Gabinete Comum	1500	44,13	5,23	49,36

Utilização	Funcionamento (h/ano)	Custo energia (€/ano)	Custo manutenção (€/ano)	Custo Anual (€)
Gabinete	1000	11,77	1,41	13,18
“	1000	14,71	7,50	22,21
Gabinete	1000	7,35	3,75	11,10
Gabinete Comum	1500	67,66	8,37	76,03
Gabinete Comum	1500	50,75	6,28	57,02
“	1500	11,03	5,63	16,66
Gabinete	1000	11,28	1,39	12,67
Hall/Corredor	1750	25,74	13,13	38,87
“	1750	20,59	5,25	25,84
“	1750	15,44	3,94	19,38
“	1750	61,78	7,41	69,19
Gabinete Comum	1500	84,58	10,46	95,04
“	1500	8,83	1,06	9,88
Gabinete	1000	5,39	0,96	6,35
“	1000	5,88	0,71	6,59
Gabinete	1000	11,28	1,39	12,67
Gabinete	1000	5,39	0,96	6,35
“	1000	2,94	0,35	3,29
Gabinete	1000	5,39	0,96	6,35
Hall	1750	0,00	0,00	0,00
Sala de Reuniões	500	5,88	0,71	6,59
“	500	5,39	0,96	6,35
WC	1750	10,30	2,63	12,92
Escadaria	1750	5,15	0,61	5,76
Gabinete	1000	11,28	1,39	12,67
“	1000	2,94	0,35	3,29
Gabinete Comum	1500	67,66	8,37	76,03
Gabinete	1000	5,39	0,96	6,35
Gabinete	1000	8,17	10,50	18,67
Gabinete	1000	16,18	2,88	19,06
Salão Nobre	1500	14,71	18,90	33,61
Gabinete Comum	1500	93,03	11,51	104,54
Gabinete	1000	5,88	0,71	6,59
“	1000	5,39	0,96	6,35
Corredor	1750	20,59	5,25	25,84
“	1750	61,78	7,41	69,19
Sótão	1500	75,02	19,13	94,14
“	1500	265,99	16,21	282,20
“	1750	9,87	1,22	11,09
Total c/IVA		1259,10	215,66	**1474,77**

Tabela 4.8 - Proposta de requalificação do sistema de iluminação da CMA

Utilização	Tipo	Potência Armadura (W)	Quantidade	Potência Total (W)	Investimento (€)
Gabinete	M TL-D 2x18 + BE - A2	34,5	2	69	16,68
Gabinete	TORNADO 45W/827	45	2	90	60
“	M PL-C 1x18 + BE - A2	18	2	36	18,48
Gabinete	M TL-D 2x18 + BE - A2	34,5	1	34,5	8,34
Gabinete	M TL-D 2x18 + BE - A2	34,5	1	34,5	8,34
Gabinete	M TL-D 2x18 + BE - A2	34,5	2	69	16,68
WC	FC 18/827 E27	18	2	36	12
Arrumos	M TL-D 2x18 + BE - A2	34,5	2	69	16,68
“	M PL-C 1x18 + BE - A2	18	1	18	9,24
Bar	M TL-D 1x18 + BE - A2	18	1	18	7,86
“	M PL-C 1x18 + BE - A2	18	5	90	46,2
Gabinete Comum	M TL-D 1x18 + BE - A2	18	10	180	78,6
Gabinete	M PL-C 1x18 + BE - A2	18	4	72	36,96
“	TORNADO 45W/827	45	2	90	60
Gabinete	TORNADO 45W/827	45	1	45	30
Gabinete Comum	M TL-D 2x18 + BE - A2	34,5	8	276	66,72
Gabinete Comum	M TL-D 2x18 + BE - A2	34,5	6	207	50,04
“	TORNADO 45W/827	45	1	45	30
Gabinete	M TL-D 2x18 + BE - A2	34,5	2	69	16,68
Hall/Corredor	TORNADO 45W/827	45	2	90	60
“	FC 18/827 E27	18	4	72	24
“	FC 18/827 E27	18	3	54	18
“	M PL-C 1x18 + BE - A2	18	12	216	110,88
Gabinete Comum	M TL-D 2x18 + BE - A2	34,5	10	345	83,4
“	M PL-C 1x18 + BE - A2	18	2	36	18,48
Gabinete	MASTER PL E 33W/840 E27	33	1	33	12
“	M PL-C 1x18 + BE - A2	18	2	36	18,48
Gabinete	M TL-D 2x18 + BE - A2	34,5	2	69	16,68
Gabinete	MASTER PL E 33W/840	33	1	33	12
“	M PL-C 1x18 + BE - A2	18	1	18	9,24
Gabinete	MASTER PL E 33W/840	33	1	33	12
Hall	-	0		0	0
Sala de Reuniões	M PL-C 1x18 + BE - A2	18	4	72	36,96
“	MASTER PL E 33W/840	33	2	66	24
WC	FC 18/827 E27	18	2	36	12
Escadaria	M TL-D 1x18 + BE - A2	18	1	18	7,86
Gabinete	M TL-D 2x18 + BE - A2	34,5	2	69	16,68
“	M TL-D 1x18 + BE - A2	18	1	18	7,86
Gabinete Comum	M TL-D 2x18 + BE - A2	34,5	8	276	66,72
Gabinete	MASTER PL E 33W/840	33	1	33	12

Utilização	Tipo	Potência Armadura (W)	Quantidade	Potência Total (W)	Investimento (€)
Gabinete	FC 5W/827	5	10	50	84
Gabinete	MASTER PL E 33W/840	33	3	99	36
Salão Nobre	FC 5W/827	5	12	60	100,8
Gabinete Comum	M TL-D 2x18 + BE - A2	34,5	11	379,5	91,74
Gabinete	M PL-C 1x18 + BE - A2	18	2	36	18,48
"	MASTER PL E 33W/840	33	1	33	12
Corredor	FC 18/827 E27	18	4	72	24
"	M PL-C 1x18 + BE - A2	18	12	216	110,88
Sótão	FC 18/827 E27	18	17	306	102
"	M TL-D 1x36 + BE - A2	35	31	1085	243,66
"	M TL-D 2x18 + BE - A2	34,5	1	34,5	8,34
Total c/IVA					**2000,64**

4.2.3 - Sistema de Aquecimento

Tal como descrito no Capítulo 3, o sistema de aquecimento funciona durante o período de fim-de-semana, isto porque o controlo é feito por relógios analógicos apenas de um ciclo diário.

Para evitar o desperdício de energia ao fim de semana bastará substituir os programadores actuais, por programadores que permitam controlar o ciclo diário e semanal, ou seja 24horas + 7dias. A redução de custos com a aplicação deste sistema foi estimada em 690€/ano, Tabela 4.9, com um investimento previsto de 686€.

Tabela 4.9 – Redução de custos estimada no sistema de aquecimento do EP

nº dias desligado	40
Economia Consumo (kWh)	11068
Economia nos Custos (€)	690,28

4.2.4 - Sistemas Informáticos

Uma vez que não existe controlo na aplicação de medidas de gestão de energia nos computadores, recomenda-se que estas sejam activadas e protegidas, permitindo apenas ao administrador alterar os seus parâmetros.

Outra medida que permitirá reduzir significativamente o desperdício consiste em desligar os computadores na hora de almoço. Esta acção por vezes não é aceite com muita satisfação pelos utilizadores, pois pode existir alguma morosidade no arranque das máquinas. Para evitar a insatisfação dos utilizadores pode ser configurada uma aplicação que permite ligar e desligar os computadores através da rede. Desta forma os computadores podem ser desligados à hora de almoço e quando os funcionários retomarem o seu posto de trabalho o computador estará novamente ligado.

Estima-se que com a aplicação destas medidas o custo do sistema seja de 3451€, Tabela 4.10. Isto significa uma economia anual de 908€ sem qualquer investimento.

Pode ainda aplicar-se uma medida que terá maior impacto, trata-se da substituição progressiva de alguns computadores por computadores portáteis, pois a redução no consumo de energia chega aos 80% [10].

Tabela 4.10 – Custos estimados no sistema informático após aplicação das medidas propostas

Equipamento	Potência média unitária (w)	Quantidade	Potência total (W)	Funcionamento (h/ano)	Custo energia (€/ano)
Computador+Monitor+UPS	150	80	12000	1760	3451,45

4.2.5 - Resumo

Na Tabela 4.11 encontram-se resumidas as medidas e o investimento previstos. O conjunto de medidas envolve um investimento de 2687€ com um tempo de amortização estimado em meio ano.

Tabela 4.11 – Quadro resumo das medidas propostas

Medida	Economia Anual (€)	Investimento (€)	Amortização (anos)
Alteração do tarifário EDP	1888	0	0
Melhoria do Sistema de Iluminação	1566	2001	1,3
Controlo do Sistema de Aquecimento	690	686	1,0
Gestão de Energia nos Computadores	908	0	0,0
Total	**5052**	**2687**	**0,5**

4.3 - Piscinas Municipais de Arouca

4.3.1 - Escolha adequada do tarifário de energia eléctrica

Como já foi referido no capítulo 3, a energia eléctrica das PMA é facturada no regime tarifário BTE – Médias Utilizações. Após a recolha da facturação de energia eléctrica respeitante ao ano 2009, estudaram-se alternativas ao tarifário actual. Como elemento de apoio construiu-se uma folha de cálculo com os consumos de 2009, usando as tarifas de 2010, onde estão estimados os custos que resultam dos consumos com o tarifário actual, Tabela C.9 (apresentada no Anexo). Estimaram-se também os custos para o tarifário alternativo, BTE – Longas Utilizações, Tabela C.10 (apresentada no Anexo).

Uma vez que no ano 2009 não foi diferenciada a energia consumida nas horas de vazio normal/horas de super vazio, mediante os diagramas de carga apresentados no Capítulo 3, considerou-se que 70% da energia facturada no vazio pertence ao vazio normal e os restantes 30% ao super vazio.

A redução de custos estimada após a alteração do tarifário BTE – Médias Utilizações para BTE – Longas Utilizações é de aproximadamente 942 €/ano.

4.3.2 – Proposta de Alimentação alternativa

Após uma visita verificou-se que o estádio municipal de Arouca possui um posto de transformação (PT) de 250 kVA. A potência requisitada no EM é cerca de 50% da potência instalada, o que deixa cerca de 125 kVA disponíveis. Uma vez que as PMA são anexas ao estádio, e a potência requisitada pelas PMA é inferior à potência sobrante do PT, estas podem ser alimentadas a partir do referido PT. Na Tabela 4.12 está o resultado de uma estimativa de custos, baseados nos consumos de energia eléctrica de 2009, que serve de apoio ao estudo do interesse económico da proposta. Os custos anuais de exploração do conjunto piscinas e estádio, com o regime tarifário actual descrito no Capítulo 3, são de aproximadamente 32899€. Fazendo as alterações adequadas aos tarifários de cada uma das estruturas os custos aproximados seriam de 31824€. Com a solução de alimentação aqui proposta, alimentação das PMA a partir do PT do EM, os custos de exploração estimados seriam de 27999€, o que representa uma economia de 4899€ face aos tarifários actuais e 3824€ em relação às melhores opções tarifárias se alimentados em separado.

Para que tal seja possível é necessário fazer a ligação do quadro de entrada das PMA ao quadro geral de baixa tensão do PT instalado no estádio.

Dimensionou-se um cabo e os respectivos fusíveis de protecção a instalar. No entanto este cálculo serve apenas como indicador económico da medida. Para isso considerou-se uma potência a alimentar de 70kW, um factor de potência de 0,7 e uma distância entre quadros de 250 metros. Escolheu-se um cabo LVAV 3x120+70mm^2, protegido por fusíveis gL de 160A. A preços de mercado o conjunto ronda os 4069€.

Relembra-se que este cálculo é apenas um indicador, para um correcto dimensionamento deve ser considerada a condição de queda de tensão, já que apenas se verificaram as condições de aquecimento e de curto-circuito.

Recomenda-se ainda que antes de aplicar esta medida se ultimem outras acções para a correcção do factor de potência. Um factor de potência unitário reduzirá a secção do cabo e o calibre da aparelhagem de eléctrica, reduzindo também o custo do material e o custo de exploração inerente da redução das perdas.

Tabela 4.12 – Custos de exploração estimados da proposta de alimentação das PMA a partir do EM

Períodos	**Janeiro**	**Fevereiro**	**Março**	**Abril**	**Maio**	**Junho**	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**	**Outubro**	**Novembro**	**Dezembro**	**Total**
nº dias	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	**365**
Período	I			II			III			IV			
						Custos (€)							
TTF	43,53	43,53	39,32	43,53	42,13	43,53	42,13	43,53	43,53	42,13	43,53	42,13	**512,53**
PC	224,69	224,69	196,78	217,86	210,83	217,86	217,44	224,69	224,69	217,44	230,26	222,83	**2630,08**
PHP	441,78	392,40	322,25	264,86	212,94	196,53	211,91	170,74	241,51	205,93	310,25	276,62	**3247,72**
HSV	145,04	123,79	85,09	96,26	83,00	94,73	113,56	88,69	120,32	85,38	120,25	126,52	**1282,64**
HVN	291,78	248,85	185,91	217,81	183,67	216,19	265,57	195,51	265,57	172,70	240,65	260,83	**2745,05**
HP	678,18	614,91	528,58	463,55	330,44	318,75	370,95	312,20	384,38	313,38	490,70	472,61	**5278,64**
HC	979,13	848,31	662,99	742,29	673,73	628,58	714,46	643,74	845,66	654,32	928,02	926,80	**9248,03**
Total EA	2094,12	1835,86	1462,56	1519,91	1270,83	1258,26	1464,56	1240,15	1615,94	1225,78	1779,62	1786,77	**18554,37**
RCFV	179,46	175,81	143,76	162,58	130,81	129,52	126,67	142,01	161,85	105,14	125,60	138,18	**1721,38**
Total	2983,58	2672,30	2164,67	2208,74	1867,54	1845,70	2062,70	1821,12	2287,52	1796,42	2489,25	2466,53	**26666,07**
Total c/IVA	**3132,76**	**2805,91**	**2272,90**	**2319,18**	**1960,91**	**1937,98**	**2165,84**	**1912,18**	**2401,90**	**1886,24**	**2613,72**	**2589,85**	**27999,37**

4.3.3 – Compensação do Factor de Potência

Conforme descrito no Capítulo 3 as PMA têm um factor de potência médio inferior a 0,93, o que implica o pagamento de energia reactiva. Foi feita uma análise à facturação para dimensionar a potência de uma bateria de condensadores a instalar no edifício, de acordo com o estabelecido no Anexo D. O resultado dessa análise pode ser encontrado na Tabela 4.13. Fez-se uma estimativa usando a energia consumida, para obtenção de um factor de potência 0,93, 0,96 e 1. Como se pode ver na Tabela 4.13, o valor da potência reactiva média consumida oscila entre os 13 e os 25kvar. Para se obter um factor de potência de 0,93 bastaria uma bateria de 14kvar. Como a partir de 1 de Janeiro de 2010 a energia reactiva indutiva passará a ser facturada, nas horas fora de vazio, quando tgφ for superior a 0,3, calculou-se a potência reactiva a instalar para um factor de potência de 0,96, resultando no valor de 17kvar. No entanto, poder-se-á eliminar totalmente o consumo de energia reactiva, contribuindo assim para a redução das perdas na rede, indo de encontro aos objectivos do Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC). Para isso basta dimensionar a bateria de condensadores de forma a eliminar totalmente o consumo de energia reactiva, ou seja, tornar o factor de potência igual a 1. Para tal, perante a análise efectuada, a potência a instalar seria de 25kvar.

Contudo deve ter-se em atenção que esses cálculos foram feitos com base na potência média, e se em algum momento, durante o período de integração, a potência reactiva requisitada for superior à potência reactiva da bateria de condensadores, existirá consumo de energia reactiva da rede. Para precaver estas situações foram feitos registos da potência requisitada no quadro de entrada da instalação, resultando na Figura 4.1. Nessa mesma figura foi adicionada uma linha que representa a potência reactiva a compensar para se obter um factor de potência de 0,96.

No período do registo o valor máximo da potência reactiva requisitada foi de 17kvar, inferior ao valor obtido pelo método da energia. No entanto, como o registo foi efectuado no verão, analisou-se um registo gráfico fornecido pela CMA relativo ao consumo num dia de inverno, Figura 3.14 (apresentada no Capítulo 3). A partir do registo gráfico foi criado um quadro com alguns valores que se acharam pertinentes, potência activa, factor de potência, potência reactiva total e potência reactiva para se obter um factor de potência de 0,96, Tabela 4.14. O valor máximo da potência a compensar seria de 14kvar e 28kvar para factores de potência de 0,96 e 1 respectivamente.

Foram pedidos orçamentos a empresas que comercializam este tipo de equipamento, no entanto não existe consenso, entre as propostas apresentadas, quanto ao valor da potência da bateria de condensadores a instalar.

Com base nos cálculos efectuados, recomenda-se a instalação de uma bateria de condensadores com uma potência igual ou superior a 28kvar. Pelos dados recolhidos estima-se que esta potência seja suficiente para manter o factor de potência entre 0,96 e 1, evitando assim o pagamento de energia reactiva. Foram pedidas cotações de mercado a comercializadores deste tipo de equipamento tendo-se obtido orçamentos da ordem dos 1050€, para uma bateria de 35kvar. Este equipamento poderá ser instalado pelos técnicos da CMA, evitando o custo da mão-de-obra, permitindo um tempo de amortização estimado em 11 meses.

Tabela 4.13 – Análise do consumo de energia reactiva nas PMA

Períodos	**Jan-09**	**Fev-09**	**Mar-09**	**Abr-09**	**Mai-09**	**Jun-09**	**Jul-09**	**Ago-09**	**Set-09**	**Out-09**	**Nov-09**	**Dez-09**
nº dias	28	29	29	34	27	30	32	36	29	27	30	33
PC (kW)	61,4	61,4	56	56	56	56	61,4	61,4	61,4	61,4	65,8	65,8
PHP (kW)	27,04	21,21	20,86	17,26	18,33	19,22	20,81	12,9	20,24	14,74	22,67	20,91
HV (kWh)	4578	3742	3730	4576	3680	4710	5960	3752	5380	2687	3790	4528
HP (kWh)	3028	2460	2420	2348	1980	2306	2664	1856	2348	1592	2720	2760
HC (kWh)	6920	5334	5312	5962	5140	5984	6646	4566	6592	4208	6162	6436
RCFV (kvarh) – facturada	5633	4868	4279	5190	4504	5608	4526	4134	5358	3206	4319	4779
RCFV (kvarh) – consumida	9612	7986	7372	8514	7352	8924	8250	6703	8934	5526	7872	8457
$tg\varphi_{méd}$	0,97	1,02	0,95	1,02	1,03	1,08	0,89	1,04	1,00	0,95	0,89	0,92
$cos\varphi_{méd}$	0,72	0,70	0,72	0,70	0,70	0,68	0,75	0,69	0,71	0,72	0,75	0,74
$Q_{méd}$ fp=0,93 (kvar)	14	12	11	11	12	13	10	8	13	8	10	10
$Q_{méd}$ fp=0,96 (kvar)	17	14	12	13	14	15	12	9	15	10	12	12
$Q_{méd}$ fp=1 (kvar)	25	20	18	18	19	21	18	13	22	15	19	18

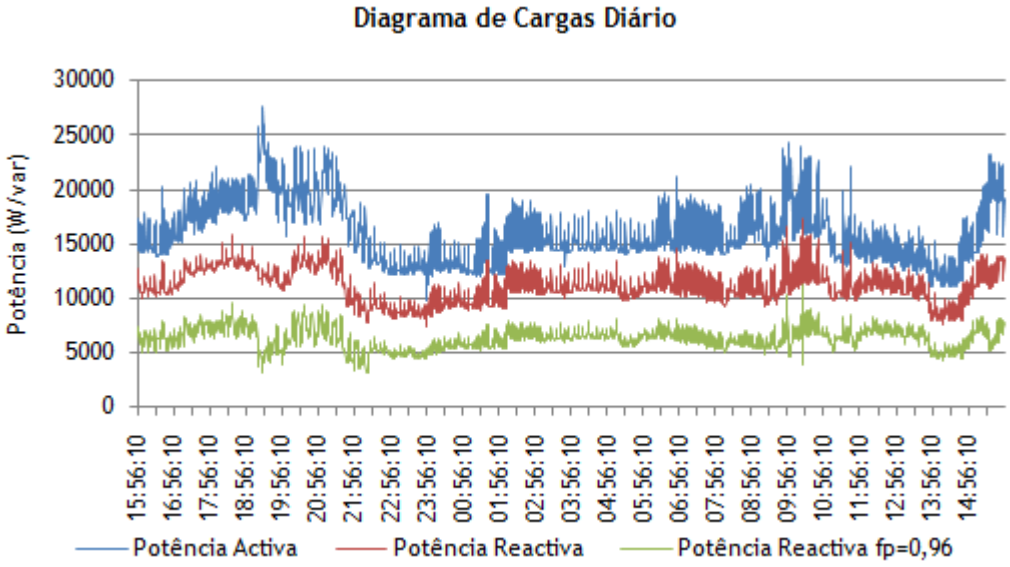


Figura 4.1 – Diagrama de cargas e potência reactiva a compensar nas PMA

Tabela 4.14 – Potência e factor potência nas PMA durante o registo gráfico fornecido pela CMA

P (kW)	cosφ	Q (kvar) fp=1	Q (kvar) fp=0,96
15	0,7	15	8
20	0,7	20	11
30	0,75	26	13
35	0,78	28	14

4.3.4 - Sistema de Iluminação

As PMA, como referido no Capítulo 3, estão equipadas com balastros magnéticos. Fez-se um estudo económico para determinar o investimento necessário à aplicação de balastros electrónicos da classe A2. Na Tabela 4.15 e Tabela 4.16 encontram-se as estimativas de investimento, assim como os custos de exploração expectáveis do sistema proposto. As economias previstas em manutenção e custo de energia, face ao sistema actual, são de 614€/ano, para um investimento de 910€. No investimento apenas foram considerados os custos de aquisição do equipamento, uma vez que a mão-de-obra pode ser feita pelos electricistas da CMA, o que de certa forma torna esses custos difíceis de quantificar.

Foi também prevista a instalação de detectores de presença nos balneários, Tabela 4.17. Esta medida acarreta um investimento de aproximadamente 572€ que será amortizado em função da redução dos custos de exploração, estimada em 280€/ano.

Tabela 4.15 – Custos de exploração estimados para o sistema de iluminação proposto para as PMA

Utilização	Funcionamento (h/ano)	Custo energia (€/ano)	Custo manutenção (€/ano)	Custo Anual (€)
Corredor piso 0	3861	238,61	18,85	257,46
"	2808	118,05	19,58	137,63
Sala Professores	2808	35,93	2,94	38,87
Sala de Apoio 1 piso 0	2808	47,22	3,92	51,14
WC funcionários	2808	6,16	2,11	8,27
Balneário Masculino piso 0	3861	131,74	10,77	142,51
"	3861	100,21	7,91	108,13
Balneário Feminino piso 0	3861	131,74	10,77	142,51
"	3861	100,21	7,91	108,13
Sala de Apoio à piscina	2808	94,44	7,83	102,27
Sauna	1404	47,22	3,92	51,14
Sala de Apoio 2 piso 0	1404	54,66	4,32	58,98
Escadaria piso 0	2808	18,48	1,44	19,92
Recepção piso 1	2808	11,98	0,98	12,96
Corredor Piso 1	2106	123,95	10,28	134,23
Bar (zona mesas)	2808	118,05	9,79	127,84
WC piso 1	2106	71,86	5,87	77,73
"	2106	35,42	2,94	38,35
Corredor Piso 2	2106	106,25	8,81	115,06
Sala Apoio	2808	141,66	11,75	153,41
WC piso 2	2808	47,90	3,92	51,82
Ginásio	2808	377,76	31,33	409,09
Casa das Caldeiras	702	54,66	4,32	58,98
Total		2214,16	192,26	2406,42
Total c/IVA		**2324,86**	**230,72**	**2555,58**

Tabela 4.16 – Proposta de requalificação do sistema de iluminação das PMA

Utilização	Tipo	Potência Armadura (W)	Quantidade	Potência Total (W)	Investimento (€)
Corredor piso 0	M TL-D 2x36 + BE - A2	69	7	483	48,65
"	M TL-D 4x18 + BE – A2	69	5	345	36,75
Sala Professores	M TL-D 1x36 + BE - A2	35	3	105	19,65
Sala de Apoio 1 piso 0	M TL-D 2x36 + BE - A2	69	2	138	13,9
WC funcionários	FC 18/827 E27	18	1	18	5
Balneário Masc. piso 0	M TL-D 1x36 + BE - A2	35	8	280	52,4
"	M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	2	213	13,9
Balneário Fem. piso 0	M TL-D 1x36 + BE - A2	35	8	280	52,4
"	M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	2	213	13,9
Sala de Apoio à piscina	M TL-D 2x36 + BE - A2	69	4	276	27,8
Sauna	M TL-D 2x36 + BE - A2	69	4	276	27,8
Sala de Apoio 2 piso 0	M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	3	319,5	20,85
Escadaria piso 0	M TL-D 1x58 + BE - A2	54	1	54	6,55
Recepção piso 1	M TL-D 1x36 + BE - A2	35	1	35	6,55
Corredor Piso 1	M TL-D 2x36 + BE - A2	69	7	483	48,65
Bar (zona mesas)	M TL-D 2x36 + BE - A2	69	5	345	34,75
WC piso 1	M TL-D 1x36 + BE - A2	35	8	280	52,4
"	M TL-D 2x36 + BE - A2	69	2	138	13,9
Corredor Piso 2	M TL-D 2x36 + BE - A2	69	6	414	41,7
Sala Apoio	M TL-D 2x36 + BE - A2	69	6	414	41,7
WC piso 2	M TL-D 1x36 + BE - A2	35	4	140	26,2
Ginásio	M TL-D 2x36 + BE - A2	69	16	1104	111,2
Casa das Caldeiras	M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	6	639	41,7
Total				6992,5	758,30
Total c/IVA					**909,96**

Tabela 4.17 – Instalação de detectores de movimento nas PMA

Utilização	Funcionamento (h/ano)	Custo energia (€/ano)	Custo manutenção (€/ano)	Custo Anual (€)	Investimento (€)
Balneário Masculino piso 0	2316,6	79,04	5,39	84,43	63,6
	2316,6	60,13	3,96	64,09	63,6
Balneário Feminino piso 0	2316,6	79,04	5,39	84,43	63,6
	2316,6	60,13	3,96	64,09	63,6
WC piso 1	1263,6	43,11	2,94	46,05	127,2
	1263,6	21,25	1,47	22,72	31,8
WC piso 2	1684,8	28,74	1,96	30,70	63,6
Total		371,45	25,05	396,50	477,00
Total c/IVA		**390,02**	**30,06**	**420,08**	**572,40**

4.3.5 - Resumo

Na Tabela 4.18 encontram-se resumidas as medidas e o investimento previstos. O conjunto de medidas envolve um investimento de 6601€ com um tempo de amortização estimado em um ano.

Tabela 4.18 – Quadro resumo do investimento e amortização das PMA

Medida	Economia (€)	Investimento (€)	Amortização (anos)
Alteração do tarifário EDP	947,82	0	0
Substituição balastros magnéticos por electrónicos	614,20	909,96	1,5
Alimentação das piscinas a partir do PT do Estádio	3824,40	4069,43	1,1
Detectores de presença nos balneários	280,05	572,40	2,0
Compensação do Factor de Potência	1220,02	1050	0,9
Total	**6886,48**	**6601,79**	**1,0**

4.4 - Piscinas Municipais de Escariz

4.4.1 - Consumos Energéticos e Facturação

Tal como nas PMA, nas PME a energia eléctrica é facturada no regime tarifário BTE – Médias Utilizações. Após a recolha da facturação de energia eléctrica respeitante ao ano 2009 foram estudadas alternativas ao tarifário actual. Como elemento de apoio foi construída uma folha de cálculo, Tabela C.11 (apresentada no Anexo), com os consumos de 2009, usando as tarifas de 2010, onde estão estimados os custos que resultam dos consumos com o tarifário actual. A Tabela C.12 (apresentada no Anexo) estima os custos para o tarifário alternativo, BTE – Longas Utilizações. Como se pode verificar a alteração do tarifário BTE – Médias Utilizações para BTE – Longas Utilizações permite uma redução de custos estimada em aproximadamente 2656 €/ano.

4.4.2 - Compensação do Factor de Potência

Conforme descrito no Capítulo 3 as PME têm um factor de potência médio inferior a 0,93, o que implica o pagamento de energia reactiva. Fez-se uma análise à facturação para dimensionar a potência de uma bateria de condensadores a instalar no edifício, de acordo com o estabelecido no Anexo D. O resultado dessa análise pode ser encontrado na Tabela 4.20. Fez-se uma estimativa, usando a energia consumida, para obtenção de um factor de potência 0,93, 0,96 e 1. Como se pode ver na Tabela 4.20, o valor da potência reactiva média consumida oscila entre os 22 e os 35kvar. Para se obter um factor de potência de 0,93 bastaria uma bateria de 16kvar. Como a partir de 1 de Janeiro de 2010 a energia reactiva indutiva passará a ser facturada, nas horas fora de vazio, quando tg for superior a 0,3, calculou-se a potência reactiva a instalar para um factor de potência de 0,96, resultando no valor de 20kvar. No entanto, poder-se-á eliminar totalmente o consumo de energia reactiva, contribuindo assim para a redução das perdas na rede, indo de encontro aos objectivos do PNAC. Para isso basta dimensionar a bateria de condensadores de forma a eliminar

totalmente o consumo de energia reactiva, ou seja, factor de potência o mais próximo possível de 1. Em função da análise feita, a potência a instalar seria de 35kvar.

Contudo deve ter-se em atenção que esses cálculos foram feitos com base na potência média, e se em algum momento, durante o período de integração, a potência reactiva requisitada for superior à potência reactiva da bateria de condensadores, existirá consumo de energia reactiva proveniente da rede. Para precaver estas situações foram feitos registos do consumo de energia no quadro de entrada da instalação, resultando na Figura 4.2. Nessa mesma figura foi adicionada uma linha que representa a potência reactiva a compensar, para se obter um factor de potência de 0,96. Verificou-se que a potência máxima a compensar foi de 25kvar por volta das 19:30h e o valor médio de todo o período fora de vazio foi de 20kvar.

Analisou-se ainda o registo gráfico fornecido pela CMA, Figura 3.19 (apresentada no Capítulo 3), relativo ao consumo num dia de inverno. A partir do registo gráfico construiu-se um quadro com alguns valores que se acharam pertinentes, potência activa, factor de potência, potência reactiva total e potência reactiva para se obter um factor de potência de 0,96, Tabela 4.19. O valor máximo da potência a compensar seria de 27kvar e 38kvar para factores de potência de 0,96 e 1 respectivamente. No entanto, como se pode ver na Figura 3.19, os 38kvar ocorrem por um curto espaço de tempo, pelo que não justifica a sua adopção para potência a instalar.

Foram pedidos orçamentos a empresas que instalam este tipo de equipamento, no entanto não existe consenso, entre as propostas apresentadas, quanto ao valor da potência da bateria de condensadores. Recomenda-se a instalação de uma bateria de condensadores com uma potência igual ou superior a 35kvar. Pelos dados recolhidos estima-se que esta potência seja suficiente para manter o factor de potência entre 0,96 e 1, evitando assim o pagamento de energia reactiva. Foram pedidas cotações de mercado a comercializadores deste tipo de equipamento tendo-se obtido orçamentos da ordem dos 1050€. Este equipamento poderá ser instalado pelos técnicos da CMA, evitando o custo da mão-de-obra, levando a que a amortização se faça em menos de 9 meses.

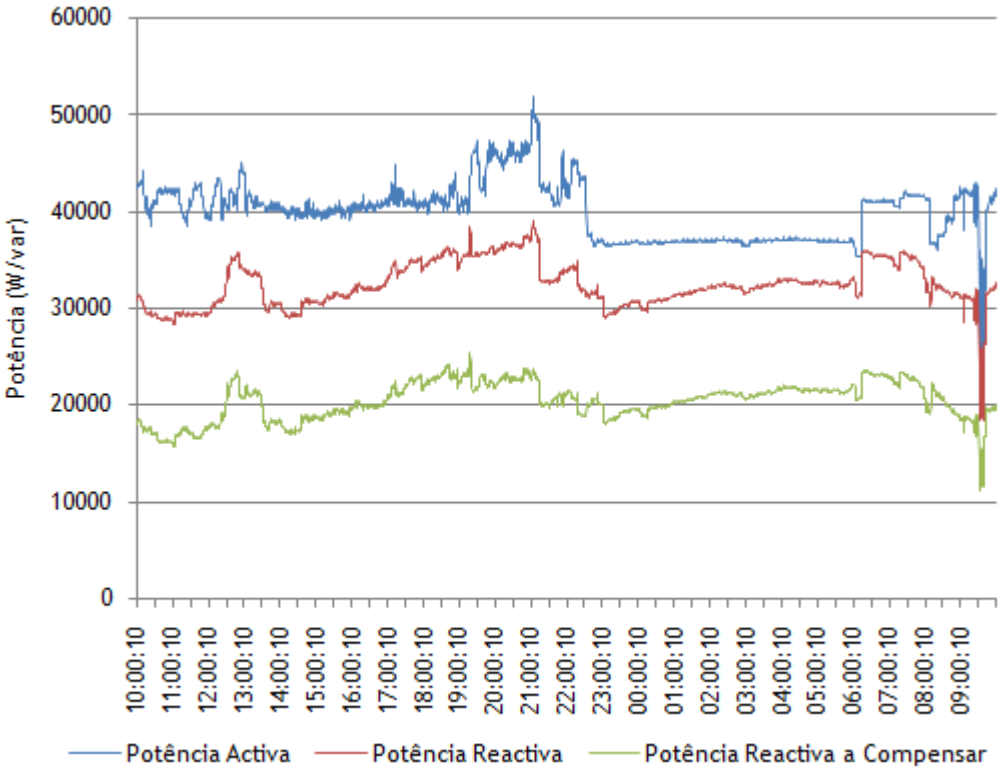


Figura 4.2 – Diagrama de cargas e potência reactiva a compensar

Tabela 4.19 – Potência e factor potência nas PME durante o registo gráfico fornecido pela CMA

P (kW)	cos φ	Q (kvar) fp=1	Q (kvar) fp=0,96
18	0,75	16	10
22	0,8	17	10
37	0,7	38	27
42	0,78	34	21

Tabela 4.20 – Análise do consumo de energia reactiva nas PME

Períodos	**Fev-09**	**Mar-09**	**Abr-09**	**Mai-09**	**Jun-09**	**Jul-09**	**Ago-09**	**Set-09**	**Out-09**	**Nov-09**	**Dez-09**	**Jan-10**
nº dias	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31
PC (kW)	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
PHP (kW)	50,74	47,67	45,78	37,33	34,35	35,51	26,56	34,33	37,4	37,7	43,5	42,77
HV (kWh)	13182	13410	12869	10899	9754	10840	8191	9400	10504	9889	12473	11996
HP (kWh)	5683	5911	5493	4629	4122	4403	3293	4119	4637	4524	5394	5303
HC (kWh)	13800	14186	13135	11352	10030	10812	8142	9997	11192	10909	12988	12586
RCFV (kvarh) - facturada	5803	6098	6212	5926	5664	6714	5186	5481	6049	6018	6765	6823
RCFV (kvarh) - consumida	13596	14137	13663	12318	11325	12800	9760	11127	12381	12191	14118	13979
tg φ média	0,70	0,70	0,73	0,77	0,80	0,84	0,85	0,79	0,78	0,79	0,77	0,78
cos φ médio	0,82	0,82	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,79	0,79	0,78	0,79	0,79
$Q_{méd}$ fp=0,93 (kvar)	15	14	15	14	13	15	12	13	14	14	16	16
$Q_{méd}$ fp=0,96 (kvar)	20	19	19	17	17	19	15	16	18	18	20	20
$Q_{méd}$ fp=1 (kvar)	35	33	33	28	27	29	22	26	29	29	33	32

4.4.3 - Sistema de iluminação

No geral, o sistema de iluminação das PME está bem concebido. Poder-se-ia aumentar a eficiência do sistema, substituindo as armaduras equipadas com lâmpadas fluorescentes T8 por outras equipadas com lâmpadas T5. Esta possibilidade não se justifica uma vez que as armaduras estão equipadas com balastros electrónicos e encontram-se em óptimo estado de conservação. As situações que estão menos cuidadas, em termos de eficiência energética, foram identificadas, Tabela B.7 (apresentada no Anexo), e resumem-se ao uso de algumas lâmpadas incandescentes nos corredores e ao facto da iluminação dos balneários se encontrar ligada durante todo o período de funcionamento das PME, mesmo com presença de luz natural. Propõe-se que se substituam as lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas e se instalem detectores de presença com célula fotoeléctrica incorporada para optimizar o aproveitamento da luz natural e o tempo de utilização dos espaços. Recomenda-se ainda que se diminuam os níveis de iluminância dos balneários, com a retirada de armaduras ou com a retirada de uma lâmpada nas luminárias duplas. Os custos de exploração actuais estimam-se em 1400€/ano, Tabela B.8 (apresentada no Anexo), valor que após a aplicação das medidas propostas, apresentadas na Tabela 4.21, seria reduzido para 465€/ano, Tabela 4.22.

Tabela 4.21 – Alterações propostas ao sistema de iluminação e respectivo investimento

Utilização	Tipo	Potência Armadura (W)	Quantidade	Potência Total (W)	Investimento (€)
Corredor acesso balneários	FC 11W/827	11	4	44	20
Corredor acesso restrito	FC 11W/827	11	7	77	35
Balneário Masc. - Vestiário	TL-D 2x58 c/BE A2	106,5	4	426	31,8
"	TL-D 1x58 c/BE A2	54	1	54	31,8
Balneário Masc. - Chuveiros	TL-D 1x58 c/BE A2	54	3	162	31,8
"	TL-D 1x58 c/BE A2	54	2	108	0
"	TL-D 1x18 c/BE A2	18	5	90	0
Balneário Masc. – WC 1	TL-D 1x18 c/BE A2	18	1	18	31,8
"	TL-D 1x18 c/BE A2	18	1	18	0
Balneário Fem. - Vestiário	TL-D 2x58 c/BE A2	106,5	4	426	31,8
"	TL-D 1x58 c/BE A2	54	1	54	31,8
Balneário Fem. - Chuveiros	TL-D 1x58 c/BE A2	54	3	162	31,8
"	TL-D 1x58 c/BE A2	54	2	108	0
"	TL-D 1x18 c/BE A2	18	5	90	0
Balneário Fem. – WC 1	TL-D 1x18 c/BE A2	18	1	18	31,8
"	TL-D 1x18 c/BE A2	18	1	18	0
Total				1873	309,40
Total c/IVA					**371,28**

Tabela 4.22 – Custos de exploração do sistema de iluminação proposto

Utilização	Funcionamento (h/ano)	Custo energia (€/ano)	Custo manutenção (€/ano)	Custo Anual (€)
Corredor acesso balneários	1755	9,41	4,39	13,80
Corredor acesso restrito	1755	16,47	7,68	24,15
Balneário Masc. - Vestiário	1684,8	87,46	8,15	95,61
"	1684,8	11,09	1,02	12,11
Balneário Masc. - Chuveiros	1684,8	33,26	3,06	36,32
"	1684,8	22,17	2,04	24,21
"	1684,8	18,48	3,47	21,95
Balneário Masc. – WC 1	1684,8	3,70	0,69	4,39
"	1684,8	3,70	0,69	4,39
Balneário Fem. - Vestiário	1684,8	87,46	8,15	95,61
"	1684,8	11,09	1,02	12,11
Balneário Fem. - Chuveiros	1684,8	33,26	3,06	36,32
"	1684,8	22,17	2,04	24,21
"	1684,8	18,48	3,47	21,95
Balneário Fem. – WC 1	1684,8	3,70	0,69	4,39
"	1684,8	3,70	0,69	4,39
Total		385,57	50,32	435,89
Total c/IVA		**404,85**	**60,38**	**465,23**

4.4.4 - Resumo

Na Tabela 4.23 encontram-se resumidas as medidas e o investimento previstos. O conjunto de medidas envolve um investimento de 1521€ com um tempo de amortização estimado em cerca de quatro meses.

Tabela 4.23 – Medidas propostas, investimentos e economias estimadas

Medida	Economia Anual (€)	Investimento (€)	Amortização (anos)
Alteração do tarifário EDP	2656	0	0
Melhoria da eficiência do Sistema de Iluminação	934	371	0,4
Compensação do Factor de Potência	1573	1050	0,7
Total	**5163**	**1521**	**0,3**

4.5 - Estádio Municipal

4.5.1 - Consumos Energéticos e Facturação

No EM a energia eléctrica é facturada no regime tarifário MT - Médias Utilizações. Após a recolha da facturação de energia eléctrica respeitante ao ano 2009, foram estudadas alternativas ao tarifário actual. Como elemento de apoio foi construída uma folha de cálculo com os consumos de 2009, usando as tarifas de 2010, onde estão estimados os custos que resultam dos consumos com o tarifário actual, Tabela C.13 (apresentada no Anexo).

Estimaram-se também os custos para os tarifários alternativos, MT – Curtas Utilizações e MT - Longas Utilizações, Tabela C.14 e Tabela C.15 (apresentadas no Anexo).

A Tabela 4.24 é um resumo das alternativas estudadas. Perante os consumos actuais, os resultados indicam que a opção MT - Longas Utilizações é a que melhor se adapta aos consumos do EM, permitindo poupar cerca de 127€/ano. No entanto o valor em causa não é muito expressivo, pelo que reduções no consumo podem fazer com que a alteração se torne desinteressante. Assim recomenda-se que, caso sejam aplicadas medidas para promover a redução dos consumos, se faça novamente um estudo para adequar a opção tarifária.

Tabela 4.24 – Quadro resumo do estudo da melhor opção tarifária

Opção Tarifária	Custo Anual (€)	Diferença (€)
MT - Curtas Utilizações	13826,48	1663,29
MT - Médias Utilizações	12163,19	0,00
MT - Longas Utilizações	12036,20	-126,99

4.5.2 - Compensação do Factor de Potência

Conforme descrito no Capítulo 3, o EM tem um factor de potência médio inferior a 0,93, o que implica o pagamento de energia reactiva. Fez-se uma análise à facturação para dimensionar a potência de uma bateria de condensadores a instalar no edifício, de acordo com o estabelecido no Anexo D. O resultado dessa análise pode ser encontrado na Tabela 4.25. Fez-se uma estimativa usando a energia consumida, para obtenção de um factor de potência 0,93, 0,96 e 1. Como se pode ver na Tabela 4.25 o valor da potência reactiva média consumida oscila entre os 5 e os 19kvar. Para se obter um factor de potência de 0,93 bastaria uma bateria de 11kvar. No entanto, de acordo com a nova legislação, para obter um factor de potência de 0,96, seriam necessários 13kvar. Em função da análise feita, para a obtenção do factor de potência unitário, a potência reactiva a instalar seria de 19kvar.

Contudo deve ter-se em atenção que esses cálculos foram feitos com base na potência média, e se em algum momento, durante o período de integração, a potência reactiva requisitada for superior à potência reactiva da bateria de condensadores, existirá consumo de energia reactiva proveniente da rede. Para precaver estas situações fez-se um registo gráfico da potência no quadro de entrada. Durante o registo ligou-se a iluminação exterior, e grande parte da interior. Assim obteve-se um registo gráfico com a potência, activa e reactiva, requisitada durante o período de registo, Figura 4.3. Nesse mesmo gráfico foi adicionada uma linha que representa a potência reactiva a compensar para se obter um factor de potência de 0,96, verificando-se que a potência máxima a compensar era de 53kvar por volta das 16:33h, durante cerca de 2 minutos, e o valor médio de todo o período de registo foi de 26kvar.

Valores de potência reactiva a compensar tão dispares exigem uma análise cuidada sempre tendo em consideração o normal funcionamento do edifício. Sendo assim deve dar-se pouca importância ao valor de 53kvar registado durante a ligação dos projectores do campo, uma vez que a sua ocorrência tem uma duração muito curta. A análise feita à energia consumida aponta para 19kvar, no entanto, perante a imprevisibilidade da utilização deste tipo de recinto desportivo, seria imprudente considerar este valor e ignorar o diagrama de cargas da Figura 4.3.

Foram pedidos orçamentos a empresas que instalam este tipo de equipamento, no entanto não existe consenso, entre as propostas apresentadas, quanto ao valor da potência da bateria de condensadores. Com base nos dados recolhidos recomenda-se a instalação de uma bateria de condensadores com uma potência igual ou superior a 45kvar. Estima-se que esta potência seja suficiente para manter o factor de potência entre 0,96 e 1, evitando assim o pagamento de energia reactiva. Foram pedidas cotações de mercado a comercializadores deste tipo de equipamento tendo-se obtido orçamentos da ordem dos 1150€. Este equipamento poderá ser instalado pelos técnicos da CMA, evitando o custo da mão-de-obra, levando a que a amortização se faça em menos de 1 ano e 8 meses.

Tabela 4.25 – Análise do consumo de energia reactiva no EM

Mês	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**
nº dias	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30
Período		I			II			III			IV	
PC (kW)	116,25	116,25	116,25	116,25	116,25	116,25	116,25	116,25	116,25	116,25	116,25	116,25
PHP (kW)	27,27	27,03	23	15,3	8,72	4,94	6,11	8,09	9,45	11,42	15,47	14,23
Energia Facturada (kWh/kvarh)												
HSV	1642	1451	650	564	566	493	497	659	807	969	1363	1272
HVN	2472	2222	1006	868	857	744	792	1028	1198	1479	2029	1905
HP	3382	3352	2576	1897	1046	613	733	1003	1172	1370	1918	1707
HC	5168	5139	2873	2949	2948	1562	1931	3162	3560	3870	5295	5006
RCFV	4120	4687	3534	3646	2605	1431	2358	3584	3438	2508	2507	2731
Energia Reactiva Consumida (kvarh)												
RCFV	7540	8083	5714	5584	4203	2301	3424	5250	5331	4604	5392	5416
					Factor de Potência							
tg φ_{med}	0,88	0,95	1,05	1,15	1,05	1,06	1,29	1,26	1,13	0,88	0,75	0,81
cos φ_{med}	0,75	0,72	0,69	0,66	0,69	0,69	0,61	0,62	0,66	0,75	0,80	0,78
Potência reactiva a compensar (kvar)												
$Q_{méd}$ fp=0,93	9	11	9	8	6	3	6	8	8	6	6	7
$Q_{méd}$ fp=0,96	11	13	10	10	7	4	6	9	9	7	7	8
$Q_{méd}$ fp=1	17	19	15	13	10	5	8	12	12	11	12	13

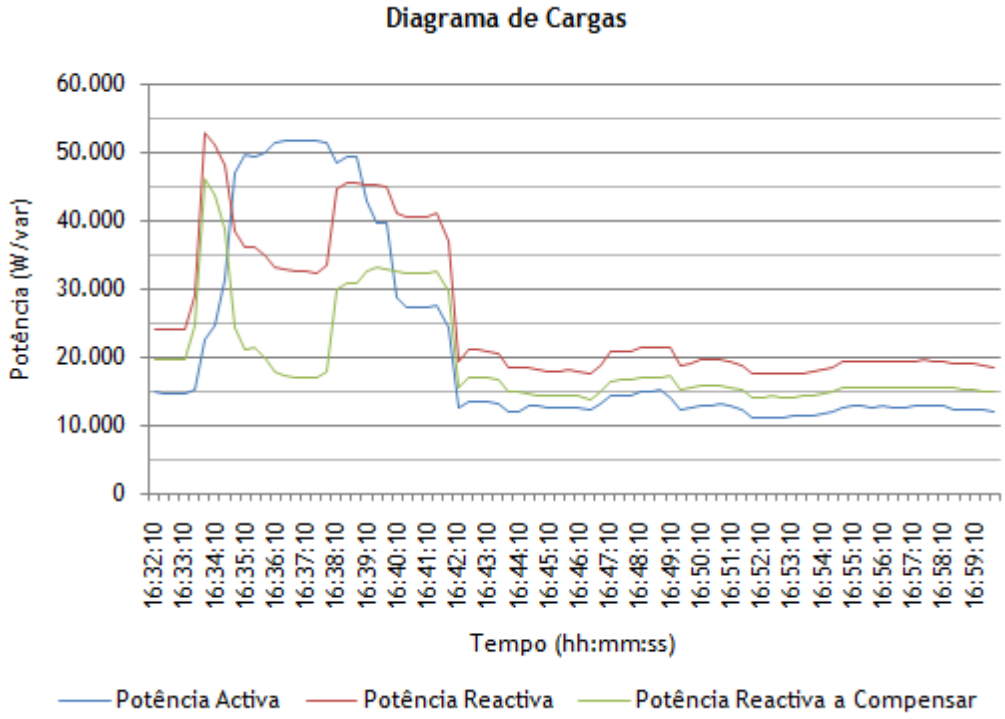


Figura 4.3 – Diagrama de cargas e potência reactiva a compensar no EM

4.5.3 - Sistema de Iluminação

A iluminação interior do EM, tal como referido no Capítulo 3, é feita com recurso a luminárias equipadas com lâmpadas fluorescentes T8 e balastros magnéticos. Foi prevista a substituição dos balastros magnéticos por balastros electrónicos classe A2. Recomenda-se ainda que se reduza o número de luminárias nos balneários, de forma a ajustar os níveis de iluminância para valores próximos de 200lux. Na Tabela 4.26 e Tabela 4.27 encontram-se as estimativas de investimento, assim como os custos de exploração expectáveis do sistema proposto. As economias previstas em manutenção e custo de energia, face ao sistema actual, são de 1840€/ano, para um investimento de 1647€. No investimento apenas foram considerados os custos de aquisição do equipamento, uma vez que a mão-de-obra pode ser feita pelos electricistas da CMA, o que de certa forma torna esses custos difíceis de quantificar.

Foi também prevista a instalação de detectores de presença nos balneários e no corredor do piso 0, Tabela 4.28. Esta medida acarreta um investimento de aproximadamente 840€ que será amortizado em função da redução dos custos de exploração, estimada em 820€/ano.

Tabela 4.26 – Solução proposta para o sistema de iluminação no EM

Utilização	Tipo	Potência Armadura (W)	Quantidade	Potência Total (W)	Investimento (€)
Corredor piso 0 - A	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	2	213	13,9
Corredor piso 0 - B	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	9	958,5	62,55
Corredor piso 0 - C	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	1	106,5	6,95
Corredor piso 0 - D	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	2	213	13,9
Túnel Acesso	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	4	426	27,8
Sala 1	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	4	426	27,8
Sala 2	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	4	426	27,8
Gab. Médico	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	3	319,5	20,85
Sala Jardineiro	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	4	426	27,8
Lavandaria	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	4	426	27,8
Balneário tipo A	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	6	639	41,7
Balneário tipo A	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	6	639	41,7
Balneário tipo A	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	6	639	41,7
Balneário tipo A	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	6	639	41,7
Balneário tipo B	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	2	213	13,9
"	R/M TL-D 1x18 + BE -A2	18	1	18	6,55
Balneário tipo B	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	2	213	13,9
"	R/M TL-D 1x18 + BE -A2	18	1	18	6,55
Balneário tipo C	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	6	639	41,7
"	R/M TL-D 1x36 + BE -A2	35	1	35	6,55
"	R/M TL-D 1x18 + BE -A2	18	1	18	6,55
Balneário tipo C	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	6	639	41,7
"	R/M TL-D 1x36 + BE -A2	35	1	35	6,55
"	R/M TL-D 1x18 + BE -A2	18	1	18	6,55
Sala 3	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	3	319,5	20,85
"	R/M TL-D 1x18 + BE -A2	18	1	18	6,55
Sala 4	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	3	319,5	20,85
"	R/M TL-D 1x18 + BE -A2	18	1	18	6,55
Sala de Aquecimento	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	12	1278	83,4
Área Técnica PT	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	2	213	13,9
Área Técnica QE	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	4	426	27,8
Sala Imprensa	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	4	426	27,8
Zona Vip	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	8	852	55,6
"	R/M TL-D 2x36 + BE -A2	69	5	345	34,75
Piso 1	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	20	2130	139
"	R/M TL-D 2x36 + BE -A2	69	2	138	13,9
Piso 2	R/M TL-D 2x58 + BE -A2	106,5	50	5325	347,5
Total				20151	1372,90
Total c/IVA					**1647,48**

Tabela 4.27 – Custos de exploração estimados do sistema de iluminação proposto para o EM

Utilização	Funcionamento (h/ano)	Custo energia (€/ano)	Custo manutenção (€/ano)	Custo Anual (€)
Corredor piso 0 - A	2808	72,88	4,80	77,68
Corredor piso 0 - B	2808	327,97	21,59	349,56
Corredor piso 0 - C	2808	36,44	2,40	38,84
Corredor piso 0 - D	2808	72,88	4,80	77,68
Túnel Acesso	2808	145,77	9,59	155,36
Sala 1	312	16,20	1,07	17,26
Sala 2	312	16,20	1,07	17,26
Gab. Médico	2808	109,32	7,20	116,52
Sala Jardineiro	1404	72,88	4,80	77,68
Lavandaria	2808	145,77	9,59	155,36
Balneário tipo A	2808	218,65	14,39	233,04
Balneário tipo A	2808	218,65	14,39	233,04
Balneário tipo A	208	16,20	1,07	17,26
Balneário tipo A	208	16,20	1,07	17,26
Balneário tipo B	2808	72,88	4,80	77,68
"	2808	6,16	0,82	6,98
Balneário tipo B	208	5,40	0,36	5,75
"	208	0,46	0,06	0,52
Balneário tipo C	2808	218,65	14,39	233,04
"	2808	11,98	0,82	12,79
"	2808	6,16	0,82	6,98
Balneário tipo C	208	16,20	1,07	17,26
"	208	0,89	0,06	0,95
"	208	0,46	0,06	0,52
Sala 3	104	4,05	0,27	4,32
"	104	0,23	0,03	0,26
Sala 4	2808	109,32	7,20	116,52
"	2808	6,16	0,82	6,98
Sala de Aquecimento	720	112,13	7,38	119,51
Área Técnica PT	104	2,70	0,18	2,88
Área Técnica QE	104	5,40	0,36	5,75
Sala Imprensa	104	5,40	0,36	5,75
Zona Vip	104	10,80	0,71	11,51
"	104	4,37	0,30	4,67
Piso 1	104	26,99	1,78	28,77
"	104	1,75	0,12	1,87
Piso 2	104	67,48	4,44	71,93
Total		2182,01	144,96	2326,98
Total c/IVA		**2291,11**	**173,96**	**2465,07**

Tabela 4.28 – Instalação de detectores de movimento no EM

Utilização	Funcionamento (h/ano)	Custo energia (€/ano)	Custo manutenção (€/ano)	Custo Anual (€)	Investimento (€)
Corredor piso 0 - A	1404	36,44	2,40	38,84	31,8
Corredor piso 0 - B	1404	163,99	10,79	174,78	190,8
Corredor piso 0 - C	702	9,11	0,60	9,71	31,8
Corredor piso 0 - D	1053	27,33	1,80	29,13	31,8
Túnel Acesso	1053	54,66	3,60	58,26	31,8
Balneário tipo A	1404	109,32	7,20	116,52	63,6
Balneário tipo A	1404	109,32	7,20	116,52	63,6
Balneário tipo A	104	8,10	0,53	8,63	63,6
Balneário tipo A	104	8,10	0,53	8,63	63,6
Balneário tipo C	1404	109,32	7,20	116,52	63,6
"	1404	5,99	0,41	6,40	0
"	1404	3,08	0,41	3,49	0
Balneário tipo C	104	8,10	0,53	8,63	63,6
"	104	0,44	0,03	0,47	0
"	104	0,23	0,03	0,26	0
Total		653,54	43,25	696,79	699,60
Total c/IVA		**686,22**	**51,90**	**738,12**	**839,52**

4.5.4 - Resumo

Na Tabela 4.29 encontram-se resumidas as medidas e o investimento previstos. O conjunto de medidas envolve um investimento de 3637€ com um tempo de amortização estimado em um ano.

Tabela 4.29 – Medidas propostas, investimentos e economias estimadas

Medida	Economia Anual (€)	Investimento (€)	Amortização (anos)
Alteração do tarifário EDP	127	0	0
Melhoria da eficiência do Sistema de Iluminação	1840	1647	0,9
Instalação de detectores de presença	820	840	1,0
Compensação do Factor de Potência	694	1150	1,7
Total	**3482**	**3637**	**1,0**

4.6 - Escola E.B. 2,3 de Arouca

4.6.1 - Consumos Energéticos e Facturação

Na Escola E.B. 2,3 de Arouca a energia eléctrica é facturada no regime tarifário BTE – Longas Utilizações. Após a recolha da facturação de energia eléctrica respeitante ao ano 2009 foram estudadas alternativas ao tarifário actual. Como elemento de apoio foi construída uma

folha de cálculo, Tabela C.16 (apresentada no Anexo), com os consumos de 2009, usando as tarifas de 2010, onde estão estimados os custos que resultam dos consumos com o tarifário actual. A Tabela C.17 (apresentada no Anexo) estima os custos para o tarifário alternativo, BTE – Médias Utilizações. Uma vez que o tarifário actual é o mais favorável, cerca de 650€/ano, não se recomenda qualquer alteração.

4.6.2 - Sistema de Iluminação

Para o sistema de iluminação optou-se por escolher uma sala de aulas do edifício e estudar a integração de um sistema que faça o aproveitamento da luz natural. Assim sendo, determinou-se o Factor de Luz do Dia Médio (FLDm) tal como descrito em [49, 50]. Na Tabela 4.30 estão as características da sala, assim como o resultado do cálculo do FLDm e o respectivo nível de iluminância exterior que assegura 500lux no interior.

Tabela 4.30 – Características da Sala e cálculo do FLDm

Características	**unidades**	**valores**
Largura da Sala	l(m)	6,9
Comprimento da Sala	c(m)	6,9
Altura da Sala	a(m)	3,3
Área Total	$S_t(m^2)$	186,3
Área do Envidraçado	$S_j(m^2)$	9,24
Área da Caixilharia	$S_c(m^2)$	2,54
Área do Tecto	$S_p(m^2)$	47,61
Área das Paredes	$S_n(m^2)$	79,3
Área do Pavimento	$S_s(m^2)$	47,61
Factor de Transmissão Luminosa	τ_j	0,9
Factor de Reflexão do Envidraçado	ρ_j	0,15
Factor de Reflexão da Caixilharia	ρ_c	0,5
Factor de Reflexão do Tecto	ρ_p	0,8
Factor de Reflexão das Paredes	ρ_n	0,5
Factor de Reflexão do Pavimento	ρ_s	0,2
Factor de Reflexão Médio	ρ_{med}	0,48
Ângulo de Céu Visível	$\alpha_{céu}(^o)$	90
Factor de Luz de Dia Médio	FLDm	5,24
Iluminância Interna Pretendida	E_{int}(lux)	500
Iluminância Externa Necessária	E_{ext}(lux)	9547

Após a determinação do FLDm é necessário determinar a disponibilidade da luz exterior. Isso pode ser feito através do ábaco, autoria da Comissão Internacional de Iluminação (CIE), que permite determinar a disponibilidade da luz exterior, em função da latitude, Figura 4.4.

Considerando que o sistema funciona 1270 horas/ano e em função da disponibilidade da luz exterior pode determinar-se o número de horas em que a luz natural é insuficiente, Tabela 4.31. Finalmente pode calcular-se a energia consumida anualmente, Tabela 4.32, tendo como base a utilização de balastros electrónicos reguláveis de classe A1 e lâmpadas fluorescentes T8, evitando assim a substituição das armaduras existentes.

Como se pode verificar na Tabela 4.33, o custo da solução proposta é de 12€/ano em oposição aos actuais 71€/ano. O investimento estimado é de 110€, Tabela 4.34, o que se traduz numa amortização inferior a 2 anos.

Como se pode verificar o potencial de redução é grande, alcançou-se uma redução estimada em 83%.

Embora este exemplo tenha sido efectuado para uma sala tipo, não é descabido fazer um cálculo simplificado que permita determinar a potencial redução de consumos em todas as salas. Sendo cerca de 30 salas de aula, pode estimar-se que a aplicação deste sistema permitiria reduzir a factura energética anual em 1779€.

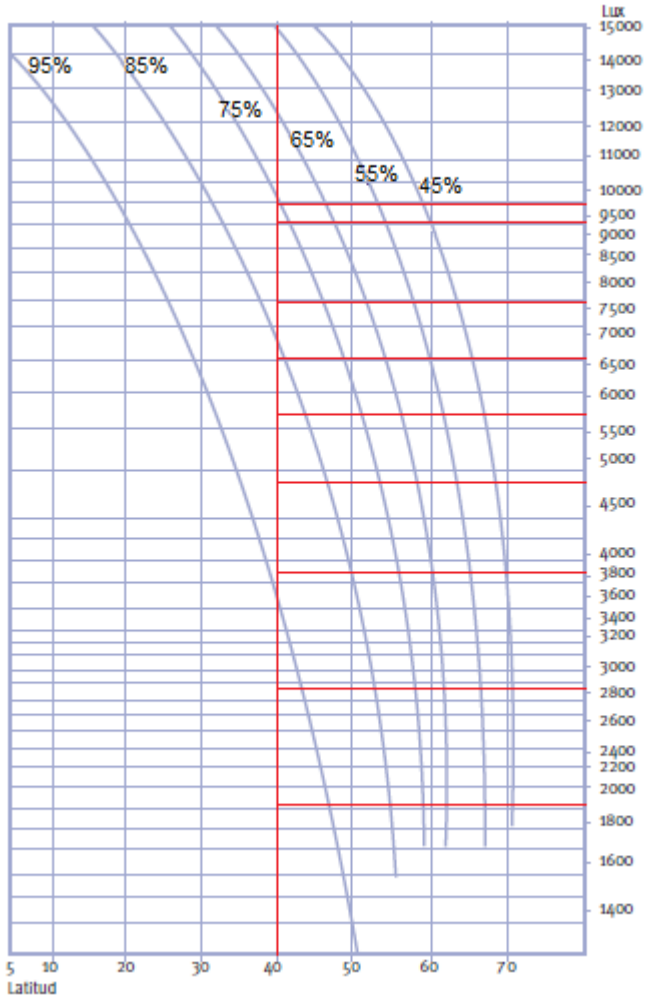


Figura 4.4 – Disponibilidade da luz exterior em função da latitude [26, 51]

Tabela 4.31 – Determinação do número de horas em que a luz do dia é insuficiente

Iluminação devida à luz natural (lux)	Iluminação exterior necessária (lux)	Disponibilidade da luz exterior (%)	Horas em que a luz do dia é insuficiente
>=500	9547	75	317,5
450	8592	77	292,1
400	7637	83	215,9
350	6683	86	177,8
300	5728	88	152,4
250	4773	90	127
200	3819	94	76,2
150	2864	98	25,4
100	1909	100	0
50	955	100	0
0	0	100	0

Tabela 4.32 – Cálculo do consumo de energia

Potência da armadura %	Potência total das armaduras (W)	Horas de funcionamento a essa potência (h)	Energia Consumida (kWh)
10	43	952,5	41
26	113	25,4	3
34	149	76,2	11
43	184	38,1	7
51	220	25,4	6
59	255	25,4	6
67	290	50,8	15
75	326	50,8	17
84	361	25,4	9
92	397	0	0
100	432	0	0
Total			**115**

Tabela 4.33 – Comparação de consumos e custos das soluções actual e proposta

Situação	Potência Armadura (W)	Energia Consumida (kWh)	Preço por kWh	Custo Anual (€)
Actual	134	681	0,1048	71
Proposta	108	115	0,1048	12

Tabela 4.34 – Equipamento e investimento propostos

Equipamento	Quantidade	Investimento (€)
Balastro Electrónico A1 (1-10vdc) 2x58W	4	85
Sensor de Luminosidade	1	25
Total c/IVA		**110**

4.6.3 - Resumo

No âmbito dos objectivos do trabalho a realizar, estudou-se o potencial do aproveitamento da luz natural numa "sala tipo" da escola. Esse estudo revelou que com um sistema de aproveitamento de luz natural se podem reduzir os consumos de energia eléctrica com iluminação em mais de 80%, sendo os investimentos amortizados em menos de dois anos.

Não fez parte dos objectivos estabelecidos estudar exaustivamente o espaço, no entanto, pelo observado durante as visitas, identificou-se um enorme potencial de redução do consumo de energia. Além das salas de aula existem outros espaços, como a cantina, o bar, a sala dos professores, entre outros. Verificou-se também, que o sistema de aquecimento funciona durante o fim-de-semana, situação que segundo os responsáveis se deve à tentativa de evitar a condensação do ar húmido nas paredes do edifício.

Existe ainda a possibilidade de reduzir os consumos com gás, através de utilização de sistemas de aproveitamento da energia solar, nomeadamente colectores térmicos para aquecimento de água nos balneários e na cantina.

4.7 - Iluminação Pública

O peso do consumo de energia eléctrica pela IP, na factura energética do município, justifica que se estudem soluções de modo a encontrar formas de aumentar a eficiência deste sistema.

Escolheram-se duas tecnologias existentes no mercado para comparar, a aplicação de reguladores de fluxo (RF) no PT e a instalação de luminárias equipadas com díodos emissores de luz (LED).

Uma vez que a instalação do regulador de fluxo é, normalmente, feita no PT, optou-se por escolher um do aglomerado urbano, uma vez que tipicamente são os que têm maiores consumos. Dada a dificuldade em saber o número exacto de luminárias ligadas no posto de transformação, optou-se por estimar o seu número, a partir da energia consumida em 2008. Calculado o consumo médio diário, obteve-se a potência média, considerando que o sistema funciona 12horas/dia. Em função da potência média, sabendo que as luminárias estão equipadas com lâmpadas de 150W, obteve-se uma estimativa do número de luminárias, Tabela 4.35.

Tabela 4.35 – Dados e Estimativas do PT

Potência Contratada (kVA)	17,5
Consumo 2008 (kWh)	49630
Custo Energia 2008 (€)	4864
Consumo médio diário (kWh)	136
Potência Média (kW)	11
nº lâmpadas estimado (VSAP 150W)	68

Com os dados da Tabela 4.35 obteve-se um preço médio para o regulador de fluxo a instalar, cerca de 10.000€ para uma potência de 20kVA.

Para estudar a implementação de sistemas LED escolheu-se uma das ruas da urbanização e fez-se uma simulação em Dialux, de forma a respeitar a classe de iluminação CE4 e a situação

de iluminação D2, definidas na Norma Europeia sobre iluminação pública EN 13201 [52]. Escolheu-se uma luminária, com as distribuições fotométricas disponíveis para simulação, com 84 Leds de 1 watt, que juntamente com o *led driver* e a electrónica associada ao controlo de fluxo consomem 107,5W. O custo unitário desta luminária ronda os 800€. No Anexo C podem ser consultados os resultados da simulação em Dialux.

A rua escolhida, Figura 4.5, tem 7 metros de via e 1,7 de passeio, estando as actuais luminárias distribuídas unilateralmente, espaçadas 28 metros, a cerca de 9 metros do solo.

Figura 4.5 – Rua da urbanização usada para simulação

A partir dos dados recolhidos, e em função das indicações dos fabricantes calcularam-se os consumos estimados para o cenário actual e para três cenários alternativos, o uso da luminária LED, a aplicação do RF no PT e o uso da luminária LED com o sistema integrado de regulação de fluxo, Tabela 4.36. Os RF permitem economizar em média 30%, no entanto são superados pela uso dos leds, que atingem economias estimadas de 36% quando não está configurada qualquer redução de fluxo e 49% quando configurados para fazer redução de fluxo.

Tabela 4.36 – Estimativa de redução de consumos

Sistema	VSAP 150W	LED 84W	VSAP 150W+RF	LED 84W+*dimming*
Potência Armadura (W)	167	107,5	167	107,5
Consumo Anual por Luminária (kWh)	731	471	512	377
Consumo Anual Total (kWh)	49739	32018	34818	25614
Custo Anual Estimado (€)	5118,17	3294,63	3582,72	2635,71
Redução (%)	-	36	30	49

É difícil fazer uma comparação, em termos de investimento, entre as tecnologias, pois o preço das luminárias LED é muito diversificado, além disso existem poucos fabricantes com distribuições fotométricas das suas luminárias, impossibilitando uma comparação coerente. No entanto identificaram-se soluções interessantes sob o ponto de vista da eficiência

energética, provando-se que com um menor consumo de energia consegue-se iluminar a rua, cumprindo as Normas Europeias para iluminação pública.

O RF pode ser bastante interessante, principalmente nas instalações já existentes em que não haja necessidade de trocar as luminárias. O *payback* simples para a aplicação do regulador de fluxo é de 6,5 anos, sem considerar a redução dos custos de manutenção, uma vez que a utilização do RF aumenta o tempo de vida útil das lâmpadas. Pode ser uma solução interessante tendo em conta que o seu tempo de vida expectável ronda os 15 anos.

Num exercício simplista facilmente se identifica o quanto se pode reduzir. Considerando o valor da redução mínima obtida, 30%, em todo o consumo energético com iluminação pública do concelho em 2009, são menos 1397502kWh que se traduzem em cerca de 140mil euros/ano.

4.8 - Síntese

Neste capítulo foram idealizadas medidas para a redução dos consumos e custos das diversas infra-estruturas estudadas. Na Figura 4.6 podem encontrar-se resumidas as soluções planeadas para cada edifício, assim como os custos de exploração do sistema eléctrico estimados após a aplicação das medidas propostas. Na generalidade as medidas concebidas passam pelo ajuste da opção tarifária, correcção do factor de potência, implementação de métodos de gestão dos sistemas de aquecimento e informático, e melhorias na eficiência dos sistemas de iluminação.

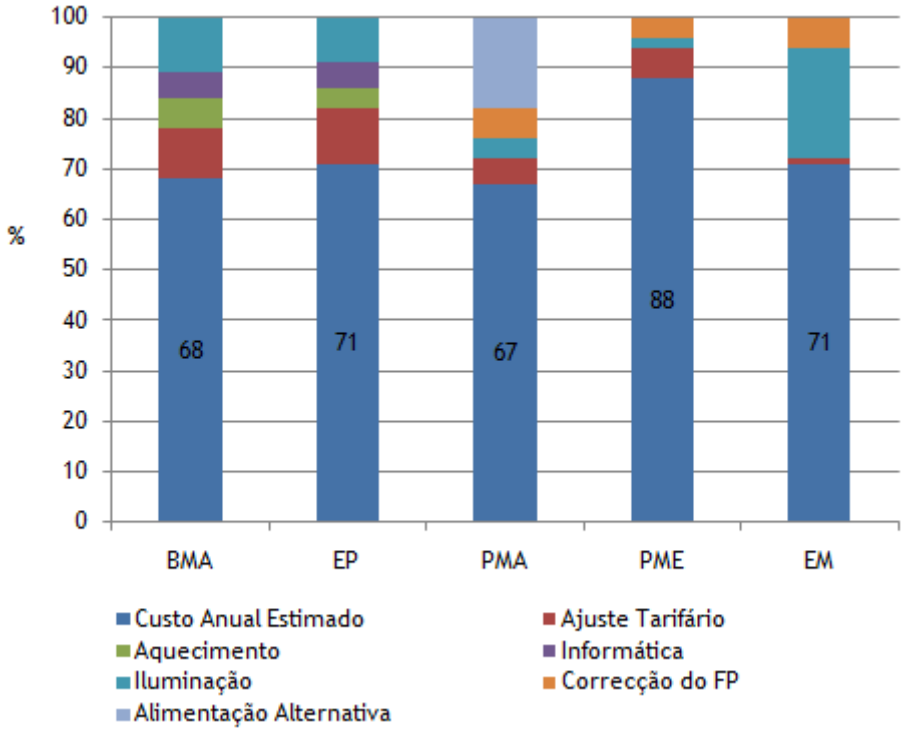


Figura 4.6 – Custos e economias estimadas

Identificaram-se ainda os potenciais de redução de consumo inerentes ao aproveitamento da luz natural, numa sala de aula tipo, cerca de 83%, e a aplicação de redutores de fluxo na

iluminação pública ou a aplicação de luminárias equipadas com LED's, com uma redução estimada entre 30 e 49%.

Capítulo 5

Conclusões e Trabalhos Futuros

O trabalho elaborado na Câmara Municipal de Arouca centrou-se na definição de medidas a adoptar para a redução e optimização dos consumos e custos com energia. Foi analisada toda a facturação das infra-estruturas consumidoras de energia eléctrica, de onde se pode concluir que na maioria dos casos existe um desajuste entre as necessidades e o contratado.

Foram detectados vários problemas nos sistemas de iluminação, de entre os quais se destacam os erros de projecto luminotécnico aliados à concepção errada dos sistemas de comando dos circuitos. Estas situações contribuem para a ineficiente utilização da energia, no entanto, foram idealizadas medidas correctivas a implementar.

Os sistemas de aquecimento representam uma grande fatia dos consumos de energia, pelo que devem ter especial atenção. Na maioria dos casos encontraram-se sistemas de controlo pouco eficientes em termos energéticos, situação que pode ser melhorada com a aplicação das medidas propostas.

Nos edifícios equiparáveis a escritórios, os sistemas informáticos assumem especial importância. Foram identificados diversos hábitos comportamentais e funcionais que devem ser contrariados com a aplicação das medidas propostas.

Encontraram-se ainda diversas estruturas com consumo de energia reactiva, no entanto foram encontradas soluções para solucionar o problema permitindo amortizar os investimentos muito antes do tempo expectável de vida útil dos equipamentos envolvidos.

5.1 - Conclusões

Na BMA existe um sistema de iluminação mal concebido em termos luminotécnicos. Além disso, é pouco eficiente, revelando nalguns casos densidades de potência muito superiores ao recomendado. A solução apresentada obriga a aquisição de novas luminárias para determinados locais, no entanto, combinada com a aplicação das restantes medidas propostas, instalação de balastros electrónicos, ajuste do tarifário, controlo do sistema de aquecimento e aplicação de medidas de gestão de energia nos computadores, permite reduzir os custos em cerca de 30%, amortizando o investimento em menos de 4 anos.

No EP propõe-se a alteração do tarifário de energia eléctrica, a melhoria dos sistemas de iluminação, a gestão eficaz do sistema de aquecimento e a alteração das configurações aos

modos de economia de energia dos sistemas informáticos. A aplicação do conjunto de medidas propostas permite economizar cerca de 5000€/ano, aproximadamente 30% na factura anual de electricidade.

Nas infra-estruturas desportivas, PMA, PME e EM, foram apresentadas medidas para eliminar o consumo de energia reactiva, que totalizam uma economia anual de aproximadamente 3500€, no entanto, perante a recente alteração das regras de facturação de energia reactiva é expectável que a economia anual seja superior.

Para as PMA propuseram-se ainda a troca de balastros magnéticos por electrónicos, a instalação de detectores de presença nos balneários e a alteração da opção tarifária de aquisição de energia eléctrica. Além disso, foi estudada a possibilidade de alimentar as PMA a partir do PT existente no EM. A economia estimada destas medidas é superior a 6500€/ano.

Para as PME, além da correcção do factor de potência, previu-se a redefinição de parte do sistema de iluminação e a alteração da opção tarifária de energia eléctrica, estimando-se uma economia anual a rondar os 5000€, cerca de 12% da factura com energia eléctrica.

No EM, além da referida correcção do factor de potência, propôs-se a alteração da opção tarifária de energia eléctrica, a instalação de balastros electrónicos, e detectores de presença, e a redução do número de armaduras em alguns espaços. Este conjunto de acções permite reduzir os custos com a factura de energia eléctrica em mais de 25%.

Foi estudada uma "sala tipo" da Escola E.B. 2,3 de Arouca e estimada a redução anual dos custos, com energia eléctrica, resultantes da utilização de um sistema de aproveitamento da luz natural. Estima-se que o investimento se amortize em menos de 2 anos e que a aplicação deste sistema às 30 salas de aula da escola permita reduzir o consumo do sistema de iluminação das salas de aula em 83%.

Projectou-se ainda a iluminação de uma rua, recorrendo a luminárias equipadas com LEDs, de acordo com a Norma Europeia para a IP EN13201. Provou-se que é possível iluminar a rua reduzindo o consumo energético anual em cerca de 36%, sem desrespeitar a Norma Europeia. No entanto a medida estudada que alcançou melhores resultados em termos de redução do consumo de energia foi a utilização de um sistema de luminárias LED com a função de regulação de fluxo. Esta solução para além de ser versátil, pois permite escolher quais as luminárias que se pretende fazer regulação de fluxo, consegue reduções na ordem dos 49% face ao actual sistema de iluminação.

Uma vez que muitos dos sistemas de iluminação existentes são recentes e encontram-se em boas condições procurou-se uma solução que não obrigue a substituir as luminárias. A solução proposta passa pela instalação de um regulador de fluxo no PT. Esta medida tem uma economia média estimada de 30%. A redução de 30% estendida a toda a rede de IP do concelho significaria uma redução estimada de 140mil euros/ano, no entanto este é apenas um indicador, cada caso é um caso, e as soluções devem ser estudadas individualmente.

Em suma, as medidas desenvolvidas permitem reduções significativas no consumo de energia eléctrica, sem perda de qualidade ou conforto, proporcionado, em alguns casos, melhorias nas condições de trabalho. Ficou ainda demonstrado que existem soluções de

mercado que permitem poupança de energia e redução dos custos de exploração, com níveis de investimento ao alcance da administração local.

5.2 - Trabalhos Futuros

Durante este trabalho foram identificadas várias situações onde se prevê que haja uma grande margem para redução de consumos energéticos, no entanto os objectivos previamente definidos aliados à duração do projecto não permitiram que fossem estudadas com a devida atenção.

No EP existe uma elevada concentração de sistemas informáticos, que no seu conjunto têm um consumo *stand-by* não desprezável. O consumo das UPS individuais, aliado aos seus custos de manutenção deve ser equacionado, uma vez que existe um circuito reserva para um sistema de UPS central. Deve ainda ser estudada uma forma de aplicar o princípio "off is off", eliminando todos os consumos desnecessários durante os períodos de inactividade.

A BM assemelha-se ao EP, embora em menor dimensão, no entanto o campo de aplicação de medidas futuras é semelhante.

Em ambas as piscinas municipais e no estádio deve ser feito um levantamento aos motores eléctricos existentes, estudando possíveis substituições de máquinas mal dimensionadas, pouco eficientes ou sistemas de controlo desajustados.

Em todos os edifícios consumidores de gás, para aquecimento de água, deve ser equacionada a possibilidade de instalação de colectores solares térmicos, assim com a eventual substituição das caldeiras actuais por modelos de rendimento superior.

Em ambas as piscinas municipais deve ponderar-se a utilização de coberturas térmicas para o plano de água. Esta medida reduzirá as perdas por evaporação que se traduz numa redução do consumo de gás e electricidade.

Pode ainda ser estudada a transferência de cargas das horas de ponta e cheias para o vazio, uma medida que não reduz o consumo, mas sim os custos.

Durante as visitas efectuadas aos edifícios verificou-se que existem falhas em alguns dispositivos de protecção diferencial. São estes sinais de degradação que evidenciam a falta de um plano de manutenção do sistema eléctrico dos edifícios, por vezes menosprezado perante outros, pondo mesmo em risco a segurança das pessoas e bens. Sugere-se então a elaboração de um plano de manutenção, em colaboração com os responsáveis pela gestão de energia do município.

Existem inúmeras situações, que não foram estudadas aqui, onde podem ser aplicadas medidas promotoras do aumento da eficiência energética e a consequente redução de custos. As evoluções tecnológicas, aliadas às alterações de funcionamento das estruturas, justificam que a concepção de medidas fomentadoras da utilização racional da energia seja um processo contínuo, intervindo sempre que se justifique em termos económicos, ambientais e sociais.

Referências

[1] UE. *Pacote clima-energia da UE*. Disponível em: http://ec.europa.eu/portugal/cidadania/destaques/pacote_clima_energia_ue_pt.htm. Acesso em 20 de Maio de 2010.

[2] OCDE/IEA, "World Energy Outlook 2008," Paris 2008.

[3] Eurostat, "Energy, transport and environment indicators," ed, 2009.

[4] Eurostat, "Panorama of energy," in *Energy statistics to support EU policies and solutions*, ed, 2009.

[5] IEA, "Monthly Electricity Statistics," Janeiro 2010.

[6] Eurostat. Statistics Database [Online].

[7] M. d. E. e. Inovação, "Portugal Eficiência 2015," in *PNAEE*, ed, 2008.

[8] OCDE/IEA. *IEA Energy Statistics*. Disponível em: http://www.iea.org/statist/index.htm. Acesso em Maio 2010.

[9] DGEG. *Caracterização Energética Nacional*. Disponível em: http://www.dgge.pt/. Acesso em Maio 2010.

[10] Enerbuilding, "A utilização racional de energia em edifícios públicos," ed. Lisboa, 2008.

[11] eds.NORTE, "Eficiência Energética no Sector Empresarial," ed.

[12] IEA. *Energy Efficiency*. Disponível em: www.iea.org. Acesso em Maio 2010.

[13] N. Tanaka, "Worldwide Implementation Now," 2008.

[14] IEA, "Energy Use in the New Millennium," in *Trends in IEA Countries*, ed. Paris, 2007.

[15] A. Teixeira. *Eficiência Energética das Instalações de Iluminação*. Disponível em: http://paginas.fe.up.pt/~arminio/EFIC_ENERGET_INST_ILUM.pdf. Acesso em Março 2010.

[16] UE. *Pacote clima-energia da UE*. Disponível em: http://ec.europa.eu/portugal/cidadania/destaques/pacote_clima_energia_ue_pt.htm. Acesso em 20 de Maio de 2010.

[17] U. Europeia, "Regulamento (CE) Nº 244/2009 da Comissão," *Jornal Oficial da União Europeia,* 2009.

[18] U. Europeia, "Regulamento (CE) N.º 245/2009 da Comissão," *Jornal Oficial da União Europeia,* 2009.

[19] M. a. Markets. *Emerging Lighting Technologies and Global Market*. Disponível em: http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/emerging-lighting-technologies-and-global-market-120.html. Acesso em Maio 2010.

[20] A. Teixeira. *Tipos de Lâmpadas e Aplicações*. Disponível em: http://paginas.fe.up.pt/~arminio/lumiind/Fontes_Lumin.pdf. Acesso em Março 2010.

[21] C. Mellon. *Energy-Efficient Lighting*. Disponível em: http://www.cmu.edu/homepage/environment/2009/summer/energy-efficient-lighting.shtml. Acesso em Maio 2010.

[22] G. M. Inês Lima Azevedo, Fritz Morgan, "The Transition to Solid-State Lighting," 2009.

[23] Voltimum. *Últimas tecnologias de iluminação com LEDs*. Disponível em: http://www.voltimum.com.br/noticias/philips-mostra-ultimas-tecnologias-em-iluminacao-com-leds-na-expolux/. Acesso em Maio 2010.

[24] J. Lourenço. (Setembro de 2008, Acedido em). *Iluminação Energeticamente Eficiente*.
[25] C. Gaspar, "Utilização Racional de Energia em Estabelecimentos do Ensino Básico," ed: ADENE, 2004.
[26] C. E. d. Iluminación, "Aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios," ed. Madrid, Maio de 2005.
[27] BCSD, "Manual de boas práticas de Eficiência Energética," ed, 2005.
[28] E. Star. Disponível em: http://www.energystar.gov/index.cfm?fuseaction=find_a_product.showProductGroup&pgw_code=MO. Acesso em Maio 2010.
[29] Philips. *Monitores*. Disponível em: http://www.consumer.philips.com/c/computer-monitores/19-48.3-cm-linha-e-1440x900-hd-mais-190el1sb_00/prd/pt/. Acesso em Maio 2010.
[30] Samsung. *Environmental Social Activities*. Disponível em: http://www.samsung.com/us/aboutsamsung/corpcitizenship/environmentsocialreport/environmentsocialreport_EnergyMark.html. Acesso em Maio 2010.
[31] M. Ellis, "Standby Power and the IEA," OECD/IEA, Ed., ed. Berlim, 2007.
[32] OCDE/IEA, "Things that go blip in the night," Paris 2001.
[33] J. N. d. Santos. *Compensação do Factor de Potência*. Disponível em: http://paginas.fe.up.pt/~jns/material_didatico/CorreccaoFactorPotenciaFinal.pdf. Acesso em Abril 2010.
[34] S. Electric, "Power factor correction and harmonic filtering guide," in *Low voltage expert guides nº6*, ed, 2001.
[35] ERSE. *Nota informativa sobre as novas regras de facturação de energia reactiva*. Disponível em: http://www.erse.pt/pt/consultaspublicas/consultas/Documents/31_4/Comunicado_reactiva_21Abril2010.pdf. Acesso em Junho 2010.
[36] "Despacho nº7253/2010," D. d. República, Ed., 21 Abril ed, 2010.
[37] AreaLima. *Ilumina Lima*. Disponível em: http://www.valimar.org/files/resourcesmodule/@random42436986a44ba/1122999650_ILUMINA_LIMA.pdf. Acesso em Maio 2010.
[38] A. Teixeira. *Iluminação Pública - Poupança de Energia Eléctrica*. Disponível em: http://paginas.fe.up.pt/~arminio/teci/PoupEnIP.pdf. Acesso em Abril 2010.
[39] Philips, "Lâmpadas e Acessórios," in *Tabela de Preços*, ed, 2009.
[40] Schréder. *A ILUMINAÇÃO SUSTENTÁVEL*. Disponível em: http://www.schreder.com/documents/_Dossier/PDF/Portuguese/200912101426629/DossierLumiereDurablePT.pdf. Acesso em Maio 2010.
[41] E. Lighting. *Photopic & Scotopic Vision*. Disponível em: http://www.ecofitlighting.com/led-photopic-scotopic.html. Acesso em Julho de 2010.
[42] S. Berman. *The Comming Revolution in Lighting Practice*. Disponível em: http://www.lightenergysource.com/ScotopicTechnical.htm. Acesso em Maio 2010.
[43] Bluespan. *Iluminação pública a LED*. Disponível em: www.energiaviva.pt. Acesso em Maio 2010.
[44] A. Teixeira. *Natureza da Luz*. Disponível em: http://paginas.fe.up.pt/~arminio/lumiind/LUZ_VISAO.pdf. Acesso em Junho 2010.
[45] T. Ribeiro, "Luminotecnia - Métodos de Avaliação," Porto, 2010.
[46] G. I. Lighting. *Visually Effective Lighting*. Disponível em: http://www.globalinductionlighting.com/visuallyeffectivelighting.php?osCsid=d859be17e3de288a4b5f8574bef52487. Acesso em Maio 2010.
[47] DGEG. *Estatísticas e Preços*. Acesso em Junho de 2010.
[48] I. O. f. Standardization, "ISO 8995 Lighting of indoor work places," ed, July 2002.
[49] F. L. d. P. L. Alves, "Medidas de Eficiência Energética na Iluminação Integrando Luz Natural," DEEC, FEUP, Porto, 2008.
[50] A. Teixeira. *Iluminação Natural*. Disponível em: http://paginas.fe.up.pt/~arminio/lumiind/Ilum_Natural.pdf. Acesso em Abril 2010.

[51] A. Teixeira. *Iluminação Natural - Anexo 1*. Disponível em: http://paginas.fe.up.pt/~arminio/lumiind/Ilumin_Nat_Anexo_01.pdf. Acesso em Abril 2010.

[52] A. Teixeira. *Norma Europeia de Iluminação Pública EN 13201*. Disponível em: http://paginas.fe.up.pt/~arminio/lumiind/Norma_Ilum_Pub_EN13201.pdf. Acesso em Junho 2010.

[53] A. Teixeira. *Compensação do Factor de Potência em Motores*. Disponível em: http://paginas.fe.up.pt/~arminio/lumiind/Comp_Fact_Pot_Mot.pdf. Acesso em Maio 2010.

Anexo A

Registos da Facturação

No presente anexo estão todos os registos de facturação dos consumos energéticos, electricidade e gás, nos edifícios estudados. Estes valores foram alvo de tratamento dando origem a gráficos e tabelas para facilitar a interpretação dos seus valores, conforme descrito no Capítulo 3.

A.1 - Biblioteca Municipal

Tabela A.1 - Facturação e consumo médio diário da BMA

Datas	11-11-2008	07-02-2009	12-05-2009	30-07-2009	29-10-2009
	06-02-2009	11-05-2009	29-07-2009	28-10-2009	29-01-2010
Períodos Tarifários	Consumo (kWh)				
HV	14436	8788	1154	1381	17540
HP	4601	2917	1165	1423	1721
HC	10570	6759	3663	4239	4919
Períodos Tarifários	Consumo Médio Diário (kWh)				
HV	166	94	15	15	195
HP	53	31	15	16	19
HC	121	73	47	47	55

Tabela A.2 - Consumos e Custos Mensais Estimados da BMA

Mês	**Janeiro**	**Fevereiro**	**Março**	**Abril**	**Maio**	**Junho**	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**	**Outubro**	**Novembro**	**Dezembro**	**Total**
nº dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	**365**
PC (kVA)	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	
						Consumos (kWh)							
HV	5144	3074	2929	444	1335	444	460	476	460	1014	5847	6042	**27669**
HP	1639	1007	972	448	644	448	465	490	474	500	574	593	**8255**
HC	3766	2328	2253	1409	1739	1409	1456	1460	1413	1483	1640	1694	**22050**
Total	10550	6410	6155	2301	3718	2301	2381	2426	2348	2997	8060	8329	**57973**
						Custos (€)							
PC	65,11	58,81	65,11	63,01	65,11	63,01	65,11	65,11	63,01	65,11	63,01	65,11	**766,65**
HV	305,55	182,62	174,00	26,36	79,32	26,36	27,31	28,26	27,34	60,25	347,29	358,87	**1643,54**
HP	394,78	242,57	234,14	107,90	155,01	107,90	111,91	118,03	114,22	120,42	138,14	142,74	**1987,75**
HC	409,40	253,04	244,90	153,14	188,99	153,14	158,28	158,71	153,59	161,18	178,23	184,17	**2396,78**
Total	1174,83	737,04	718,15	350,41	488,44	350,41	362,61	370,11	358,17	406,96	726,67	750,90	**6794,72**
Total c/IVA	**1233,58**	**773,90**	**754,06**	**367,94**	**512,86**	**367,94**	**380,74**	**388,61**	**376,08**	**427,31**	**763,01**	**788,44**	**7134,45**

A.2 - Edifício Principal

Tabela A.3 - Facturação e consumo médio diário do EP

Datas	03-11-2008	10-02-2009	30-04-2009	30-07-2009	29-10-2009
	09-02-2009	29-04-2009	29-07-2009	28-10-2009	29-01-2010
Períodos Tarifários	Consumo (kWh)				
HV	34555	17869	7803	6584	31853
HP	6193	4784	4266	3978	4980
HC	16905	12971	11389	10770	14561
Períodos Tarifários	Consumo Médio Diário (kWh)				
HV	349	226	86	72	343
HP	63	61	47	44	54
HC	171	164	125	118	157

Tabela A.4 - Consumos e custos mensais estimados do EP

Mês	**Janeiro**	**Fevereiro**	**Março**	**Abril**	**Maio**	**Junho**	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**	**Outubro**	**Novembro**	**Dezembro**	**Total**
nº dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	**365**
PC (kVA)	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	
						Consumos (kWh)							
HV	10820	7213	7012	6786	2658	2572	2631	2243	2171	3053	10275	10618	**68052**
HP	1939	1653	1877	1817	1453	1406	1447	1355	1311	1385	1606	1660	**18910**
HC	5293	4492	5090	4926	3880	3755	3866	3669	3551	3784	4697	4854	**51856**
Total	18053	13358	13979	13528	7991	7733	7944	7267	7033	8222	16579	17131	**138818**
						Custos (€)							
PC	77,92	70,38	77,92	75,40	77,92	75,40	77,92	77,92	75,40	77,92	75,40	77,92	**917,39**
HV	642,72	428,44	416,51	403,07	157,89	152,80	156,30	133,23	128,93	181,37	610,34	630,69	**4042,30**
HP	466,96	398,05	452,05	437,46	349,94	338,65	348,42	326,32	315,79	333,42	386,83	399,73	**4553,63**
HC	575,40	488,31	553,27	535,42	421,73	408,13	420,25	398,81	385,94	411,27	510,57	527,59	**5636,71**
Total	1763,00	1385,17	1499,74	1451,36	1007,48	974,99	1002,89	936,27	906,07	1003,98	1583,15	1635,93	**15150,03**
Total c/IVA	**1851,16**	**1454,43**	**1574,72**	**1523,93**	**1057,86**	**1023,73**	**1053,03**	**983,09**	**951,37**	**1054,18**	**1662,31**	**1717,72**	**15907,53**

A.3 - Piscinas Municipais de Arouca

Tabela A.5 - Consumos de electricidade das PMA

Períodos	**Jan-09**	**Fev-09**	**Mar-09**	**Abr-09**	**Mai-09**	**Jun-09**	**Jul-09**	**Ago-09**	**Set-09**	**Out-09**	**Nov-09**	**Dez-09**	**Total**
nº dias	28	29	29	34	27	30	32	36	29	27	30	33	**364**
PC (kW)	61,4	61,4	56	56	56	56	61,4	61,4	61,4	61,4	65,8	65,8	**724**
PHP (kW)	27,04	21,21	20,86	17,26	18,33	19,22	20,81	12,9	20,24	14,74	22,67	20,91	**236,19**
HV (kWh)	4578	3742	3730	4576	3680	4710	5960	3752	5380	2687	3790	4528	**51113**
HP (kWh)	3028	2460	2420	2348	1980	2306	2664	1856	2348	1592	2720	2760	**28482**
HC (kWh)	6920	5334	5312	5962	5140	5984	6646	4566	6592	4208	6162	6436	**69262**
Total EA (kWh)	**14526**	**11536**	**11462**	**12886**	**10800**	**13000**	**15270**	**10174**	**14320**	**8487**	**12672**	**13724**	**148857**
RCFV (kvarh)	**5633**	**4868**	**4279**	**5190**	**4504**	**5608**	**4526**	**4134**	**5358**	**3206**	**4319**	**4779**	**56404**

Tabela A.6 - Custos associados à electricidade consumida nas PMA

Períodos	**Jan-09**	**Fev-09**	**Mar-09**	**Abr-09**	**Mai-09**	**Jun-09**	**Jul-09**	**Ago-09**	**Set-09**	**Out-09**	**Nov-09**	**Dez-09**	**Total**
nº dias	28	29	29	34	27	30	32	36	29	27	30	33	**364**
						Custos (€)							
TTF	23,31	24,15	24,15	28,31	22,48	24,98	26,64	29,97	24,15	22,48	24,98	27,48	**303,07**
PC	24,93	25,82	23,55	27,61	21,92	24,36	28,49	32,05	25,82	24,04	28,62	31,49	**318,69**
PHP	251,59	204,39	201,02	195,01	164,46	191,60	221,29	154,32	195,05	132,25	226,00	229,30	**2366,27**
HV	291,62	238,37	237,60	291,49	234,42	300,03	379,65	239,00	342,71	171,16	241,42	288,43	**3255,90**
HP	557,15	452,64	445,28	432,03	364,32	424,30	490,18	341,50	432,03	292,93	500,48	507,84	**5240,69**
HC	671,24	517,40	515,26	578,31	498,58	580,45	644,66	442,90	639,42	408,18	597,71	624,29	**6718,41**
Total EA	**1520,01**	**1208,40**	**1198,15**	**1301,84**	**1097,32**	**1304,78**	**1514,49**	**1023,41**	**1414,16**	**872,27**	**1339,62**	**1420,57**	**15215,00**
RCFV	116,04	100,28	88,15	106,91	92,78	115,52	93,24	85,16	110,37	66,04	88,97	98,45	**1161,92**
Total	1935,88	1563,04	1535,01	1659,67	1398,96	1661,25	1884,14	1324,91	1769,55	1117,08	1708,19	1807,27	**19364,95**
Total c/IVA	**2032,68**	**1641,19**	**1611,76**	**1742,66**	**1468,91**	**1744,31**	**1978,35**	**1391,16**	**1858,03**	**1172,93**	**1793,60**	**1897,63**	**20333,20**

Tabela A.7 - Consumo médio diário de energia eléctrica nas PMA

Período	Jan-09	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09	Jul-09	Ago-09	Set-09	Out-09	Nov-09	Dez-09
HV (kWh)	163,50	129,03	128,62	134,59	136,30	157,00	186,25	104,22	185,52	99,52	126,33	137,21
HP (kWh)	108,14	84,83	83,45	69,06	73,33	76,87	83,25	51,56	80,97	58,96	90,67	83,64
HC (kWh)	247,14	183,93	183,17	175,35	190,37	199,47	207,69	126,83	227,31	155,85	205,40	195,03
RCFV (kvarh)	201,18	167,86	147,55	152,65	166,81	186,93	141,44	114,83	184,76	118,74	143,97	144,82

Tabela A.8 - Custos e consumos médios de gás nas PMA

Período	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Anual
nº dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Consumos médios mensais													
Consumo médio mensal (kg)	9114	7331	5391	4119	6151	2628	2157	1502	2166	3534	7106	10093	61290,88
Custo (€) - iva inc.	7587,95	6103,26	4488,21	3429,26	5120,66	2668,25	2189,41	1524,60	2199,15	3587,30	7214,24	10246,54	56358,84
Consumos médios diários													
Consumo médio diário (kg)	294	262	174	137	198	88	70	48	72	114	237	326	168

A.4 - Piscinas Municipais de Escariz

Tabela A.9 - Consumos de electricidade das PME

Períodos	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09	Jul-09	Ago-09	Set-09	Out-09	Nov-09	Dez-09	Jan-10	Total
nº dias	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31	**365**
PC (kW)	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	
PHP (kW)	50,74	47,67	45,78	37,33	34,35	35,51	26,56	34,33	37,4	37,7	43,5	42,77	
HV (kWh)	13182	13410	12869	10899	9754	10840	8191	9400	10504	9889	12473	11996	**133407**
HP (kWh)	5683	5911	5493	4629	4122	4403	3293	4119	4637	4524	5394	5303	**57511**
HC (kWh)	13800	14186	13135	11352	10030	10812	8142	9997	11192	10909	12988	12586	**139129**
Total EA(kWh)	**32665**	**33507**	**31497**	**26880**	**23906**	**26055**	**19626**	**23516**	**26333**	**25322**	**30855**	**29885**	**330047**
RCFV (kvarh)	**5803**	**6098**	**6212**	**5926**	**5664**	**6714**	**5186**	**5481**	**6049**	**6018**	**6765**	**6823**	**72739**

Tabela A.10 - Custos associados à electricidade consumida nas PME

Períodos	**Fev-09**	**Mar-09**	**Abr-09**	**Mai-09**	**Jun-09**	**Jul-09**	**Ago-09**	**Set-09**	**Out-09**	**Nov-09**	**Dez-09**	**Jan-10**	**Total**
nº dias	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31	**365**
						Custos (€)							
TTF	23,31	25,81	24,98	25,81	24,98	25,81	25,81	24,98	25,81	24,98	25,81	25,81	**303,90**
PC	27,20	30,12	29,15	30,12	29,15	30,12	30,12	29,15	30,12	29,15	30,12	30,12	**354,60**
PHP	472,11	491,06	456,38	384,55	342,44	365,80	273,60	342,24	385,27	375,83	448,11	440,59	**4777,96**
HV	839,69	854,22	819,76	694,27	621,33	690,51	521,77	598,78	669,10	629,93	794,53	764,15	**8498,03**
HP	1045,67	1087,62	1010,71	851,74	758,45	810,15	605,91	757,90	853,21	832,42	992,50	975,75	**10582,02**
HC	1338,60	1376,04	1274,10	1101,14	972,91	1048,76	789,77	969,71	1085,62	1058,17	1259,84	1220,84	**13495,51**
Total EA	**3223,97**	**3317,88**	**3104,56**	**2647,15**	**2352,69**	**2549,42**	**1917,45**	**2326,39**	**2607,94**	**2520,52**	**3046,86**	**2960,74**	**32575,56**
RCFV	119,54	125,62	127,97	122,08	116,68	138,31	106,83	112,91	124,61	123,97	139,36	140,55	**1498,42**
Total	3866,13	3990,49	3743,03	3209,70	2865,92	3109,46	2353,81	2835,65	3173,74	3074,44	3690,25	3597,81	**39510,45**
Total c/IVA	**4059,43**	**4190,02**	**3930,18**	**3370,18**	**3009,22**	**3264,93**	**2471,50**	**2977,43**	**3332,43**	**3228,17**	**3874,77**	**3777,70**	**41485,97**

Tabela A.11 - Consumo médio diário de energia eléctrica nas PME

Período	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09	Jul-09	Ago-09	Set-09	Out-09	Nov-09	Dez-09	Jan-10
HV (kW)	471	433	429	352	325	350	264	313	339	330	402	387
HP (kW)	203	191	183	149	137	142	106	137	150	151	174	171
HC (kW)	493	458	438	366	334	349	263	333	361	364	419	406
RCFV (kvarh)	207	197	207	191	189	217	167	183	195	201	218	220

Tabela A.12 - Custos e consumos médios de gás nas PME

Período	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09	Jul-09	Ago-09	Set-09	Out-09	Nov-09	Dez-09	Jan-10	Anual
nº dias	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31	365
Consumos médios mensais													
Consumo médio mensal (kg)	4331	2531	2801	4415	3822	4251	1502	1515	3196	4034	5500	5774	43672
Custo (€) - iva inc.	3004,95	1756,10	1943,55	3063,07	3233,24	3596,46	1270,32	1281,75	2703,52	3413,01	4652,77	4884,61	34803,34
Consumos médios diários													
Consumo médio diário (kg)	155	82	93	142	127	137	48	51	103	134	177	186	130

A.5 - Estádio Municipal

Tabela A.13 - Consumos de electricidade do EM

Períodos	**Janeiro**	**Fevereiro**	**Março**	**Abril**	**Maio**	**Junho**	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**	**Outubro**	**Novembro**	**Dezembro**	**Total**
nº dias	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	**365**
Período	I			II			III			IV			
PC (kW)	116,25	116,25	116,25	116,25	116,25	116,25	116,25	116,25	116,25	116,25	116,25	116,25	**1395,00**
PHP (kW)	27,27	27,03	23	15,3	8,72	4,94	6,11	8,09	9,45	11,42	15,47	14,23	**171,03**
HSV (kWh)	1642	1451	650	564	566	493	497	659	807	969	1363	1272	**10933**
HVN (kWh)	2472	2222	1006	868	857	744	792	1028	1198	1479	2029	1905	**16600**
HP (kWh)	3382	3352	2576	1897	1046	613	733	1003	1172	1370	1918	1707	**20769**
HC (kWh)	5168	5139	2873	2949	2948	1562	1931	3162	3560	3870	5295	5006	**43463**
Total EA(kWh)	**12664**	**12164**	**7105**	**6278**	**5417**	**3412**	**3953**	**5852**	**6737**	**7688**	**10605**	**9890**	**91765**
RCFV (kvar)	**4120**	**4687**	**3534**	**3646**	**2605**	**1431**	**2358**	**3584**	**3438**	**2508**	**2507**	**2731**	**37149**

Tabela A.14 - Custos associados à electricidade consumida no EM

Períodos	**Janeiro**	**Fevereiro**	**Março**	**Abril**	**Maio**	**Junho**	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**	**Outubro**	**Novembro**	**Dezembro**	**Total**
nº dias	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	**365**
Período	I			II			III			IV			
						Custos (€)							
TTF	43,57	43,57	39,35	43,57	42,16	43,57	42,16	43,57	43,57	42,16	43,57	42,16	**512,97**
PC	123,97	123,97	111,97	123,97	119,97	123,97	119,97	123,97	123,97	119,97	123,97	119,97	**1459,64**
PHP	217,34	215,43	165,57	121,94	67,26	39,37	47,13	64,48	75,32	88,08	123,30	109,76	**1334,98**
HSV	78,49	69,36	31,07	28,26	28,36	24,70	24,90	33,02	40,43	46,32	65,15	60,80	**530,85**
HVN	126,07	113,32	51,31	46,79	46,19	40,10	42,69	55,41	64,57	75,43	103,48	97,16	**862,51**
HP	370,33	367,04	282,07	219,10	120,81	70,80	84,66	115,85	135,37	150,02	210,02	186,92	**2312,99**
HC	424,29	421,91	235,87	243,29	243,21	128,87	159,31	260,87	293,70	317,73	434,72	410,99	**3574,76**
Total EA	999,18	971,64	600,32	537,44	438,57	264,47	311,56	465,14	534,07	589,49	813,37	755,87	**7281,10**
RCFV	73,34	83,43	62,91	64,90	46,37	25,47	41,97	63,80	61,20	44,64	44,62	48,61	**661,25**
Total	1457,40	1438,03	980,12	891,82	714,33	496,85	562,79	760,95	838,12	884,35	1148,83	1076,37	**11249,94**
Total c/IVA	**1530,27**	**1509,93**	**1029,13**	**936,41**	**750,05**	**521,69**	**590,93**	**798,99**	**880,03**	**928,56**	**1206,27**	**1130,18**	**11812,44**

Tabela A.15 - Consumo médio diário de energia eléctrica no EM

Período	Jan-09	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09	Jul-09	Ago-09	Set-09	Out-09	Nov-09	Dez-09
HSV (kWh)	52,97	46,81	23,21	18,19	18,87	15,90	16,57	21,26	26,03	32,30	43,97	42,40
HVN (kWh)	79,74	71,68	35,93	28,00	28,57	24,00	26,40	33,16	38,65	49,30	65,45	63,50
HP (kWh)	109,10	108,13	92,00	61,19	34,87	19,77	24,43	32,35	37,81	45,67	61,87	56,90
HC (kWh)	166,71	165,77	102,61	95,13	98,27	50,39	64,37	102,00	114,84	129,00	170,81	166,87
RCFV (kvarh)	132,90	151,19	126,21	117,61	86,83	46,16	78,60	115,61	110,90	83,60	80,87	91,03

Tabela A.16 - Consumo estimado de gás no EM

Período	Dez-08	Jan-09	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09	Jul-09	Ago-09	Set-09	Out-09	Nov-09	Anual
nº dias	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	**365**
Consumos médios													
Consumo médio (kg)	512	381	344	381	369	397	598	618	343	292	302	292	**4829**
Custo (€) - iva inc.	426,29	317,42	286,70	317,42	374,56	402,56	607,24	627,48	347,83	296,52	306,40	296,52	**4606,94**
Consumos médios diários													
Consumo médio diário (kg)	17	12	12	12	12	13	20	20	11	10	10	10	13

A.6 - Escola E.B. 2,3 de Arouca

Tabela A.17 - Consumos de electricidade da E.B. 2,3 de Arouca

Períodos	**Dez-08**	**Jan-09**	**Fev-09**	**Mar-09**	**Abr-09**	**Mai-09**	**Jun-09**	**Jul-09**	**Ago-09**	**Set-09**	**Out-09**	**Nov-09**	**Total**
nº dias	34	28	29	29	34	27	30	32	36	29	27	30	**365**
PC (kW)	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	**1332**
PHP (kW)	14,97	29,46	25,14	20,21	14,36	17,45	13,50	6,79	5,51	16,22	18,55	26,31	**208,45**
HV (kWh)	15015	18260	15050	3839	4054	1419	1521	1042	911	1754	1615	3913	**68393**
HP (kWh)	2036	3299	2916	2344	1953	1885	1620	869	793	1881	2003	3157	**24756**
HC (kWh)	5806	9696	8649	6892	5942	5673	4671	2302	2219	5664	6059	9672	**73245**
Total EA	**22857**	**31255**	**26615**	**13075**	**11949**	**8977**	**7812**	**4213**	**3923**	**9299**	**9677**	**16742**	**166394**
RFV (kvarh)	33	37	26	16	31	23	24	71	53	48	27	23	**412**
RCFV (kvarh)	0	62	248	1403	1264	1382	1384	672	602	1431	1360	177	**9985**

Tabela A.18 - Custos associados à electricidade consumida na E.B. 2,3 de Arouca

Períodos	**Dez-08**	**Jan-09**	**Fev-09**	**Mar-09**	**Abr-09**	**Mai-09**	**Jun-09**	**Jul-09**	**Ago-09**	**Set-09**	**Out-09**	**Nov-09**	**Total**
nº dias	34	28	29	29	34	27	30	32	36	29	27	30	**365**
						Custos (€)							
TTF	28,31	23,31	24,15	24,15	28,31	22,48	24,98	26,64	29,97	24,15	22,48	24,98	**303,90**
PC	137,75	113,44	117,49	117,49	137,75	109,39	121,55	129,65	145,85	117,49	109,39	121,55	**1478,80**
PHP	256,99	416,42	368,07	295,87	246,52	237,93	204,48	109,69	100,10	237,43	252,83	398,49	**3124,83**
HV	825,83	1004,30	827,75	211,15	222,97	78,05	83,66	57,31	50,11	96,47	88,83	215,22	**3761,62**
HP	248,60	402,81	356,04	286,20	238,46	230,16	197,80	106,10	96,83	229,67	244,57	385,47	**3022,71**
HC	512,67	856,16	763,71	608,56	524,68	500,93	412,45	203,27	195,94	500,13	535,01	854,04	**6467,53**
Total EA	**1587,09**	**2263,26**	**1947,50**	**1105,91**	**986,11**	**809,13**	**693,91**	**366,68**	**342,87**	**826,27**	**868,40**	**1454,72**	**13251,86**
RFV	0,52	0,58	0,41	0,25	0,49	0,36	0,38	1,11	0,83	0,75	0,42	0,36	**6,47**
RCFV	0,00	1,28	5,11	28,90	26,04	28,47	28,51	13,84	12,40	29,48	28,02	3,65	**205,69**
Total	2010,14	2817,71	2462,32	1572,32	1424,73	1207,40	1073,42	646,51	631,19	1234,82	1281,12	2003,38	18365,07
Total c/IVA	**2110,65**	**2958,60**	**2585,44**	**1650,94**	**1495,96**	**1267,77**	**1127,10**	**678,83**	**662,75**	**1296,56**	**1345,17**	**2103,55**	**19283,32**

Tabela A.19 - Consumo médio diário de energia eléctrica na E.B. 2,3 de Arouca

Período	Dez-08	Jan-09	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09	Jul-09	Ago-09	Set-09	Out-09	Nov-09
HV (kWh)	442	652	519	132	119	53	51	33	25	60	60	130
HP (kWh)	60	118	101	81	57	70	54	27	22	65	74	105
HC (kWh)	171	346	298	238	175	210	156	72	62	195	224	322
RFV (kvarh)	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1
RCFV (kvarh)	0	2	9	48	37	51	46	21	17	49	50	6

Tabela A.20 – Custos e consumo de gás na E.B. 2,3 de Arouca

Período	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09	Jul-09	Ago-09	Set-09	Out-09	Nov-09	Dez-09	Jan-10
nº dias	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31
Consumos médios mensais												
Consumo médio mensal (kg)	464	514	489	450	301	178	178	173	222	446	478	652
Custo (€) - iva inc.	502,23	560,85	533,95	472,56	316,08	187,22	187,22	181,18	243,99	523,88	562,55	893,18
Consumos médios diários												
Consumo médio diário (kg)	17	17	16	15	10	6	6	6	7	15	15	21

Anexo B

Inventário

No presente anexo encontram-se inventariados os sistemas da iluminação, assim como os seus consumos, custos de exploração e manutenção estimados.

B.1 - Biblioteca Municipal

Tabela B.1 - Equipamento do sistema de iluminação actual da BMA

Utilização	Tipo	Potência Armadura (W)	Quantidade	Potência Instalada (W)
Recepção	TL-D 1x58	67	4	268
Sala de Leitura (crianças)	TL-D 1x58	67	12	804
“	TL-D 2x18	52	2	104
Sala do Conto	TL-D 1x58	67	2	134
“	TL-D 2x36	86	1	86
WC	TL-E CIRCULAR 40W	45	2	90
Zona de Exposição	Focos Halogéneo 100W	100	6	600
Arrumos	E27	60	1	60
WC	E27	60	1	60
Gabinete 1	TL-D 2x58	134	1	134
Gabinete 2	TL-D 2x58	134	1	134
Gabinete 3	TL-D 2x58	134	5	670
Lavabo	TL-D 1x18	26	1	26
Escadaria	PL-C 2x18	52	1	52
WC	TL-E CIRCULAR 40W	45	1	45
Sala Leitura	TL-D 2x36	86	1	86
Sala Leitura	TL-D 2x36	86	2	172
Sala Exterior	Vapor Sódio AP 70W	85	2	170
Escadaria	PL-C 2x18	52	1	52
Sala PC e Vídeo	TL-D 1x36	43	3	129
“	Incandescentes 60W	60	5	300
Sala Projecção/conferência	Candeeiros Pé 500W	500	4	2000
“	Incandescentes 60W	50	7	420
Sala Recepção/Lazer	Incandescentes 60W	60	4	240
“	Candeeiros Pé 500W	60	2	1000
Sala de Leitura	TL-D 1x36	43	18	774
Sótão	Incandescentes 60W	50	20	1200
“	TL-D 1x58	60	4	268
Total				**10078**

Tabela B.2 - Custos de exploração estimados do sistema de iluminação actual da BMA

Utilização	Funcionamento (h/ano)	Custo energia (€/ano)	Custo manutenção (€/ano)	Custo Anual (€)
Recepção	2700	118,26	7,84	126,10
Sala de Leitura (crianças)	2700	354,78	23,52	378,30
“	2700	45,89	5,34	51,23
Sala do Conto	2700	59,13	3,92	63,05
“	2700	37,95	2,67	40,62
WC	2700	39,71	8,69	48,41
Zona de Exposição	2700	264,76	143,23	407,99
Arrumos	150	1,47	0,36	1,83
WC	150	1,47	0,36	1,83
Gabinete 1	2700	59,13	3,92	63,05
Gabinete 2	2700	59,13	3,92	63,05
Gabinete 3	2700	295,65	19,60	315,25
Lavabo	300	1,27	0,15	1,42
Escadaria	2700	22,95	2,03	24,97
WC	2700	19,86	4,35	24,20
Sala Leitura	2700	37,95	2,67	40,62
Sala Leitura	2700	75,90	5,34	81,23
Sala Exterior	1500	41,68	12,27	53,95
Escadaria	2700	22,95	2,03	24,97
Sala PC e Vídeo	2700	56,92	4,00	60,92
“	2700	132,38	40,50	172,88
Sala Projecção/conferência	1500	490,30	18,00	508,30
“	1500	102,96	31,50	134,46
Sala Recepção/Lazer	2700	105,90	32,40	138,30
“	2700	441,27	16,20	457,47
Sala de Leitura	2700	341,54	24,01	365,55
Sótão	150	29,42	9,00	38,42
“	150	6,57	0,44	7,01
Total c/IVA		**3267,15**	**428,24**	**3695,4**

B.2 - Câmara Municipal

Tabela B.3 - Equipamento do sistema de iluminação actual do EP

Utilização	Tipo	Potência Armadura (W)	Quantidade armaduras	Potência Total (W)
Gabinete	TL-D 2x18	52	2	104
Gabinete	Halogéneo 100W	100	2	200
“	PL-C 1x18	26	2	52
Gabinete	TL-D 2x18	52	1	52
Gabinete	TL-D 2x18	52	1	52
Gabinete	TL-D 2x18	52	2	104
WC	Halogéneo 100W	100	2	200
Arrumos	TL-D 2x18	52	2	104
“	TL-D 1x18	26	1	26
Bar	TL-D 1x18	26	1	26
“	PL-C 1x18	26	5	130
Gabinete Comum	TL-D 2x18	52	10	520
Gabinete	PL-C 1x18	26	4	104
“	Halogéneo 100W	100	2	200
Gabinete	Halogéneo 100W	100	1	100
Gabinete Comum	TL-D 2x18	52	8	416
Gabinete Comum	TL-D 2x18	52	6	312
“	Halogéneo 100W	100	1	100
Gabinete	TL-D 2x18	52	2	104
Hall/Corredor	VMAP 125W	125	2	250
“	Halogéneo 100W	100	4	400
	Incandescentes			
“	60W	60	3	180
“	PL-C 1x18	26	12	312
Gabinete Comum	TL-D 2x18	52	10	520
“	PL-C 1x18	26	2	52
Gabinete	Halogéneo 100W	100	1	100
“	PL-C 1x18	26	2	52
Gabinete	TL-D 2x18	52	2	104
Gabinete	Halogéneo 100W	100	1	100
“	PL-C 1x18	26	1	26
Gabinete	Halogéneo 100W	100	1	100
Hall	-	0		0
Sala de Reuniões	PL-C 1x18	26	4	104
“	Halogéneo 100W	100	2	200
WC	Halogéneo 100W	100	2	200
Escadaria	TL-D 1x18	26	1	26
Gabinete	TL-D 2x18	52	2	104
“	TL-D 1x18	26	1	26
Gabinete Comum	TL-D 2x18	52	8	416
Gabinete	Halogéneo 100W	100	1	100

Utilização	Tipo	Potência Armadura (W)	Quantidade armaduras	Potência Total (W)
Gabinete	Incandescente 25W	25	10	250
Gabinete	Halogéneo 100W	100	3	300
Salão Nobre	Incandescente 25W	25	12	300
Gabinete Comum	TL-D 2x18	52	11	572
Gabinete	PL-C 1x18	26	2	52
“	Halogéneo 100W	100	1	100
Corredor	Halogéneo 100W	100	4	400
“	PL-C 1x18	26	12	312
Sótão	Incandescentes 60W	60	17	1020
“	TL-D 1x36	43	31	1333
“	TL-D 2x18	52	1	52
Total				**10969**

Tabela B.4 - Custos de exploração estimados do sistema de iluminação actual do EP

Utilização	Tipo	Funcionamento (h/ano)	Custo energia (€/ano)	Custo manutenção (€/ano)	Custo Anual (€)
Gabinete	TL-D 2x18	1000	17,00	1,98	18,97
Gabinete	Halogéneo 100W	1000	32,69	11,18	43,87
	PL-C 1x18	1000	8,50	1,50	10,00
Gabinete	TL-D 2x18	1000	8,50	0,99	9,49
Gabinete	TL-D 2x18	1000	8,50	0,99	9,49
Gabinete	TL-D 2x18	1000	17,00	1,98	18,97
WC	Halogéneo 100W	1750	57,20	19,57	76,77
Arrumos	TL-D 2x18	1000	17,00	1,98	18,97
	TL-D 1x18	1000	4,25	0,49	4,74
Bar	TL-D 1x18	1000	4,25	0,49	4,74
	PL-C 1x18	1000	21,25	3,75	25,00
Gabinete Comum	TL-D 2x18	1500	127,48	14,82	142,30
Gabinete	PL-C 1x18	1000	17,00	3,00	20,00
	Halogéneo 100W	1000	32,69	11,18	43,87
Gabinete	Halogéneo 100W	1000	16,34	5,59	21,94
Gabinete Comum	TL-D 2x18	1500	101,98	11,86	113,84
Gabinete Comum	TL-D 2x18	1500	76,49	8,89	85,38
	Halogéneo 100W	1500	24,51	8,39	32,90
Gabinete	TL-D 2x18	1000	17,00	1,98	18,97
Hall/Corredor	VMAP 125W	1750	71,50	2,51	74,01
	Halogéneo 100W	1750	114,40	39,14	153,55

Utilização	Tipo	Funcionamento (h/ano)	Custo energia (€/ano)	Custo manutenção (€/ano)	Custo Anual (€)
	Incandescentes				
	60W	1750	51,48	15,75	67,23
	PL-C 1x18	1750	89,23	15,75	104,98
Gabinete					
Comum	TL-D 2x18	1500	127,48	14,82	142,30
	PL-C 1x18	1500	12,75	2,25	15,00
Gabinete	Halogéneo 100W	1000	16,34	5,59	21,94
	PL-C 1x18	1000	8,50	1,50	10,00
Gabinete	TL-D 2x18	1000	17,00	1,98	18,97
Gabinete	Halogéneo 100W	1000	16,34	5,59	21,94
	PL-C 1x18	1000	4,25	0,75	5,00
Gabinete	Halogéneo 100W	1000	16,34	5,59	21,94
Hall	-	1750	0,00	0,00	0,00
Sala de Reuniões	PL-C 1x18	500	8,50	1,50	10,00
	Halogéneo 100W	500	16,34	5,59	21,94
WC	Halogéneo 100W	1750	57,20	19,57	76,77
Escadaria	TL-D 1x18	1750	7,44	0,86	8,30
Gabinete	TL-D 2x18	1000	17,00	1,98	18,97
	TL-D 1x18	1000	4,25	0,49	4,74
Gabinete					
Comum	TL-D 2x18	1500	101,98	11,86	113,84
Gabinete	Halogéneo 100W	1000	16,34	5,59	21,94
Gabinete	Incandescente 25W	1000	40,86	24,00	64,86
Gabinete	Halogéneo 100W	1000	49,03	16,78	65,81
Salão Nobre	Incandescente 25W	1500	73,54	43,20	116,74
Gabinete					
Comum	TL-D 2x18	1500	140,23	16,30	156,53
Gabinete	PL-C 1x18	1000	8,50	1,50	10,00
	Halogéneo 100W	1000	16,34	5,59	21,94
Corredor	Halogéneo 100W	1750	114,40	39,14	153,55
	PL-C 1x18	1750	89,23	15,75	104,98
	Incandescentes				
Sótão	60W	1500	250,05	76,50	326,55
	TL-D 1x36	1500	326,78	22,97	349,75
	TL-D 2x18	1750	14,87	1,73	16,60
Total c/IVA			**2508,12**	**532,74**	**3040,86**

B.3 - Piscinas Municipais de Arouca

Tabela B.5 - Equipamento do sistema de iluminação actual das PMA

Utilização	Tipo	Potência Armadura (W)	Quantidade	Potência Total (W)
Corredor piso 0	TL-D 2x36	86	7	602
“	TL-D 4x18	86	5	430
Sala Professores	TL-D 1x36	43	3	129
Sala de Apoio 1 piso 0	TL-D 2x36	86	2	172
WC funcionários	INC 60W	60	1	60
Balneário Masculino piso 0	TL-D 1x36	43	8	344
“	TL-D 2x58	134	2	268
Balneário Feminino piso 0	TL-D 1x36	43	8	344
“	TL-D 2x58	134	2	268
Sala de Apoio à piscina	TL-D 2x36	86	4	344
Sauna	TL-D 2x36	86	4	344
Sala de Apoio 2 piso 0	TL-D 2x58	134	3	402
Escadaria piso 0	TL-D 1x58	67	1	67
Recepção piso 1	TL-D 1x36	43	1	43
Corredor Piso 1	TL-D 2x36	86	7	602
Bar (zona mesas)	TL-D 2x36	86	5	430
WC piso 1	TL-D 1x36	43	8	344
“	TL-D 2x36	86	2	172
Corredor Piso 2	TL-D 2x36	86	6	516
Sala Apoio	TL-D 2x36	86	6	516
WC piso 2	TL-D 1x36	43	4	172
Ginásio	TL-D 2x36	86	16	1376
Casa das Caldeiras	TL-D 2x58	134	6	804
Total				**8749**

Tabela B.6 - Custos de exploração estimados do sistema de iluminação actual das PMA

Utilização	Funcionamento (h/ano)	Custo energia (€/ano)	Custo manutenção (€/ano)	Custo Anual (€)
Corredor piso 0	3861	283,24	22,25	305,49
"	2808	147,14	23,12	170,25
Sala Professores	2808	44,14	3,47	47,61
Sala de Apoio 1 piso 0	2808	58,85	4,62	63,48
WC funcionários	2808	20,53	7,02	27,55
Balneário Masculino piso 0	3861	161,85	12,72	174,56
"	3861	126,09	9,34	135,44
Balneário Feminino piso 0	3861	161,85	12,72	174,56
"	3861	126,09	9,34	135,44
Sala de Apoio à piscina	2808	117,71	9,25	126,96
Sauna	1404	58,85	4,62	63,48
Sala de Apoio 2 piso 0	1404	68,78	5,10	73,87
Escadaria piso 0	2808	22,93	1,70	24,62
Recepção piso 1	2808	14,71	1,16	15,87
Corredor Piso 1	2106	154,49	12,14	166,63
Bar (zona mesas)	2808	147,14	11,56	158,69
WC piso 1	2106	88,28	6,94	95,22
"	2106	44,14	3,47	47,61
Corredor Piso 2	2106	132,42	10,40	142,83
Sala Apoio	2808	176,56	13,87	190,43
WC piso 2	2808	58,85	4,62	63,48
Ginásio	2808	470,83	36,99	507,82
Casa das Caldeiras	702	68,78	5,10	73,87
Total		2754,25	231,51	2985,76
Total c/IVA		**2891,96**	**277,81**	**3169,78**

B.4 - Piscinas Municipais de Escariz

Tabela B.7 - Equipamento do sistema de iluminação actual das PME

Utilização	Tipo	Potência Armadura (W)	Quantidade	Potência Total (W)
Corredor acesso balneários piso 0	INC 60W	60	4	240
Corredor acesso restrito	INC 60W	60	7	420
Balneário Masculino - vestiário	TL-D 2x58 c/BE A2	106,5	5	533
"	TL-D 1x58 c/BE A2	54	1	54
Balneário Masculino - chuveiros	TL-D 2x58 c/BE A2	106,5	3	320
"	TL-D 1x58 c/BE A2	54	2	108
"	TL-D 1x18 c/BE A2	18	5	90
Balneário Masculino - WC mobilidade red.	TL-D 2x18 c/BE A2	34,5	1	35
"	TL-D 1x18 c/BE A2	18	1	18
Balneário Feminino - vestiário	TL-D 2x58 c/BE A2	106,5	5	533
"	TL-D 1x58 c/BE A2	54	1	54
Balneário Feminino - chuveiros	TL-D 1x58 c/BE A2	54	3	162
"	TL-D 1x58 c/BE A2	54	2	108
"	TL-D 1x18 c/BE A2	18	5	90
Balneário Feminino - WC mobilidade red.	TL-D 2x18 c/BE A2	34,5	1	35
"	TL-D 1x18 c/BE A2	18	1	18
Total				**2816**

Tabela B.8 - Custos de exploração estimados do sistema de iluminação actual das PME

Utilização	Funcionamento (h/ano)	Custo energia (€/ano)	Custo manutenção (€/ano)	Custo Anual (€)
Corredor acesso balneários piso 0	1755	51,33	17,55	68,88
Corredor acesso restrito	1755	89,82	30,71	120,53
Balneário Masculino - vestiário	3861	250,54	23,36	273,90
"	3861	25,41	2,34	27,74
Balneário Masculino - chuveiros	3861	150,32	14,02	164,34
"	3861	50,81	4,67	55,48
"	3861	42,34	7,95	50,29
Balneário Masculino - WC mobilidade red.	3861	16,23	3,18	19,41
"	3861	8,47	1,59	10,06
Balneário Feminino - vestiário	3861	250,54	23,36	273,90
"	3861	25,41	2,34	27,74
Balneário Feminino - chuveiros	3861	76,22	7,01	83,23
"	3861	50,81	4,67	55,48
"	3861	42,34	7,95	50,29
Balneário Feminino - WC mobilidade red.	3861	16,23	3,18	19,41
"	3861	8,47	1,59	10,06
Total		1155,29	155,45	1310,74
Total c/IVA		**1213,05**	**186,54**	**1399,59**

B.5 - Estádio Municipal

Tabela B.9 - Equipamento do sistema de iluminação actual do EM

Utilização	Tipo	Potência Armadura (W)	Quantidade	Potência Total (W)
Corredor piso 0 - A	TL-D 2x58	134	2	268
Corredor piso 0 - B	TL-D 2x58	134	9	1206
Corredor piso 0 - C	TL-D 2x58	134	1	134
Corredor piso 0 - D	TL-D 2x58	134	2	268
Túnel Acesso	TL-D 2x58	134	4	536
Sala 1	TL-D 2x58	134	4	536
Sala 2	TL-D 2x58	134	4	536
Gab. Médico	TL-D 2x58	134	3	402
Sala Jardineiro	TL-D 2x58	134	8	1072
Lavandaria	TL-D 2x58	134	8	1072
Balneário tipo A	TL-D 2x58	134	11	1474
Balneário tipo A	TL-D 2x58	134	11	1474
Balneário tipo A	TL-D 2x58	134	11	1474
Balneário tipo A	TL-D 2x58	134	11	1474
Balneário tipo B	TL-D 2x58	134	3	402
"	TL-D 1x18	26	1	26
Balneário tipo B	TL-D 2x58	134	3	402
"	TL-D 1x18	26	1	26
Balneário tipo C	TL-D 2x58	134	10	1340
"	TL-D 2x36	86	1	86
"	TL-D 1x18	26	1	26
Balneário tipo C	TL-D 2x58	134	10	1340
"	TL-D 2x36	86	1	86
"	TL-D 1x18	26	1	26
Sala 3	TL-D 2x58	134	3	402
"	TL-D 1x18	26	1	26
Sala 4	TL-D 2x58	134	3	402
"	TL-D 1x18	26	1	26
Sala de Aquecimento	TL-D 2x58	134	12	1608
Área Técnica PT	TL-D 2x58	134	2	268
Área Técnica QE	TL-D 2x58	134	4	536
Sala Imprensa	TL-D 2x58	134	4	536
Zona Vip	TL-D 2x58	134	8	1072
"	TL-D 2x36	86	5	430
Piso 1	TL-D 2x58	134	20	2680
"	TL-D 2x36	86	2	172
Piso 2	TL-D 2x58	134	50	6700
Total				**30544**

Tabela B.10 - Custos de exploração estimados do sistema de iluminação actual do EM

Utilização	Funcionamento (h/ano)	Custo energia (€/ano)	Custo manutenção (€/ano)	Custo Anual (€)
Corredor piso 0 - A	2808	91,70	6,80	98,50
Corredor piso 0 - B	2808	412,66	30,58	443,24
Corredor piso 0 - C	2808	45,85	3,40	49,25
Corredor piso 0 - D	2808	91,70	6,80	98,50
Túnel Acesso	2808	183,41	13,59	197,00
Sala 1	312	20,38	1,51	21,89
Sala 2	312	20,38	1,51	21,89
Gab. Médico	2808	137,55	10,19	147,75
Sala Jardineiro	1404	183,41	13,59	197,00
Lavandaria	2808	366,81	27,18	393,99
Balneário tipo A	2808	504,37	37,37	541,74
Balneário tipo A	2808	504,37	37,37	541,74
Balneário tipo A	208	37,36	2,77	40,13
Balneário tipo A	208	37,36	2,77	40,13
Balneário tipo B	2808	137,55	10,19	147,75
"	2808	8,90	1,16	10,05
Balneário tipo B	208	10,19	0,76	10,94
"	208	0,66	0,09	0,74
Balneário tipo C	2808	458,51	33,98	492,49
"	2808	29,43	2,31	31,74
"	2808	8,90	1,16	10,05
Balneário tipo C	208	33,96	2,52	36,48
"	208	2,18	0,17	2,35
"	208	0,66	0,09	0,74
Sala 3	104	5,09	0,38	5,47
"	104	0,33	0,04	0,37
Sala 4	2808	137,55	10,19	147,75
"	2808	8,90	1,16	10,05
Sala de Aquecimento	720	141,08	10,45	151,54
Área Técnica PT	104	3,40	0,25	3,65
Área Técnica QE	104	6,79	0,50	7,30
Sala Imprensa	104	6,79	0,50	7,30
Zona Vip	104	13,59	1,01	14,59
"	104	5,45	0,43	5,88
Piso 1	104	33,96	2,52	36,48
"	104	2,18	0,17	2,35
Piso 2	104	84,91	6,29	91,20
Total		3778,27	281,73	4060,01
Total c/IVA		**3967,19**	**338,08**	**4305,27**

Anexo C

Estudo de Soluções

Neste anexo serão apresentados elementos de apoio ao estudo de medidas correctivas a aplicar nos sistemas actuais para a redução dos consumos e custos com energia.

C.1 - Biblioteca Municipal

Tabela C.1 - Custos estimados da BM com o tarifário BTN – Médias Utilizações

Mês	**Janeiro**	**Fevereiro**	**Março**	**Abril**	**Maio**	**Junho**	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**	**Outubro**	**Novembro**	**Dezembro**	**Anual**
nº dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	**365**
PC (kVA)	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	
							Consumos (kWh)						
HV	5144	3074	2929	444	1335	444	460	476	460	1014	5847	6042	**27669**
HP	1639	1007	972	448	644	448	465	490	474	500	574	593	**8255**
HC	3766	2328	2253	1409	1739	1409	1456	1460	1413	1483	1640	1694	**22050**
Total	**10550**	**6410**	**6155**	**2301**	**3718**	**2301**	**2381**	**2426**	**2348**	**2997**	**8060**	**8329**	**57973**
							Custos (€)						
PC	48,51	43,81	48,51	46,94	48,51	46,94	48,51	48,51	46,94	48,51	46,94	48,51	**571,15**
HV	342,07	204,45	194,80	29,52	88,80	29,52	30,57	31,63	30,61	67,45	388,80	401,76	**1839,99**
HP	421,66	259,09	250,08	115,25	165,57	115,25	119,54	126,07	122,00	128,62	147,55	152,47	**2123,13**
HC	458,74	283,53	274,42	171,60	211,77	171,60	177,35	177,84	172,10	180,60	199,71	206,37	**2685,63**
Total	**1270,98**	**790,89**	**767,81**	**363,30**	**514,65**	**363,30**	**375,97**	**384,05**	**371,66**	**425,18**	**783,01**	**809,11**	**7219,90**
Total c/IVA	**1334,53**	**830,44**	**806,20**	**381,47**	**540,38**	**381,47**	**394,77**	**403,25**	**390,24**	**446,44**	**822,16**	**849,56**	**7580,90**

Tabela C.2 - Custos estimados da BM com o tarifário BTN – Longas Utilizações

Mês	**Janeiro**	**Fevereiro**	**Março**	**Abril**	**Maio**	**Junho**	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**	**Outubro**	**Novembro**	**Dezembro**	**Anual**
nº dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	**365**
PC (kVA)	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	
							Consumos (kWh)						
HV	5144	3074	2929	444	1335	444	460	476	460	1014	5847	6042	**27669**
HP	1639	1007	972	448	644	448	465	490	474	500	574	593	**8255**
HC	3766	2328	2253	1409	1739	1409	1456	1460	1413	1483	1640	1694	**22050**
Total	**10550**	**6410**	**6155**	**2301**	**3718**	**2301**	**2381**	**2426**	**2348**	**2997**	**8060**	**8329**	**57973**
							Custos (€)						
PC	218,42	197,29	218,42	211,38	218,42	211,38	218,42	218,42	211,38	218,42	211,38	218,42	**2571,75**
HV	309,15	184,78	176,05	26,68	80,25	26,68	27,63	28,59	27,67	60,96	351,38	363,10	**1662,91**
HP	265,92	163,39	157,71	72,68	104,41	72,68	75,38	79,50	76,94	81,11	93,05	96,15	**1338,93**
HC	349,14	215,79	208,85	130,60	161,18	130,60	134,98	135,35	130,99	137,45	152,00	157,06	**2043,99**
Total	**1142,62**	**761,25**	**761,04**	**441,33**	**564,27**	**441,33**	**456,42**	**461,86**	**446,97**	**497,95**	**807,81**	**834,73**	**7617,58**
Total c/IVA	**1199,75**	**799,31**	**799,09**	**463,40**	**592,48**	**463,40**	**479,24**	**484,96**	**469,31**	**522,85**	**848,20**	**876,47**	**7998,45**

Tabela C.3 - Custos estimados da BM com o tarifário BTE – Médias Utilizações

Mês	**Janeiro**	**Fevereiro**	**Março**	**Abril**	**Maio**	**Junho**	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**	**Outubro**	**Novembro**	**Dezembro**	**Total**
nº dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	**365**
						Custos (€)							
TTF	25,51	23,04	25,51	24,69	25,51	24,69	25,51	25,51	24,69	25,51	24,69	25,51	**300,40**
PC	20,03	18,09	20,03	19,38	20,03	19,38	20,03	20,03	19,38	20,03	19,38	20,03	**235,79**
PHP	147,02	90,33	87,19	40,18	57,73	40,18	41,68	43,95	42,54	44,84	51,44	53,16	**740,25**
HSV	124,28	74,28	70,77	10,72	32,26	10,72	11,11	11,49	11,12	24,51	141,26	145,96	**668,48**
HVN	200,61	119,90	114,24	17,31	52,08	17,31	17,93	18,55	17,95	39,56	228,02	235,62	**1079,09**
HP	302,80	186,06	179,59	82,76	118,90	82,76	85,84	90,53	87,61	92,36	105,96	109,49	**1524,66**
HC	372,11	229,99	222,60	139,19	171,78	139,19	143,86	144,26	139,60	146,50	162,00	167,40	**2178,49**
Total EA	**999,80**	**610,23**	**587,20**	**249,99**	**375,02**	**249,99**	**258,74**	**264,83**	**256,29**	**302,93**	**637,23**	**658,47**	**5450,72**
RFV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
RCFV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Total	**1192,36**	**741,70**	**719,94**	**334,24**	**478,29**	**334,24**	**345,96**	**354,32**	**342,89**	**393,31**	**732,74**	**757,17**	**6727,16**
Total c/IVA	**1251,98**	**778,79**	**755,93**	**350,95**	**502,20**	**350,95**	**363,25**	**372,04**	**360,04**	**412,97**	**769,38**	**795,03**	**7063,51**

Tabela C.4 - Custos estimados da BM com o tarifário BTE – Longas Utilizações

Mês	**Janeiro**	**Fevereiro**	**Março**	**Abril**	**Maio**	**Junho**	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**	**Outubro**	**Novembro**	**Dezembro**	**Total**
nº dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	**365**
						Custos (€)							
TTF	25,51	23,04	25,51	24,69	25,51	24,69	25,51	25,51	24,69	25,51	24,69	25,51	**300,40**
PC	50,58	45,68	50,58	48,95	50,58	48,95	50,58	50,58	48,95	50,58	48,95	50,58	**595,52**
PHP	223,37	137,25	132,48	61,05	87,71	61,05	63,32	66,78	64,63	68,14	78,16	80,77	**1124,72**
HSV	108,43	64,81	61,75	9,36	28,15	9,36	9,69	10,03	9,70	21,38	123,25	127,36	**583,26**
HVN	174,38	104,22	99,30	15,05	45,27	15,05	15,59	16,13	15,61	34,39	198,20	204,81	**937,98**
HP	202,96	124,71	120,37	55,47	79,69	55,47	57,54	60,68	58,72	61,91	71,02	73,39	**1021,94**
HC	339,72	209,97	203,22	127,08	156,83	127,08	131,34	131,70	127,45	133,75	147,90	152,83	**1988,87**
Total EA	**825,49**	**503,72**	**484,65**	**206,95**	**309,94**	**206,95**	**214,15**	**218,53**	**211,48**	**251,42**	**540,37**	**558,38**	**4532,05**
RFV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
RCFV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Total	**1124,96**	**709,70**	**693,22**	**341,64**	**473,74**	**341,64**	**353,57**	**361,41**	**349,75**	**395,65**	**692,17**	**715,24**	**6552,68**
Total c/IVA	**1181,21**	**745,18**	**727,88**	**358,72**	**497,43**	**358,72**	**371,25**	**379,48**	**367,24**	**415,43**	**726,77**	**751,00**	**6880,31**

C.2 - Edifício Principal

Tabela C.5 - Custos estimados do EP com o tarifário BTN – Médias Utilizações

Mês	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
nº dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	**365**
PC (kVA)	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	
							Consumos (kWh)						
HV	10820	7213	7012	6786	2658	2572	2631	2243	2171	3053	10275	10618	**68052**
HP	1939	1653	1877	1817	1453	1406	1447	1355	1311	1385	1606	1660	**18910**
HC	5293	4492	5090	4926	3880	3755	3866	3669	3551	3784	4697	4854	**51856**
Total	**18053**	**13358**	**13979**	**13528**	**7991**	**7733**	**7944**	**7267**	**7033**	**8222**	**16579**	**17131**	**138818**
							Custos (€)						
PC	58,09	52,47	58,09	56,22	58,09	56,22	58,09	58,09	56,22	58,09	56,22	58,09	**684,01**
HV	719,55	479,65	466,29	451,25	176,77	171,07	174,99	149,15	144,34	203,05	683,30	706,07	**4525,47**
HP	498,77	425,16	482,83	467,26	373,78	361,72	372,15	348,54	337,30	356,13	413,18	426,95	**4863,77**
HC	644,75	547,15	619,95	599,95	472,56	457,31	470,90	446,87	432,46	460,84	572,11	591,18	**6316,01**
Total	**1921,16**	**1504,43**	**1627,17**	**1574,68**	**1081,19**	**1046,32**	**1076,13**	**1002,66**	**970,32**	**1078,11**	**1724,80**	**1782,30**	**16389,26**
Total c/IVA	**2017,21**	**1579,66**	**1708,52**	**1653,41**	**1135,25**	**1098,63**	**1129,93**	**1052,79**	**1018,83**	**1132,02**	**1811,04**	**1871,41**	**17208,73**

Tabela C.6 - Custos estimados do EP com o tarifário BTN – Longas Utilizações

Mês	**Janeiro**	**Fevereiro**	**Março**	**Abril**	**Maio**	**Junho**	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**	**Outubro**	**Novembro**	**Dezembro**	**Total**
nº dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	**365**
PC (kVA)	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	
							Consumos (kWh)						
HV	10820	7213	7012	6786	2658	2572	2631	2243	2171	3053	10275	10618	**68052**
HP	1939	1653	1877	1817	1453	1406	1447	1355	1311	1385	1606	1660	**18910**
HC	5293	4492	5090	4926	3880	3755	3866	3669	3551	3784	4697	4854	**51856**
Total	**18053**	**13358**	**13979**	**13528**	**7991**	**7733**	**7944**	**7267**	**7033**	**8222**	**16579**	**17131**	**138818**
							Custos (€)						
PC	262,05	236,69	262,05	253,60	262,05	253,60	262,05	262,05	253,60	262,05	253,60	262,05	**3085,45**
HV	650,30	433,49	421,41	407,82	159,76	154,60	158,15	134,80	130,45	183,51	617,54	638,12	**4089,94**
HP	314,54	268,12	304,49	294,67	235,72	228,11	234,69	219,80	212,71	224,59	260,57	269,25	**3067,27**
HC	490,71	416,43	471,83	456,61	359,65	348,05	358,39	340,11	329,14	350,74	435,42	449,93	**4807,02**
Total	**1717,60**	**1354,73**	**1459,79**	**1412,70**	**1017,18**	**984,37**	**1013,28**	**956,76**	**925,90**	**1020,88**	**1567,12**	**1619,36**	**15049,68**
Total c/IVA	**1803,48**	**1422,47**	**1532,78**	**1483,34**	**1068,04**	**1033,59**	**1063,95**	**1004,60**	**972,19**	**1071,93**	**1645,48**	**1700,33**	**15802,17**

Tabela C.7 - Custos estimados do EP com o tarifário BTE – Médias Utilizações

Mês	**Janeiro**	**Fevereiro**	**Março**	**Abril**	**Maio**	**Junho**	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**	**Outubro**	**Novembro**	**Dezembro**	**Total**
nº dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	**365**
						Custos (€)							
TTF	25,51	23,04	25,51	24,69	25,51	24,69	25,51	25,51	24,69	25,51	24,69	25,51	**300,40**
PC	24,18	21,84	24,18	23,40	24,18	23,40	24,18	24,18	23,40	24,18	23,40	24,18	**284,70**
PHP	173,90	148,24	168,34	162,91	130,32	126,12	129,75	121,52	117,60	124,17	144,06	148,86	**1695,79**
HSV	261,42	174,26	169,41	163,94	64,22	62,15	63,57	54,19	52,44	73,77	248,25	256,52	**1644,14**
HVN	421,99	281,30	273,46	264,64	103,67	100,32	102,62	87,47	84,65	119,08	400,73	414,09	**2654,04**
HP	358,17	305,31	346,73	335,55	268,42	259,76	267,25	250,29	242,22	255,74	296,71	306,60	**3492,76**
HC	523,00	443,83	502,88	486,66	383,32	370,96	381,98	362,49	350,79	373,82	464,07	479,54	**5123,34**
Total EA	**1564,58**	**1204,71**	**1292,48**	**1250,79**	**819,63**	**793,19**	**815,42**	**754,44**	**730,11**	**822,41**	**1409,76**	**1456,76**	**12914,27**
RFV	19,96	18,03	19,96	19,32	19,96	19,32	19,96	19,96	19,32	19,96	19,32	19,96	**235,06**
RCFV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Total	**1808,13**	**1415,86**	**1530,48**	**1481,11**	**1019,60**	**986,71**	**1014,83**	**945,62**	**915,12**	**1016,23**	**1621,23**	**1675,27**	**15430,22**
Total c/IVA	**1898,54**	**1486,65**	**1607,01**	**1555,17**	**1070,58**	**1036,05**	**1065,57**	**992,90**	**960,88**	**1067,05**	**1702,29**	**1759,04**	**16201,73**

Tabela C.8 - Custos estimados do EP com o tarifário BTE – Longas Utilizações

Mês	**Janeiro**	**Fevereiro**	**Março**	**Abril**	**Maio**	**Junho**	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**	**Outubro**	**Novembro**	**Dezembro**	**Total**
nº dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	**365**
						Custos (€)							
TTF	25,51	23,04	25,51	24,69	25,51	24,69	25,51	25,51	24,69	25,51	24,69	25,51	**300,40**
PC	61,07	55,16	61,07	59,10	61,07	59,10	61,07	61,07	59,10	61,07	59,10	61,07	**719,05**
PHP	264,22	225,22	255,78	247,53	198,01	191,62	197,14	184,64	178,68	188,66	218,88	226,18	**2576,55**
HSV	228,09	152,05	147,81	143,04	56,03	54,23	55,47	47,28	45,76	64,36	216,60	223,82	**1434,54**
HVN	366,81	244,51	237,70	230,04	90,11	87,20	89,20	76,03	73,58	103,51	348,33	359,94	**2306,97**
HP	240,08	204,64	232,41	224,91	179,91	174,11	179,13	167,77	162,35	171,42	198,88	205,51	**2341,11**
HC	477,47	405,20	459,11	444,30	349,96	338,67	348,73	330,93	320,26	341,28	423,68	437,80	**4677,38**
Total EA	**1312,45**	**1006,40**	**1077,03**	**1042,28**	**676,01**	**654,21**	**672,53**	**622,02**	**601,95**	**680,57**	**1187,49**	**1227,07**	**10760,00**
RFV	19,96	18,03	19,96	19,32	19,96	19,32	19,96	19,96	19,32	19,96	19,32	19,96	**235,06**
RCFV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Total	**1683,21**	**1327,86**	**1439,35**	**1392,92**	**980,57**	**948,94**	**976,22**	**913,20**	**883,74**	**975,77**	**1509,47**	**1559,79**	**14591,05**
Total c/IVA	**1767,37**	**1394,26**	**1511,32**	**1462,57**	**1029,59**	**996,38**	**1025,03**	**958,86**	**927,93**	**1024,56**	**1584,95**	**1637,78**	**15320,61**

C.3 - Piscinas Municipais de Arouca

Tabela C.9 - Custos estimados das PMA com o tarifário BTE – Médias Utilizações

Período	Jan-09	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09	Jul-09	Ago-09	Set-09	Out-09	Nov-09	Dez-09	Total
nº dias	28	29	29	34	27	30	32	36	29	27	30	33	**364**
						Custos (€)							
TTF	23,04	23,87	23,87	27,98	22,22	24,69	26,34	29,63	23,87	22,22	24,69	27,16	**299,57**
PC	26,82	27,78	25,33	29,70	23,59	26,21	30,65	34,48	27,78	25,86	30,79	33,87	**342,87**
PHP	271,58	220,63	216,99	210,50	177,52	206,83	238,87	166,58	210,54	142,76	243,95	247,51	**2554,26**
HSV	82,95	67,81	67,59	82,92	66,68	85,35	108,00	67,99	97,49	48,69	68,67	82,05	**926,17**
HVN	208,30	170,26	169,72	208,21	167,44	214,31	271,18	170,72	244,79	122,26	172,45	206,02	**2325,64**
HP	559,27	454,36	446,97	433,68	365,71	425,92	492,04	342,80	433,68	294,04	502,38	509,77	**5260,63**
HC	683,70	527,00	524,83	589,05	507,83	591,22	656,62	451,12	651,29	415,75	608,81	635,88	**6843,09**
Total EA	**1534,22**	**1219,43**	**1209,10**	**1313,85**	**1107,66**	**1316,79**	**1527,84**	**1032,63**	**1427,24**	**880,74**	**1352,31**	**1433,72**	**15355,52**
RFV	119,42	103,20	90,71	110,03	95,48	118,89	95,95	87,64	113,59	67,97	91,56	101,31	**1195,76**
Total	**1975,08**	**1594,91**	**1566,01**	**1692,06**	**1426,48**	**1693,40**	**1919,64**	**1350,96**	**1803,02**	**1139,55**	**1743,31**	**1843,58**	**19747,99**
Total c/IVA	2073,84	1674,65	1644,31	1776,66	1497,80	1778,07	2015,63	1418,51	1893,17	1196,52	1830,47	1935,76	**20735,39**

Tabela C.10 - Custos estimados das PMA com o tarifário BTE – Longas Utilizações

Período	Jan-09	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09	Jul-09	Ago-09	Set-09	Out-09	Nov-09	Dez-09	Total
nº dias	28	29	29	34	27	30	32	36	29	27	30	33	**364**
						Custos (€)							
TTF	23,04	23,87	23,87	27,98	22,22	24,69	26,34	29,63	23,87	22,22	24,69	27,16	**299,57**
PC	67,74	70,16	63,99	75,02	59,57	66,19	77,41	87,09	70,16	65,32	77,78	85,55	**865,96**
PHP	412,63	335,22	329,69	319,83	269,73	314,25	362,93	253,10	319,89	216,90	370,65	376,07	**3880,89**
HSV	72,38	59,16	58,97	72,35	58,18	74,47	94,23	59,32	85,06	42,48	59,92	71,59	**808,10**
HVN	181,06	148,00	147,52	180,98	145,54	186,28	235,72	148,39	212,78	106,27	149,89	179,08	**2021,52**
HP	374,87	304,55	299,60	290,68	245,12	285,48	329,80	229,77	290,68	197,09	336,74	341,69	**3526,07**
HC	624,18	481,13	479,14	537,77	463,63	539,76	599,47	411,85	594,60	379,56	555,81	580,53	**6247,43**
Total EA	**1252,49**	**992,83**	**985,23**	**1081,78**	**912,48**	**1085,99**	**1259,22**	**849,34**	**1183,12**	**725,40**	**1102,36**	**1172,89**	**12603,12**
RFV	119,42	103,20	90,71	110,03	95,48	118,89	95,95	87,64	113,59	67,97	91,56	101,31	**1195,76**
Total	**1875,32**	**1525,28**	**1493,49**	**1614,64**	**1359,48**	**1610,00**	**1821,84**	**1306,79**	**1710,62**	**1097,81**	**1667,05**	**1762,98**	**18845,31**
Total c/IVA	**1969,08**	**1601,54**	**1568,17**	**1695,37**	**1427,46**	**1690,50**	**1912,94**	**1372,13**	**1796,15**	**1152,70**	**1750,40**	**1851,13**	**19787,57**

C.4 - Piscinas Municipais de Escariz

Tabela C.11 - Custos estimados das PME com o tarifário BTE – Médias Utilizações

Período	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09	Jul-09	Ago-09	Set-09	Out-09	Nov-09	Dez-09	Jan-10	Total
nº dias	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31	**365**
						Custos (€)							
TTF	23,04	25,51	24,69	25,51	24,69	25,51	25,51	24,69	25,51	24,69	25,51	25,51	**300,40**
PC	29,27	32,40	31,36	32,40	31,36	32,40	32,40	31,36	32,40	31,36	32,40	32,40	**381,50**
PHP	509,62	530,07	492,58	415,11	369,64	394,84	295,30	369,37	415,82	405,69	483,71	475,55	**5157,30**
HSV	318,48	323,99	310,92	263,32	235,66	261,89	197,89	227,10	253,78	238,92	301,35	289,82	**3223,11**
HVN	514,10	522,99	501,89	425,06	380,41	422,76	319,45	366,60	409,66	385,67	486,45	467,84	**5202,87**
HP	1049,65	1091,76	1014,56	854,98	761,33	813,23	608,22	760,78	856,45	835,58	996,27	979,46	**10622,28**
HC	1363,44	1401,58	1297,74	1121,58	990,96	1068,23	804,43	987,70	1105,77	1077,81	1283,21	1243,50	**13745,95**
Total EA	**3245,67**	**3340,31**	**3125,10**	**2664,93**	**2368,36**	**2566,11**	**1929,99**	**2342,19**	**2625,66**	**2537,98**	**3067,28**	**2980,63**	32794,21
RFV	123,02	129,28	131,69	125,63	120,08	142,34	109,94	116,20	128,24	127,58	143,42	144,65	**1542,07**
Total	**3930,62**	**4057,57**	**3805,43**	**3263,59**	**2914,12**	**3161,20**	**2393,15**	**2883,80**	**3227,63**	**3127,30**	**3752,32**	**3658,74**	40175,47
Total c/IVA	**4127,15**	**4260,45**	**3995,70**	**3426,77**	**3059,83**	**3319,26**	**2512,80**	**3027,99**	**3389,01**	**3283,66**	**3939,94**	**3841,67**	42184,25

Tabela C.12 - Custos estimados das PME com o tarifário BTE – Longas Utilizações

Período	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09	Jul-09	Ago-09	Set-09	Out-09	Nov-09	Dez-09	Jan-10	Total
nº dias	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31	**365**
						Custos (€)							
TTF	23,04	25,51	24,69	25,51	24,69	25,51	25,51	24,69	25,51	24,69	25,51	25,51	**300,40**
PC	73,91	81,83	79,19	81,83	79,19	81,83	81,83	79,19	81,83	79,19	81,83	81,83	**963,53**
PHP	774,31	805,37	748,42	630,70	561,62	599,91	448,67	561,21	631,79	616,40	734,93	722,53	**7835,87**
HSV	277,88	282,68	271,28	229,75	205,61	228,51	172,67	198,15	221,42	208,46	262,93	252,88	**2812,22**
HVN	446,87	454,60	436,26	369,48	330,66	367,48	277,67	318,66	356,09	335,24	422,83	406,66	**4522,50**
HP	703,56	731,78	680,03	573,07	510,30	545,09	407,67	509,93	574,06	560,07	667,78	656,51	**7119,86**
HC	1244,76	1279,58	1184,78	1023,95	904,71	975,24	734,41	901,73	1009,52	983,99	1171,52	1135,26	**12549,44**
Total EA	**2673,06**	**2748,64**	**2572,35**	**2196,25**	**1951,28**	**2116,32**	**1592,42**	**1928,47**	**2161,09**	**2087,76**	**2525,06**	**2451,31**	**27004,01**
RFV	123,02	129,28	131,69	125,63	120,08	142,34	109,94	116,20	128,24	127,58	143,42	144,65	**1542,07**
Total	**3667,35**	**3790,64**	**3556,35**	**3059,93**	**2736,87**	**2965,91**	**2258,38**	**2709,77**	**3028,47**	**2935,62**	**3510,76**	**3425,84**	**37645,88**
Total c/IVA	**3850,72**	**3980,17**	**3734,17**	**3212,92**	**2873,71**	**3114,20**	**2371,30**	**2845,26**	**3179,89**	**3082,40**	**3686,30**	**3597,13**	**39528,17**

C.5 - Estádio Municipal

Tabela C.13 - Custos estimados das EM com o tarifário MT – Médias Utilizações

Períodos	**Janeiro**	**Fevereiro**	**Março**	**Abril**	**Maio**	**Junho**	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**	**Outubro**	**Novembro**	**Dezembro**	**Total**
nº dias	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	**365**
Período	I			II			III			IV			
						Custos (€)							
TTF	43,53	43,53	39,32	43,53	42,13	43,53	42,13	43,53	43,53	42,13	43,53	42,13	**512,53**
PC	133,70	133,70	120,76	133,70	129,39	133,70	129,39	133,70	133,70	129,39	133,70	129,39	**1574,20**
PHP	223,85	221,88	170,53	125,59	69,27	40,55	48,54	66,41	77,57	90,72	126,99	113,04	**1374,96**
HSV	80,46	71,10	31,85	28,99	29,09	25,34	25,55	33,87	41,48	47,48	66,79	62,33	**544,32**
HVN	129,29	116,21	52,61	48,00	47,39	41,14	43,80	56,85	66,25	77,35	106,12	99,63	**884,64**
HP	376,75	373,41	286,97	222,71	122,80	71,97	86,05	117,75	137,59	152,62	213,67	190,16	**2352,45**
HC	434,11	431,68	241,33	248,90	248,81	131,83	162,98	266,87	300,46	325,08	444,78	420,50	**3657,34**
Total EA	**1020,61**	**992,40**	**612,76**	**548,59**	**448,10**	**270,28**	**318,37**	**475,35**	**545,79**	**602,53**	**831,35**	**772,62**	**7438,75**
RCFV	75,81	86,24	65,03	67,09	47,93	26,33	43,39	65,95	63,26	46,15	46,13	50,25	**683,54**
Total	**1497,50**	**1477,75**	**1008,40**	**918,50**	**736,81**	**514,39**	**581,81**	**784,93**	**863,85**	**910,91**	**1181,70**	**1107,43**	**11583,99**
Total c/IVA	**1572,38**	**1551,64**	**1058,82**	**964,43**	**773,65**	**540,11**	**610,90**	**824,18**	**907,04**	**956,46**	**1240,78**	**1162,80**	**12163,19**

Tabela C.14 - Custos estimados das EM com o tarifário MT – Curtas Utilizações

Períodos	**Janeiro**	**Fevereiro**	**Março**	**Abril**	**Maio**	**Junho**	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**	**Outubro**	**Novembro**	**Dezembro**	**Total**
nº dias	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	**365**
Período	I			II			III			IV			
						Custos (€)							
TTF	43,53	43,53	39,32	43,53	42,13	43,53	42,13	43,53	43,53	42,13	43,53	42,13	**512,53**
PC	51,89	51,89	46,87	51,89	50,22	51,89	50,22	51,89	51,89	50,22	51,89	50,22	**611,01**
PHP	345,16	342,13	262,95	193,66	106,81	62,53	74,84	102,40	119,61	139,88	195,81	174,30	**2120,08**
HSV	90,47	79,95	35,82	31,13	31,24	27,21	27,43	36,38	44,55	53,39	75,10	70,09	**602,77**
HVN	145,85	131,10	59,35	51,39	50,73	44,04	46,89	60,86	70,92	87,26	119,71	112,40	**980,50**
HP	595,23	589,95	453,38	334,63	184,51	108,13	129,30	176,93	206,74	241,12	337,57	300,43	**3657,93**
HC	475,97	473,30	264,60	271,01	270,92	143,55	177,46	290,59	327,16	356,43	487,67	461,05	**3999,72**
Total EA	**1307,53**	**1274,30**	**813,15**	**688,16**	**537,41**	**322,94**	**381,08**	**564,75**	**649,37**	**738,20**	**1020,05**	**943,97**	**9240,91**
RCFV	75,81	86,24	65,03	67,09	47,93	26,33	43,39	65,95	63,26	46,15	46,13	50,25	**683,54**
Total	**1823,92**	**1798,09**	**1227,31**	**1044,33**	**784,50**	**507,22**	**591,66**	**828,52**	**927,67**	**1016,58**	**1357,41**	**1260,87**	**13168,08**
Total c/IVA	**1915,12**	**1888,00**	**1288,67**	**1096,55**	**823,73**	**532,58**	**621,24**	**869,94**	**974,05**	**1067,41**	**1425,28**	**1323,91**	**13826,48**

Tabela C.15 - Custos estimados das EM com o tarifário MT – Longas Utilizações

Períodos	**Janeiro**	**Fevereiro**	**Março**	**Abril**	**Maio**	**Junho**	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**	**Outubro**	**Novembro**	**Dezembro**	**Total**
nº dias	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	**365**
Período	I			II			III			IV			
						Custos (€)							
TTF	43,53	43,53	39,32	43,53	42,13	43,53	42,13	43,53	43,53	42,13	43,53	42,13	**512,53**
PC	147,03	147,03	132,80	147,03	142,29	147,03	142,29	147,03	147,03	142,29	147,03	142,29	**1731,20**
PHP	221,83	219,87	168,99	124,46	68,64	40,18	48,10	65,81	76,87	89,90	125,84	112,02	**1362,50**
HSV	78,98	69,79	31,27	28,03	28,13	24,50	24,70	32,75	40,11	46,61	65,56	61,18	**531,61**
HVN	127,06	114,21	51,71	46,44	45,85	39,80	42,37	55,00	64,09	76,02	104,29	97,92	**864,76**
HP	357,82	354,64	272,54	207,15	114,22	66,94	80,04	109,53	127,98	144,95	202,92	180,60	**2219,34**
HC	418,61	416,26	232,71	245,65	245,57	130,11	160,85	263,39	296,55	313,47	428,90	405,49	**3557,56**
Total EA	**982,46**	**954,90**	**588,23**	**527,27**	**433,77**	**261,36**	**307,97**	**460,67**	**528,73**	**581,05**	**801,67**	**745,19**	**7173,28**
RCFV	75,81	86,24	65,03	67,09	47,93	26,33	43,39	65,95	63,26	46,15	46,13	50,25	**683,54**
Total	**1470,66**	**1451,58**	**994,36**	**909,38**	**734,76**	**518,44**	**583,87**	**782,99**	**859,42**	**901,51**	**1164,20**	**1091,87**	**11463,04**
Total c/iva	**1544,19**	**1524,16**	**1044,08**	**954,85**	**771,50**	**544,36**	**613,06**	**822,14**	**902,39**	**946,58**	**1222,41**	**1146,47**	**12036,20**

C.6 - Escola E.B. 2,3 de Arouca

Tabela C.16 - Custos estimados da E.B. 2,3 com o tarifário BTE – Longas Utilizações

Períodos	**Jan-09**	**Fev-09**	**Mar-09**	**Abr-09**	**Mai-09**	**Jun-09**	**Jul-09**	**Ago-09**	**Set-09**	**Out-09**	**Nov-09**	**Dez-09**	**Total**
nº dias	28	29	29	34	27	30	32	36	29	27	30	33	**364**
						Custos (€)							
TTF	23,04	23,87	23,87	27,98	22,22	24,69	26,34	29,63	23,87	22,22	24,69	27,16	**299,57**
PC	122,46	126,83	126,83	148,70	118,08	131,20	139,95	157,44	126,83	118,08	131,20	144,32	**1591,92**
PHP	228,45	465,54	397,31	374,43	211,31	285,37	235,44	133,20	87,04	238,61	303,23	473,16	**3433,09**
HSV	316,52	384,92	317,25	80,93	85,46	29,91	32,06	21,97	19,20	36,97	34,04	82,49	**1441,72**
HVN	593,84	722,18	595,23	151,83	160,34	56,12	60,16	41,21	36,03	69,37	63,87	154,76	**2704,94**
HP	252,06	408,42	361,00	290,19	241,78	233,36	200,56	107,58	98,17	232,87	247,97	390,84	**3064,79**
HC	523,70	874,58	780,14	621,66	535,97	511,70	421,32	207,64	200,15	510,89	546,52	872,41	**6606,70**
Total EA	**1686,12**	**2390,10**	**2053,62**	**1144,60**	**1023,54**	**831,10**	**714,10**	**378,40**	**353,56**	**850,11**	**892,41**	**1500,50**	**13818,16**
RFV	0,53	0,60	0,42	0,26	0,50	0,37	0,39	1,14	0,85	0,77	0,43	0,37	**6,63**
RCFV	0,00	1,31	5,26	29,74	26,80	29,30	29,34	14,25	12,76	30,34	28,83	3,75	**211,68**
Total	2060,60	3008,25	2607,30	1725,72	1402,45	1302,03	1145,55	714,06	604,91	1260,13	1380,80	2149,26	19361,05
Total c/IVA	**2163,63**	**3158,66**	**2737,66**	**1812,00**	**1472,58**	**1367,13**	**1202,83**	**749,76**	**635,16**	**1323,14**	**1449,84**	**2256,72**	**20329,11**

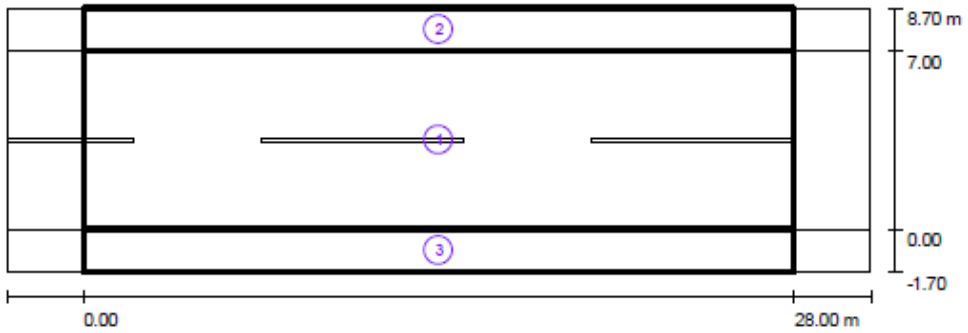
Tabela C.17 - Custos estimados da E.B. 2,3 com o tarifário BTE – Médias Utilizações

Períodos	**Jan-09**	**Fev-09**	**Mar-09**	**Abr-09**	**Mai-09**	**Jun-09**	**Jul-09**	**Ago-09**	**Set-09**	**Out-09**	**Nov-09**	**Dez-09**	**Total**
nº dias	28	29	29	34	27	30	32	36	29	27	30	33	**364**
						Custos (€)							
TTF	23,04	23,87	23,87	27,98	22,22	24,69	26,34	29,63	23,87	22,22	24,69	27,16	**299,57**
PC	48,48	50,22	50,22	58,87	46,75	51,95	55,41	62,34	50,22	46,75	51,95	57,14	**630,30**
PHP	150,36	306,40	261,49	246,44	139,08	187,82	154,96	87,67	57,28	157,05	199,58	311,41	**2259,54**
HSV	362,76	441,16	363,61	92,75	97,94	34,28	36,75	25,17	22,01	42,38	39,02	94,54	**1652,37**
HVN	683,18	830,83	684,78	174,67	184,46	64,56	69,21	47,41	41,45	79,81	73,48	178,04	**3111,88**
HP	376,05	609,33	538,59	432,94	360,72	348,16	299,21	160,50	146,47	347,42	369,95	583,10	**4572,43**
HC	573,63	957,96	854,52	680,93	587,07	560,49	461,49	227,44	219,24	559,60	598,63	955,59	**7236,61**
Total EA	**1995,63**	**2839,28**	**2441,49**	**1381,29**	**1230,19**	**1007,50**	**866,66**	**460,53**	**429,16**	**1029,21**	**1081,08**	**1811,27**	**16573,30**
RFV	0,53	0,60	0,42	0,26	0,50	0,37	0,39	1,14	0,85	0,77	0,43	0,37	**6,63**
RCFV	0,00	1,31	5,26	29,74	26,80	29,30	29,34	14,25	12,76	30,34	28,83	3,75	**211,68**
Total	2218,05	3221,68	2782,74	1744,59	1465,54	1301,63	1133,09	655,55	574,15	1286,34	1386,57	2211,11	19981,02
Total c/IVA	**2328,95**	**3382,76**	**2921,88**	**1831,82**	**1538,82**	**1366,71**	**1189,75**	**688,33**	**602,86**	**1350,65**	**1455,89**	**2321,67**	**20980,08**

C.7 - Iluminação Pública

Resultados luminotécnicos da simulação efectuada em dialux com uma luminária LED de 107,5W.

Rua / Resultados Luminotécnicos



Factor de manutenção: 0.80 Escala 1:244

Lista de campo de avaliação

1 Campo de avaliação Pista de rodagem 1
Comprimento: 28.000 m, Largura: 7.000 m
Grelha: 10 x 5 Pontos
Elementos de rua correspondentes: Pista de rodagem 1.
Classe de iluminação seleccionada: CE4 (Todas as exigências fotométricas foram cumpridas.)

	E_m [lx]	U0
Valores reais segundo o cálculo:	18	0.5
Valores nominais segundo a classe:	≥ 10	≥ 0.4
Cumprido/não cumprido:	✓	✓

2 Campo de avaliação Passeio 1
Comprimento: 28.000 m, Largura: 1.700 m
Grelha: 10 x 3 Pontos
Elementos de rua correspondentes: Passeio 1.
Classe de iluminação seleccionada: CE5 (Todas as exigências fotométricas foram cumpridas.)

	E_m [lx]	U0
Valores reais segundo o cálculo:	10.2	0.6
Valores nominais segundo a classe:	≥ 7.5	≥ 0.4
Cumprido/não cumprido:	✓	✓

3 Campo de avaliação Passeio 2
Comprimento: 28.000 m, Largura: 1.700 m
Grelha: 10 x 3 Pontos
Elementos de rua correspondentes: Passeio 2.
Classe de iluminação seleccionada: CE5 (Todas as exigências fotométricas foram cumpridas.)

	E_m [lx]	U0
Valores reais segundo o cálculo:	9.0	0.4
Valores nominais segundo a classe:	≥ 7.5	≥ 0.4
Cumprido/não cumprido:	✓	✓

Anexo D

Correcção do factor de potência

No presente anexo pretende-se demonstrar como efectuar o dimensionamento da potência reactiva a instalar para fazer a correcção do factor de potência de modo a que a energia reactiva não seja alvo de facturação por parte do distribuidor. Serão feitas duas abordagens de dimensionamento da potência reactiva a instalar, uma baseada na energia consumida e outra através da potência instalada e do factor potência previsto.

D.1 Cálculo através da potência instalada

Consideremos um equipamento com uma potência activa P, que se supõe constante, e potência reactiva Q_1. O objectivo do cálculo é determinar a potência reactiva de compensação Q_C, por forma a reduzir o valor de Q_1 para o valor pretendido Q_2.

A Figura D.1 ilustra a alteração pretendida. A instalação de Q_C permite diminuir o valor de $tg\varphi_1$ para $tg\varphi_2$. O cálculo de Q_C faz-se subtraindo Q_2 a Q_1. Como $Q_1 = P\ tg\varphi_1$ e $Q_2 = P\ tg\varphi_2$, $Q_C = P\ (tg\varphi_1 - tg\varphi_2)$, sendo $tg\varphi_1$ o valor inicial e $tg\varphi_2$ o valor pretendido.

O método aqui descrito é genérico, existem ainda algumas particularidades, nomeadamente em relação a motores descritas em [53].

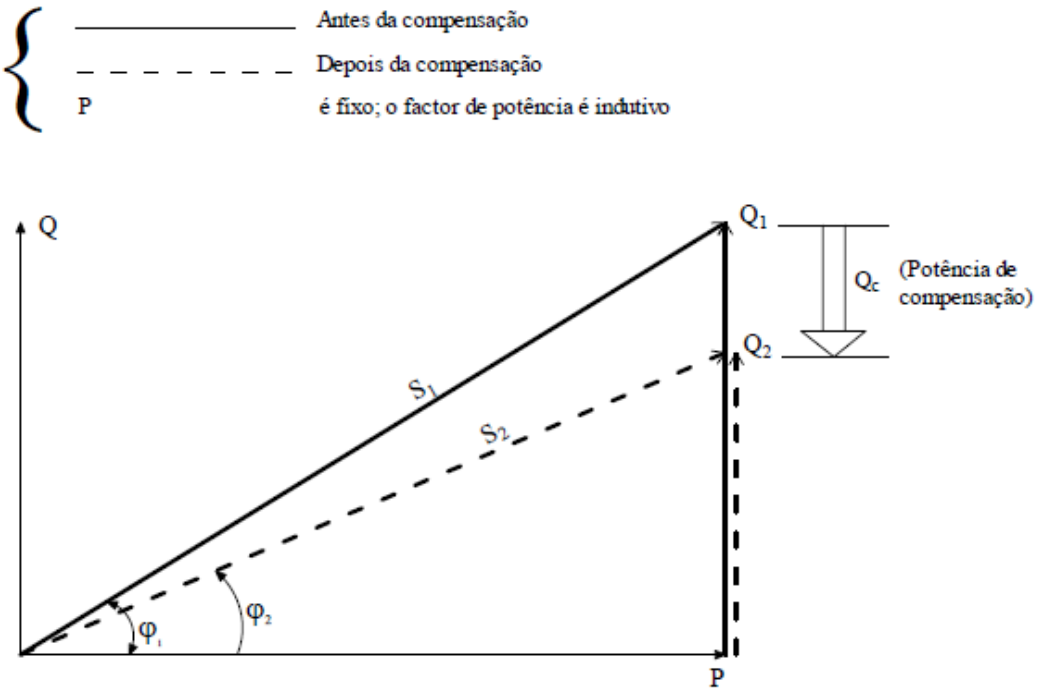


Figura D.1 - Alteração do triangulo de potências após a compensação

D.2 Método da Energia

O período de integração para o qual é calculada a tg corresponde actualmente ao período de facturação. Assim o distribuidor calcula um valor de tg média nas horas fora do vazio a partir da energia consumida

$$\operatorname{tg}\varphi_{\text{med}} = \frac{WR_{HFV}}{W_{HFV}},$$

onde WR_{HFV} é a energia reactiva e W_{HFV} é a energia activa fornecidas pelo distribuidor de energia.

O objectivo aqui é determinar a potência a reactiva a instar para que tg $_{med}$ se encontre abaixo do limite regulamentar.

O método de cálculo aqui descrito permite calcular a potência reactiva média consumida pela instalação, através informação recolhida da facturação de energia eléctrica. Deve ter-se em consideração que se trata de um valor médio. No entanto, para instalações que tenham um perfil de consumos sem grandes oscilações nas horas fora de vazio, durante o período de integração, permite estimar a potência reactiva a instalar.

Método de cálculo:

1. Calcular a energia reactiva consumida pela instalação no período de integração

$$WR_{\mathrm{HFV}} = WR_{FACT} + 0{,}4 \times W_{HFV}$$

onde WR_{FACT} e W_{HFV} são a energia reactiva facturada e a energia activa consumida fora do vazio.

2. Determinar a tg φ_{med} da instalação para o período de integração

$$\mathrm{tg}\,\varphi_{\mathrm{med}} = \frac{WR_{HFV}}{W_{HFV}}$$

3. Calcular a potência reactiva a compensar para obter o valor pretendido de tg φ

$$\mathrm{Q}_{\mathrm{compensar}} = \frac{W_{HFV} \times (\mathrm{tg}\,\varphi_{med} - \mathrm{tg}\,\varphi_{pretendida})}{\mathrm{T}_{\mathrm{int}} \times HFV}$$

onde Tint é o período de integração, HFV é o número de horas fora do vazio definidas pelo regulamento tarifário.

Está assim encontrado o valor da potência média reactiva a compensar.

D.3 Comentários finais

Os métodos aqui apresentados não são exactos, pois não existe forma de prever a utilização simultânea dos equipamentos sob um qualquer regime de exploração.

O método da potência instalada é mais indicado para correcção de sistemas em que a potência activa e reactiva sofrem poucas flutuações. A utilização deste método na correcção de instalações, baseando-se na potência contratada e na tg φ_{med} pode conduzir a erros de sobredimensionamento, uma vez que podem ocorrer situações de grande consumo instantâneo por curtos períodos de tempo e situações de menor consumo em que o factor de potência é muito baixo, por exemplo consequência do funcionamento de motores a baixos regimes de carga.

Por outro lado o método de cálculo da potência média a instalar através energia não traduz as variações da potência requisitada. É adequado para situações em que as variações de carga e do factor de potência sejam reduzidas.

Cabe ao projectista aliar à sua experiencia o conhecimento das instalações e dos seus perfis de consumo para escolher o método a seguir. Em BT, onde são muito utilizadas baterias de condensadores automáticas, o aumento de 20 ou 30% da potência a instalar não se reflecte na mesma proporção no preço final do equipamento, pois para pequenas potências grande parte dos custos está associada ao equipamento de comando e controlo dos escalões.

Pode então ser aplicado um factor de segurança ou expansão, precavendo situações de expansibilidade, alteração da regulamentação ou escolhas erradas no dimensionamento.